

---

# Servidores Web de Altas Prestaciones



## Práctica 3: Seguridad (certificados SSL)



**ICAR**

INGENIERÍA DE COMPUTADORES,  
AUTOMÁTICA Y ROBÓTICA

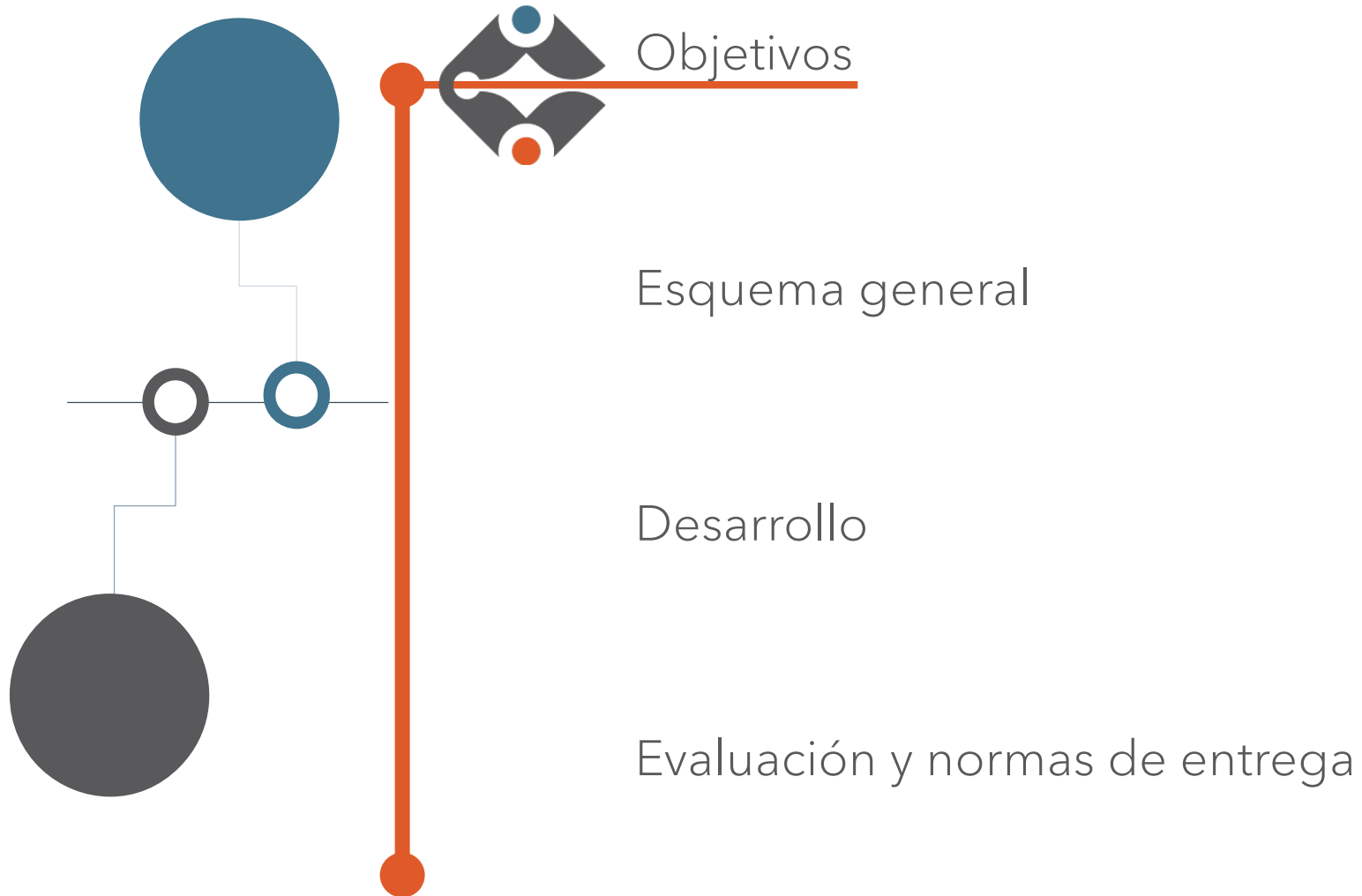


**UNIVERSIDAD  
DE GRANADA**

