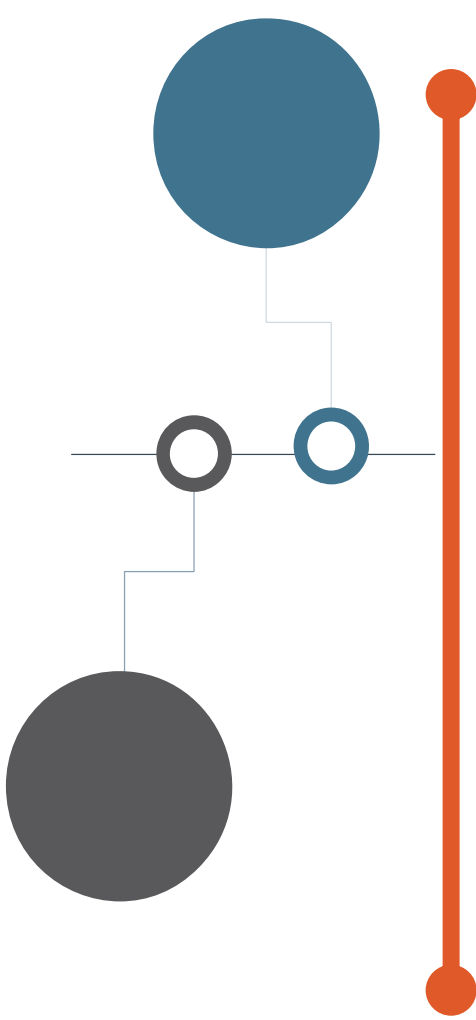
Servidores Web de Altas Prestaciones

Práctica 3: Seguridad (certificados SSL)

ICAR
INGENIERÍA DE COMPUTADORES, AUTOMÁTICA Y ROBÓTICA

UNIVERSIDAD DE GRANADA

Índice



Objetivos

Esquema general

Desarrollo

Evaluación y normas de entrega

Objetivos

Esta práctica tiene como meta reforzar la seguridad de nuestra infraestructura web utilizando contenedores Docker y aplicando conceptos clave de cifrado y autenticación.

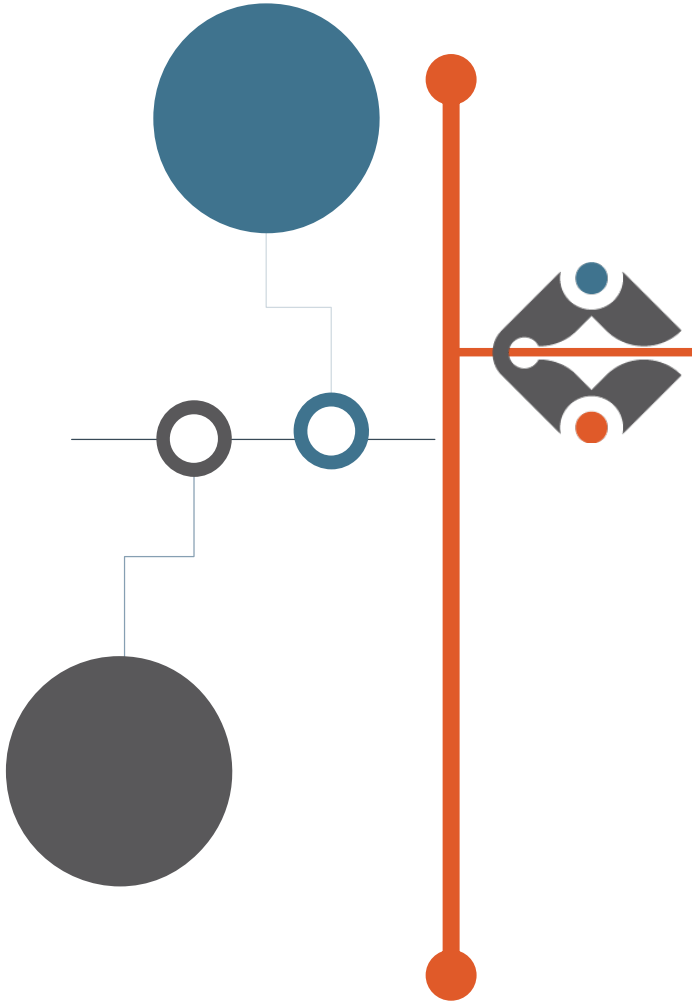
1. Aprender a crear un certificado SSL autofirmado utilizando OpenSSL.

2. Instalar y configurar el módulo SSL en los servidores web Apache para manejar peticiones HTTPS.

3. Configurar un entorno seguro en la granja web, asegurando la comunicación mediante el protocolo HTTPS en un balanceador de carga.

La práctica se realizará de manera individual. Tiene un peso del **20%** del total de prácticas.