---



# Índice





# 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.





# Índice





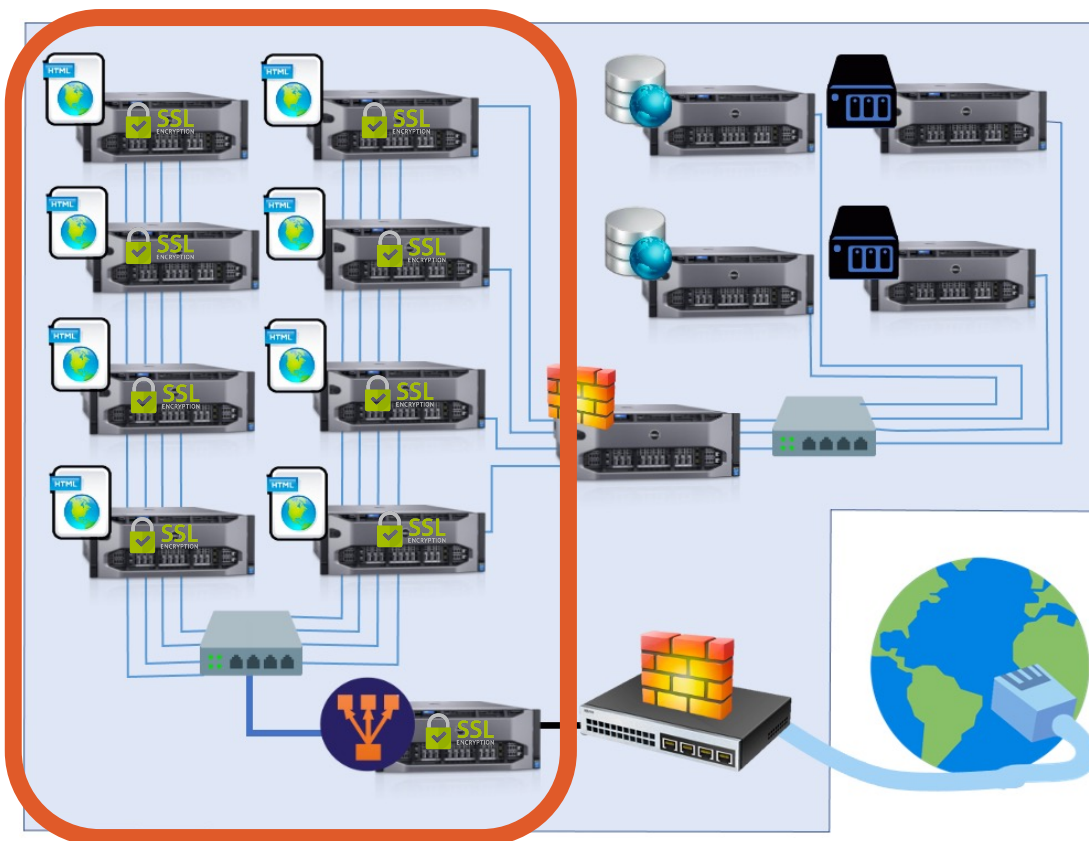
# Esquema general



- 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.