Índice



Objetivos

Esquema general

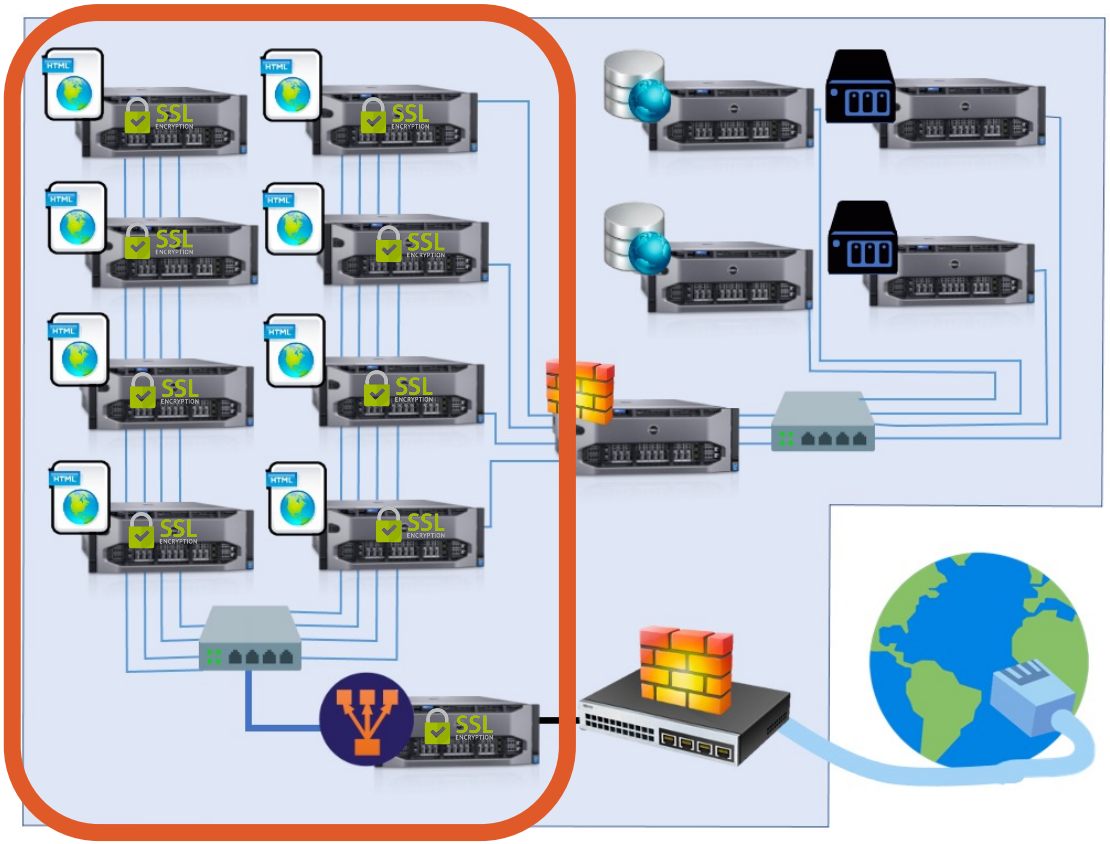
Desarrollo

Evaluación y normas de entrega

Esquema general

- Crear certificados SSL autofirmados
- Configurar servidores web con certificados SSL
- Configurar balanceo de carga con certificados SSL

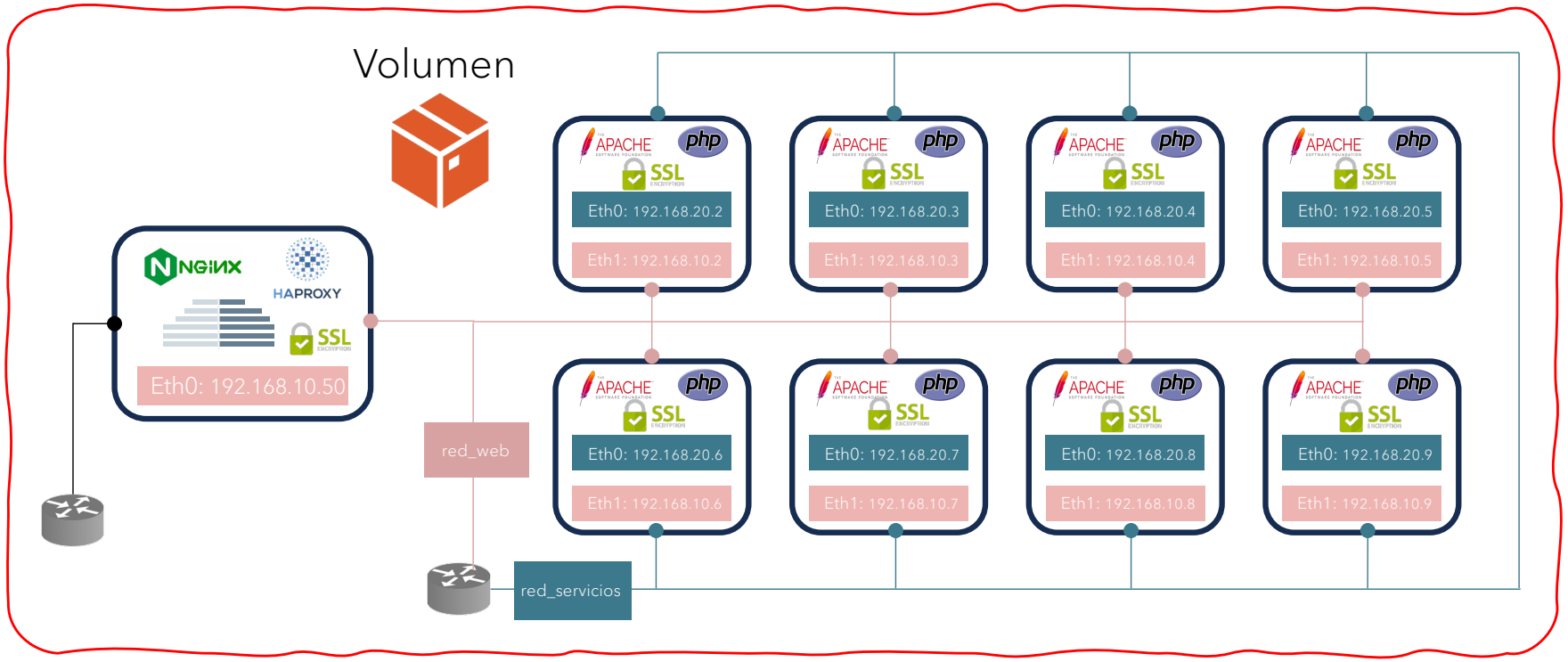
2 sesiones



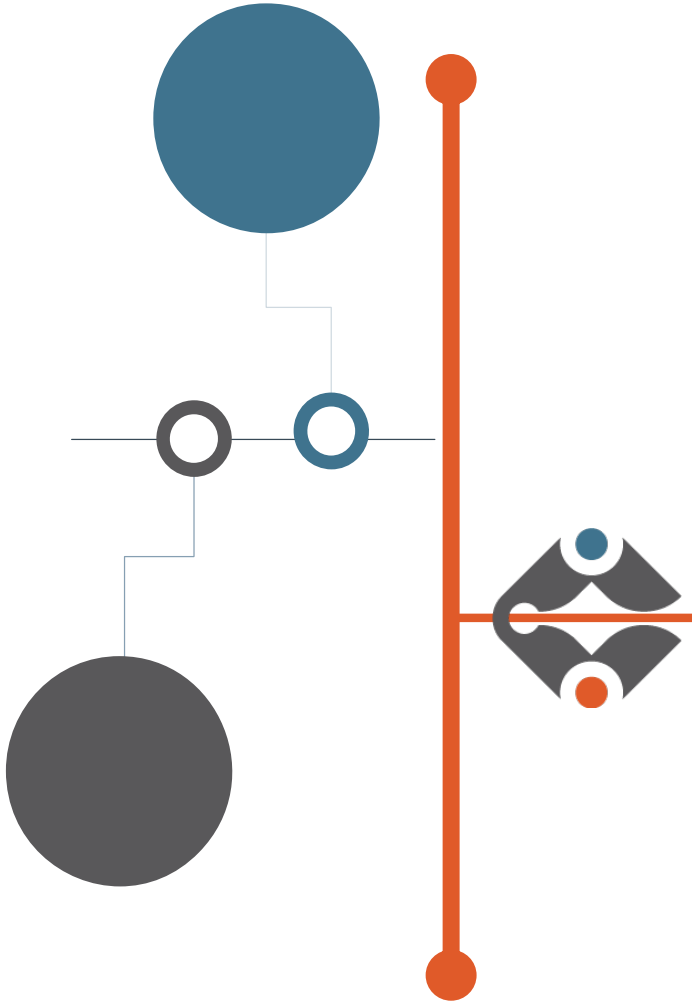
Requisitos Previos:

- Haber completado satisfactoriamente la Práctica 1 y 2 o tener experiencia equivalente configurando servidores web con Docker.
- Conocimientos básicos sobre seguridad web, protocolos HTTPS y certificados SSL.

Esquema general de la práctica



Índice



Objetivos

Esquema general

Desarrollo

Evaluación y normas de entrega

Desarrollo

Se pretende desarrollar un entorno seguro utilizando SSL para la granja web. Implementaremos SSL en los servidores web Apache y configuraremos Nginx como balanceador de carga para gestionar peticiones HTTPS.