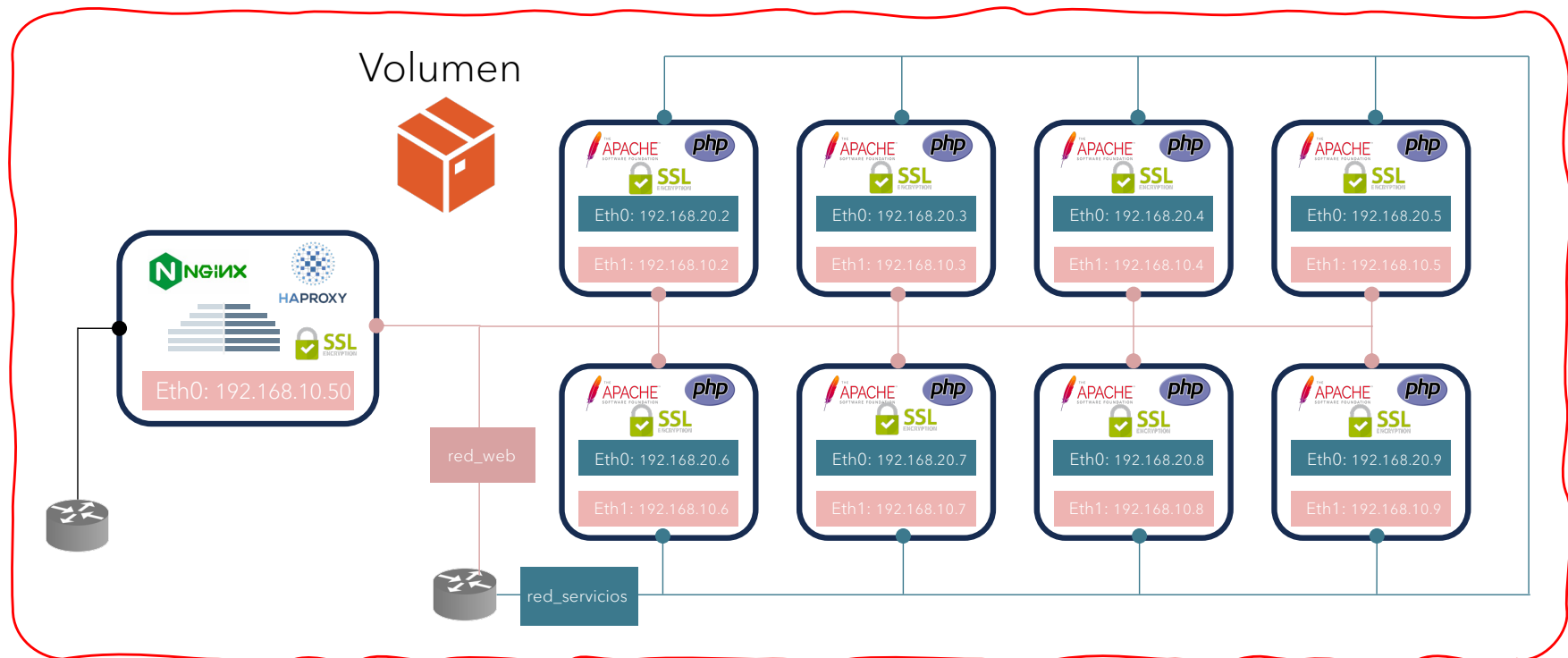




# Esquema general



## Esquema general de la práctica





# Índice





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 usuario\_ugr"*
  - 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 certificac
RUN a2enmod ssl \
    && a2ensite default-ssl \
    && mkdir /etc/apache2/ssl

# Copiar certificado y clave privada
COPY certificados_usuario/certificado_tuusuariougr.crt /etc/apache2/ssl
certificado_tuusuariougr.crt
COPY certificados_usuario/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 tuusuariougr-ssl.conf /etc/apache2/sites-available/tuusuariougr-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_tuusuariougr.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_usuario/certificado_tuusuariougr.crt /etc/nginx/ssl/
certificado_tuusuariougr.crt
COPY certificados_usuario/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.