Se comenzará por generar un certificado SSL autofirmado, que nos permitirá implementar una conexión segura aunque sin la validación de una entidad certificadora. Posteriormente, procederemos a configurar nuestros servidores web para utilizar dicho certificado y atender de forma segura las peticiones HTTPS.

Parte 0: Creación del espacio de trabajo SSL

En esta parte se establecerá el espacio de trabajo a través de directorios específicos donde se crearán los archivos de configuración, los certificados SSL así como la web del escenario.

- Crea 3 directorios en tu máquina local llamados
  - P3-tuusuariougr-certificados para crear los certificados SSL.
  - P3-tuusuariougr-apache para trabajar con los archivos de configuración de apache.
  - P3-tuusuariougr-nginx para trabajar con los archivos de configuración de nginx.
- Copia el directorio que creaste en la práctica 1 llamado web_tuusuariougr para que los servidores web sirvan el `index.php` que creaste en la práctica 1.

Parte 1: Creación de certificados SSL

En esta parte crearemos los archivos necesarios para el certificado SSL: clave privada y certificado autofirmado con OpenSSL en el directorio P3-tuusuariougr-certificados. El certificado SSL deberá tener las siguientes especificaciones:

- Generar un certificado: Generar un certificado autofirmado en lugar de una solicitud de firma de certificado.
- Validez de 1 año: El certificado debe ser válido por 365 días desde el momento de su creación.
- Encriptación RSA de 2048 bits: La clave privada asociada con el certificado debe ser una clave RSA con una longitud de 2048 bits para asegurar una encriptación fuerte.
- Sin necesidad de passphrase: La clave privada no debe requerir una passphrase para facilitar su uso en automatizaciones y evitar la intervención manual durante el reinicio de los servicios.

Parte 1: Creación de certificados SSL

En esta parte crearemos los archivos necesarios para el certificado SSL: clave privada y certificado autofirmado con OpenSSL en el directorio P3-tuusuariougr-certificados. El certificado SSL deberá tener las siguientes especificaciones:

- Autofirmado: El certificado debe ser autofirmado, lo que significa que la misma entidad que lo crea, lo firma, lo que es adecuado para entornos de prueba.
- Clave privada: El archivo con la clave privada debe llamarse `certificado_tuusuariougr.key`
- Certificado autofirmado: El archivo con el certificado autofirmado debe llamarse `certificado_tuusuariougr.crt`
- Datos para el certificado de dominio:
  - Nombre de país: *ES*
  - Provincia: *Granada*
  - Localidad: *Granada*
  - Organización: *SWAP*
  - Organización sección: *Práctica 3*
  - Nombre: "tu *nombre completo*"
  - Email: "*email_ugr*"

Parte 2: Configuración de Servidores Web Apache con SSL

En esta parte configuraremos los servidores web apache finales para atender peticiones HTTPS usando certificados SSL autofirmados. Trabajaremos en el directorio P3-tuusuariougr-apache.

2.1 – Archivo de configuración SSL – **`tuusuariougr-ssl.conf`**

Este archivo debe contener la configuración de Apache para habilitar SSL y definir la configuración de los hosts virtuales. Incluirá:

1. La especificación del puerto 443 para escuchar las peticiones HTTPS.
2. La ruta al certificado SSL y a la clave privada.
3. Las directivas para configurar el host virtual para atender peticiones HTTPS, incluyendo la opción SSLEngine on.

Parte 2: Configuración de Servidores Web Apache con SSL

En esta parte configuraremos los servidores web apache finales para atender peticiones HTTPS usando certificados SSL autofirmados. Trabajaremos en el directorio P3-tuusuariougr-apache.

2.1 – Archivo de configuración SSL – **tuusuariougr-apache-ssl.conf**

Ejemplo básico de archivo configuración:

```
<VirtualHost *:443>
        DocumentRoot /var/www/html
        SSLEngine on
        SSLCertificateFile
        /etc/apache2/ssl/certificado_tuusuarioUGR.crt
        SSLCertificateKeyFile
        /etc/apache2/ssl/certificado_tuusuarioUGR.key
  </VirtualHost>
```

Parte 2: Configuración de Servidores Web Apache con SSL

En esta parte configuraremos los servidores web apache finales para atender peticiones HTTPS usando certificados SSL autofirmados. Trabajaremos en el directorio P3-tuusuariougr-apache.

2.2 – Dockerfile para Apache con SSL - **`DockerFileApacheP3`**

1. Partir de una imagen para Apache creada en la práctica 1.
2. Instalar los módulos necesarios de Apache para soportar SSL, como **mod_ssl** que suele venir preinstalados en imágenes oficiales.
3. Activa SSL y crea un directorio para copiar los archivos de certificado y clave privada (previamente generados) al directorio adecuado dentro del contenedor, comúnmente **/usr/local/apache2/conf/** o **/etc/apache2/ssl/**.
4. Copia el archivo **`tuusuariougr-ssl.conf`** (archivo que creaste en el apartado anterior) al sitio por defecto (/etc/apache2/sites-available/) para habilitar y configurar el módulo SSL.
5. Exponer el puerto 443, que es el puerto estándar para tráfico HTTPS.

Parte 2: Configuración de Servidores Web Apache con SSL

En esta parte configuraremos los servidores web apache finales para atender peticiones HTTPS usando certificados SSL autofirmados. Trabajaremos en el directorio P3-tuusuariougr-apache.

2.2 – Dockerfile para Apache con SSL - **DockerFileApacheP3**

```
# Instalar módulo y habilitar sitio SSL y crear directorio para certificad
RUN a2enmod ssl \
    && a2ensite default-ssl \
    && mkdir /etc/apache2/ssl

# Copiar certificado y clave privada
COPY certificados_usuariougr/certificado_tuusuariougr.crt /etc/apache2/ssl
certificado_tuusuariougr.crt
COPY certificados_usuariougr/certificado_tuusuariougr.key /etc/apache2/ssl
certificado_tuusuariougr.key

# Configurar los permisos adecuados
RUN chmod 600 /etc/apache2/ssl/certificado_tuusuariougr.crt

# Incluir la configuración SSL
COPY tuusuaruio-ssl.conf /etc/apache2/sites-available/tuusuario-ssl.conf

# Exponer el puerto HTTPS
EXPOSE 443
```

Parte 3: Configuración del balanceador de carga Nginx con SSL

En esta sección, configuraremos Nginx para balancear la carga entre los servidores Apache configurados con SSL, gestionando las conexiones HTTPS de manera efectiva. Trabajaremos en el directorio local P3-tuusuariougr-nginx para luego montar el directorio y/o copiar al contenedor los archivos necesarios.

3.1 – Archivo de configuración SSL – `tuusuariougr-nginx-ssl.conf`

Este archivo debe contener la configuración para que Nginx maneje el tráfico HTTPS. Además de la configuración de la práctica 2 que definía el upstream, server, etc. se debe incluir:

1. Configurar el servidor para escuchar en el puerto 443 con SSL.
2. Especificar la ruta al certificado SSL y a la clave privada.

Parte 3: Configuración del balanceador de carga Nginx con SSL

En esta sección, configuraremos Nginx para balancear la carga entre los servidores Apache configurados con SSL, gestionando las conexiones HTTPS de manera efectiva. Trabajaremos en el directorio local P3-tuusuariougr-nginx para luego montar el directorio y/o copiar al contenedor los archivos necesarios.

3.1 – Archivo de configuración SSL – **tuusuariougr-nginx-ssl.conf**

Ejemplo básico de archivo de configuración.

```
server {
      listen 443 ssl;
      ssl_certificate      /etc/nginx/ssl/certificado_tuusuariougr.crt;
      ssl_certificate_key /etc/nginx/ssl/certificado_tuusuaruiougr.key;

      location / {
           proxy_pass http://backend_tuusuariougr;
           proxy_set_header Cookie $http_cookie;
           proxy_hide_header Set-Cookie;
       }
}
```

Parte 3: Configuración del balanceador de carga Nginx con SSL

En esta sección, configuraremos Nginx para balancear la carga entre los servidores Apache configurados con SSL, gestionando las conexiones HTTPS de manera efectiva. Trabajaremos en el directorio local P3-tuusuariougr-nginx para luego montar el directorio y/o copiar al contenedor los archivos necesarios.

3.2 – Dockerfile para Nginx con SSL - **`DockerFileNginxP3`**

La imagen de Docker adecuada, el archivo DockerFileNginxP3 debe crearse en el directorio P3-tuusuariougr-nginx y contener instrucciones para:

1. Partir de la imagen base oficial de Nginx.
2. Copiar los archivos de certificado SSL y la clave privada al contenedor.
3. Incluir el archivo de configuración de Nginx que establece las conexiones SSL.
4. Exponer el puerto 443 para el tráfico HTTPS.

Parte 3: Configuración del balanceador de carga Nginx con SSL

En esta sección, configuraremos Nginx para balancear la carga entre los servidores Apache configurados con SSL, gestionando las conexiones HTTPS de manera efectiva. Trabajaremos en el directorio local P3-tuusuariougr-nginx para luego montar el directorio y/o copiar al contenedor los archivos necesarios.

3.2 – Dockerfile para Nginx con SSL - **DockerFileNginxP3**

```
# Crear directorio para SSL
RUN mkdir -p /etc/nginx/ssl

# Copiar certificados SSL al contenedor
COPY certificados_usuariougr/certificado_tuusuariougr.crt /etc/nginx/ssl/
certificado_tuusuariougr.crt
COPY certificados_usuariougr/certificado_tuusuariougr.key /etc/nginx/ssl/
certificado_tuusuariougr.key

# Incluir configuración de Nginx para SSL
COPY tuusuariougr-nginx-ssl.conf /etc/nginx/nginx.conf

# Exponer el puerto HTTPS
EXPOSE 443
```

Parte 4: Configuración de Docker Compose para la Granja Web con SSL

Esta parte se configura DockerCompose para definir el escenario de la granja web, incluyendo servidores Apache con SSL y el balanceador de carga Nginx con SSL con conexiones a red_web y red_servicios para un despliegue coordinado y seguro.