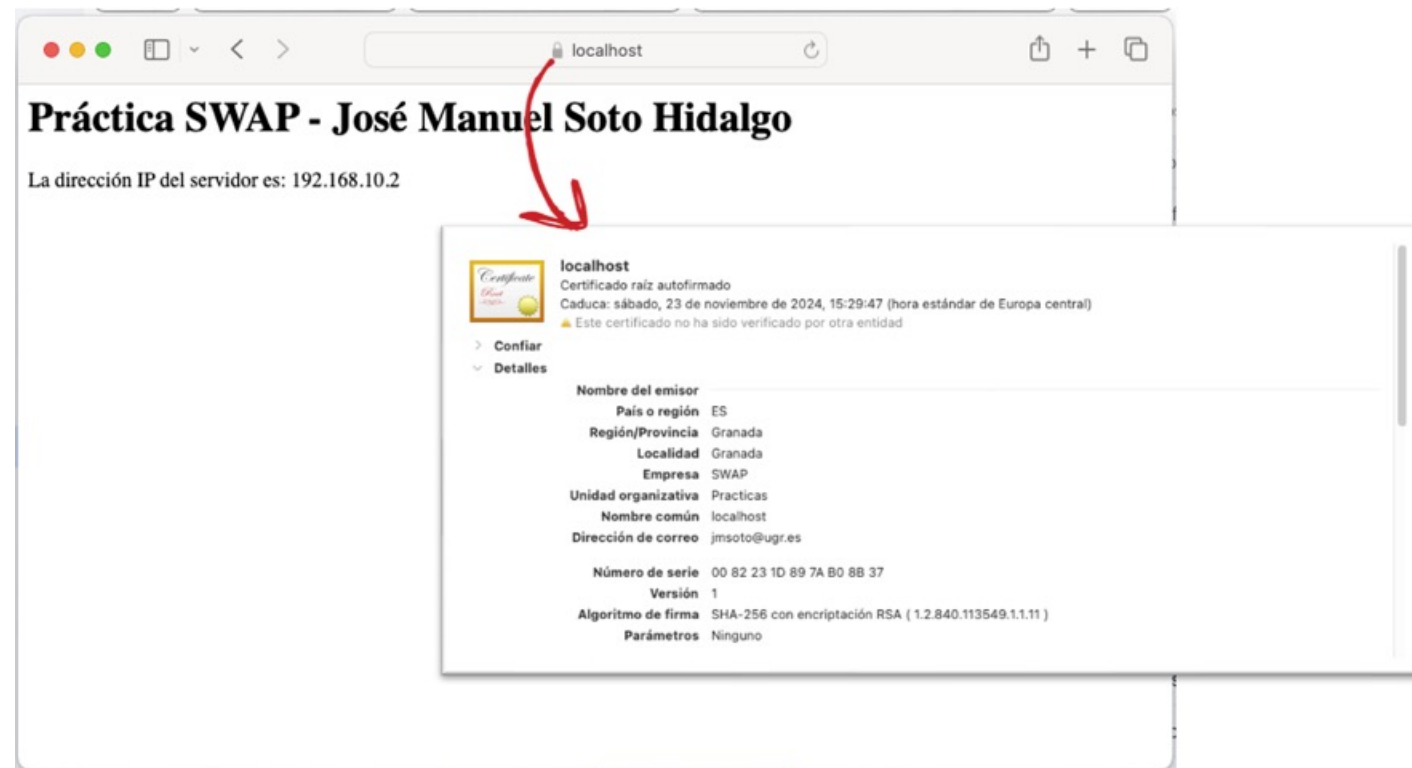


## Parte 5: Verificación y pruebas del escenario con SSL

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





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.







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.*



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 ECDHE, AESGCM, AES256, etc. Justifica la elección de cada uno.





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, así como las configuraciones o soluciones proporcionadas por la IA generativa y las configuraciones o soluciones que finalmente utiliza el estudiante junto con su análisis crítico.

- 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, explicaciones sobre ellas y resultados proporcionados por la IA generativa y un análisis de éstos. 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 y resultados proporcionados por la IA generativa y un análisis de éstos.

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.





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 apartado de la práctica, es **OBLIGATORIO** usar herramientas de IA generativa (ChatGPT, Copilot u otras) y analizar y justificar el resultado que proporciona la herramienta con el resultado final que opta el estudiante.

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.

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**

---