Definir un servicio para cada instancia de Apache que incluya:

- Imagen construida a partir del DockerFileApacheP3 y que se llame tuusuarioUGR-apache-image:p3.
- Nombre del contendedor: webX donde X es el número de contenedor del 1 al 8.
- Volumen para montar el directorio local web_tuusuarioUGR en la ruta por defecto de Apache para servir el index.php.
- Volumen para montar el directorio local certificados_tuusuarioUGR en la carpeta /etc/apache2/ssl/.
- Conexión a las redes red_web y red_servicios con las IP indicadas en el esquema de la práctica.

Parte 4: Configuración de Docker Compose para la Granja Web con SSL

Esta parte se configura DockerCompose para definir el escenario de la granja web, incluyendo servidores Apache con SSL y el balanceador de carga Nginx con SSL con conexiones a red_web y red_servicios para un despliegue coordinado y seguro.

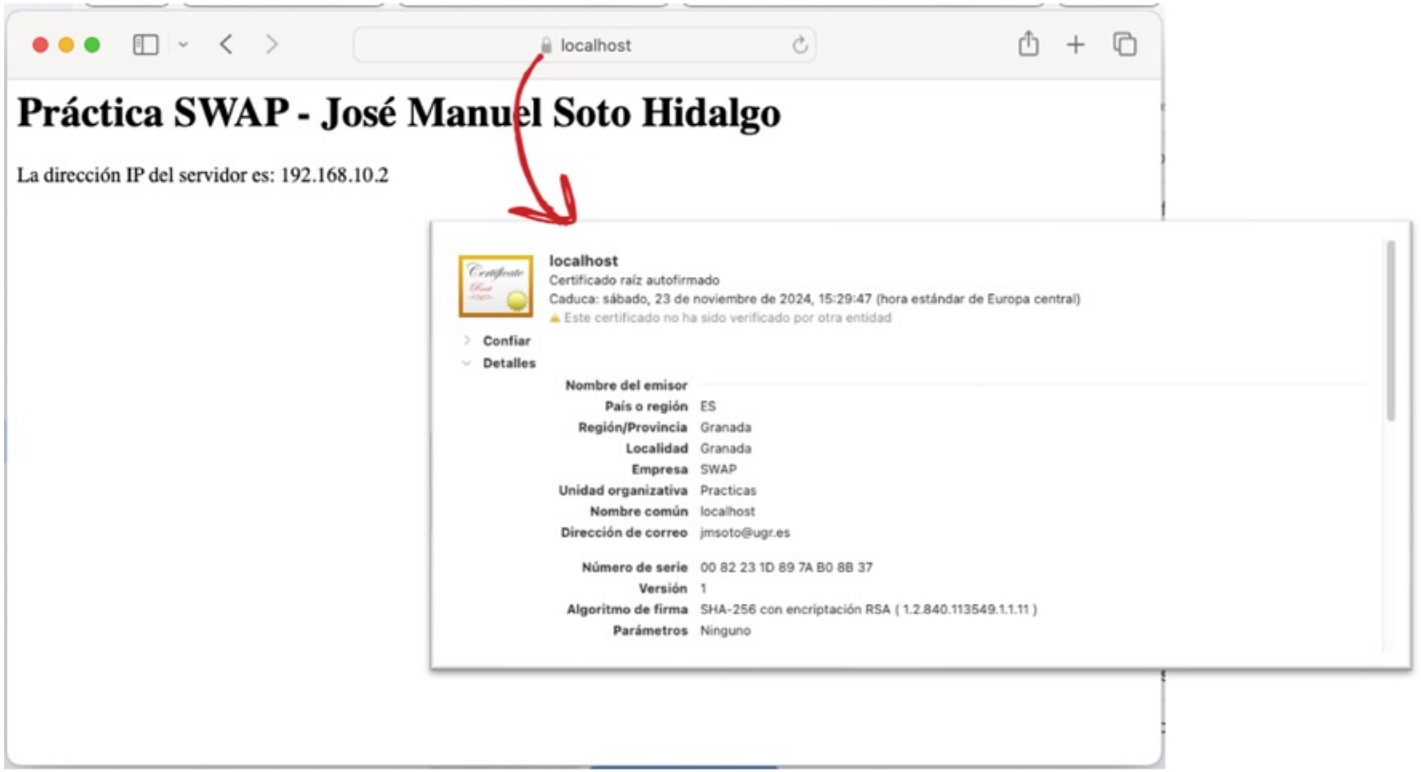
Definir un servicio para el balanceador Nginx que incluya:

- Construcción de la imagen a partir del DockerFileNginxP3 y que se llame tuusuarioUGR-nginx-image:p3.
- Volumen para montar el archivo tuusuarioUGR-nginx-ssl.conf en el contenedor en /etc/nginx/nginx.conf.
- Volumen para montar el directorio local certificados_tuusuarioUGR en la carpeta /etc/nginx/ssl/.
- Asignación de dirección IP estática 192.168.10.50 en la red red_web.
- Dependencia establecida con los servicios de Apache para garantizar el orden correcto de despliegue.

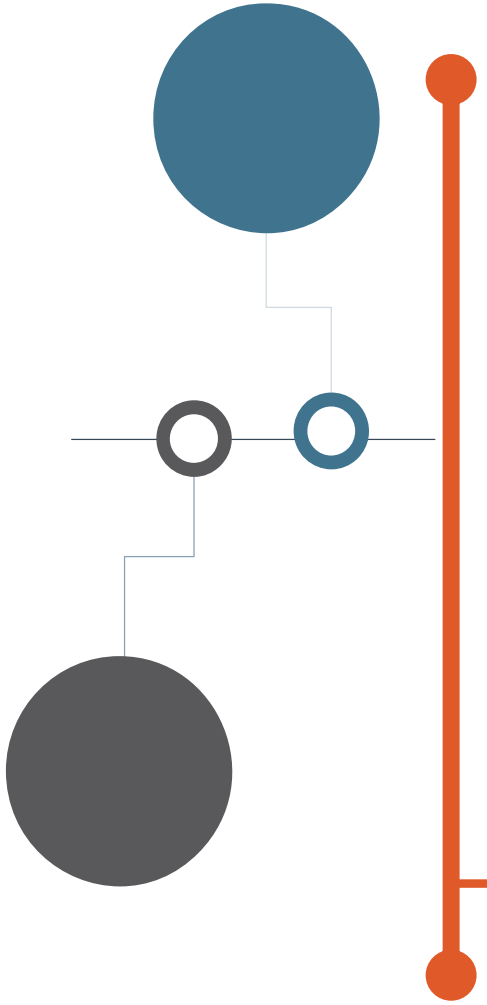
Parte 5: Verificación y pruebas del escenario con SSL

En esta sección realizará el despliegue del escenario y se verificará.

- **Verificación y Pruebas:**
  - Verifica que Nginx distribuya adecuadamente las solicitudes HTTPS entre los diferentes contenedores Apache y comprueba el certificado SSL.



Índice



Objetivos

Esquema general

Desarrollo

Evaluación y normas de entrega

Evaluación

Para superar la práctica se deben realizar las siguientes tareas básicas:

B1: Preparación del Entorno de Trabajo

- Crear directorios específicos para los archivos de configuración:
  - P3-tuusuariougr-apache para configuraciones de los servidores web.
  - P3-tuusuariougr-nginx para configuraciones del balanceador Nginx.
  - P3-tuusuariougr-certificados para los certificados autofirmados.

B2: Creación de Certificados SSL

- Generación correcta del certificado SSL y la clave privada con OpenSSL siguiendo las especificaciones dadas.

B3: Configuración de Servidores Web Apache con SSL

- Redacción adecuada del Dockerfile para los servidores Apache con soporte SSL.
- Configuración precisa del archivo de host virtual de Apache para atender peticiones HTTPS.

Evaluación

Para superar la práctica se deben realizar las siguientes tareas básicas:

B4: Configuración del Balanceador de Carga Nginx con SSL

- Elaboración correcta del Dockerfile y la configuración de Nginx para gestionar conexiones SSL.

B5: Docker Compose para la Granja Web con SSL

- Desarrollo de un archivo docker-compose.yml funcional que despliegue todos los servicios y configuraciones definidos en la práctica.

B6: Verificación y Pruebas del Escenario con SSL

- Ejecución efectiva del despliegue usando Docker Compose y verificación del correcto funcionamiento del entorno SSL.

Se proponen, opcionalmente, las siguientes tareas avanzadas:

A1: Exploraciones Avanzadas de creación de certificados SSL

- Generar un certificado raíz (CA) y uno o más certificados intermedios (subCA) para entender cómo se construye una cadena de confianza. Utilizar el certificado intermedio para firmar los certificados de los servidores, simulando una estructura más realista y segura que se encuentra en entornos de producción.
  - *Recomendaciones: Primero, genera clave privada de la CA y úsala para crear un certificado autofirmado que servirá como CA raíz. Segundo, crea una Autoridad Certificadora Intermedia (subCA) similar a la CA, crea una clave privada para la subCA y utilízala para generar una solicitud de certificado (CSR) de la subCA que será firmada por la CA raíz, estableciendo una cadena de confianza.*

Evaluación

Se proponen, opcionalmente, las siguientes tareas avanzadas:

A2: Optimización de la configuración SSL en los servidores web

- Optimizar la configuración SSL en Apache para mejorar tanto la seguridad como el rendimiento de las conexiones seguras. Para ello, deshabilitar protocolos inseguros y cifrados débiles que pueden ser explotados por ataques. Por ejemplo, permitir o denegar protocolos TLS v1, TLS v1.1 y TLS v1.2 así como cifrados MD5, RC4 y 3DES. Justifica la elección de cada uno.

A3: Configuración de Caché y Tickets de Sesión SSL en el balanceador

- Configurar Nginx para utilizar caché de sesiones SSL y tickets de sesión para mejorar la velocidad de las conexiones seguras repetidas, reduciendo el tiempo necesario para negociar la seguridad de la conexión.

A4: Optimización de conexiones HTTPS y cifrado en el balanceador

- Personalizar los protocolos SSL/TLS y suites de cifrado para equilibrar seguridad y rendimiento y activar HTTP/2 para mejorar la eficiencia de las conexiones HTTPS. Por ejemplo, protocolos TLSv1.2 y TLSv1.3 así como cifrado EECDH, AESGCM, AES256, etc. Justifica la elección de cada uno.

Normas de entrega

Se desarrollará un documento siguiendo el guion de la práctica y **detallando** e indicando, en su caso, los **aspectos básicos y avanzados realizados**, comandos de terminal ejecutados, resultados de ejecución, etc.

- Por ejemplo, si se ha realizado la tarea básica de configuración del entorno, el documento .pdf con la memoria de prácticas debe aparecer una sección titulada: *Tareas Básicas - B2: Creación de Certificados SSL* donde aparezcan detalladas las configuraciones. De igual forma, si por ejemplo, se han realizado tareas avanzadas sobre automatizaciones con Scripts, debe aparecer *Tareas Avanzadas – A3: Configuración de Caché de Sesiones SSL y Tickets de Sesión en el balanceador,* detalles de las configuraciones, explicaciones sobre ellas.

Se recomienda utilizar herramientas de control de Tiempo (por ejemplo, clockify) para contabilizar el tiempo de dedicado a la realización de la práctica.

Se deja a **libre elección** la **estructura y formato** del documento el cual reflejará el correcto desarrollo de la práctica a modo de diario/tutorial siguiendo los puntos descritos anteriormente. Asimismo, se recomienda incluir capturas de pantalla que reflejen el correcto desarrollo de los distintos apartados de la práctica. La **primera página** del documento debe incluir, al menos, **nombre**, **apellidos** y **tiempo dedicado a la práctica** medido con herramientas de control de tiempo.

Normas de entrega y evaluación

Para la entrega se habilitará una tarea en PRADO cuya entrega debe seguir OBLIGATORIAMENTE el formato especificado.

1. Un archivo **.pdf** con el documento desarrollado siguiendo el formato ApellidosNombreP3.pdf
2. Un archivo **.zip** con los distintos archivos de configuraciones, carpetas, etc. necesarios para la ejecución de la práctica siguiendo el formato ApellidosNombreP3.zip

Uso de Inteligencia Artificial Generativa

Para cada práctica es OBLIGATORIO usar herramientas de IA generativa (ChatGPT, Copilot u otras) e incluir enlace al chat/prompt utilizado. También se debe analizar y justificar el resultado que proporciona la herramienta con el resultado final que opta el estudiante para la práctica.

Es OBLIGATORIO incluir en el guion una sección titulada: "**Análisis propuesta IA**" donde se incluya enlace al chat/prompt con las consulta/as realizada/as, resultado que proporciona la IA y un párrafo con un análisis crítico y detallado del resultado proporcionado.

Normas de entrega y evaluación

La práctica se realizará de manera individual. Tiene un peso del 20% del total de prácticas.

La práctica se evaluará mediante el uso de rúbrica específica (accesible por el estudiante en la tarea de entrega) y una defensa final de prácticas.

Cuestiones sobre la calificación obtenida en cada práctica se realizarán UNICAMENTE en la sesión dedicada a recuperación/defensa al final de curso.

La detección de prácticas copiadas implicará el suspenso inmediato de todos los implicados en la copia (tanto del autor del original como de quien las copió). OBLIGATORIO ACEPTAR LICENCIA EULA DE TURNITIN en la entrega. Si la memoria supera un 40% de copia Turnitin implicará el suspenso automáticamente.

Servidores Web de Altas Prestaciones

Práctica 3: Seguridad (certificados SSL)

ICAR
INGENIERÍA DE COMPUTADORES, AUTOMÁTICA Y ROBÓTICA

UNIVERSIDAD DE GRANADA