

UNIVERSIDAD DE ALMERÍA

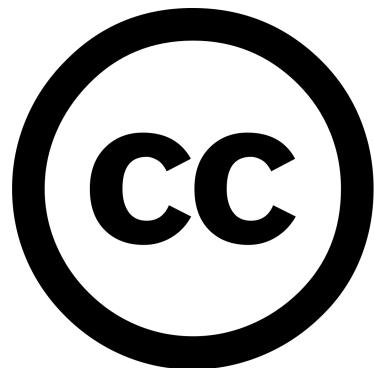
COMPLEMENTO TRABAJO FIN DE GRADO

Utilización de un NIDS para redes SOHO (R-Snort)

Autor: Petrovics, Deian Orlando

Tutor: Gómez López, Julio

Cotutor: Padilla Soriano, Nicolás



Este trabajo está bajo una licencia Creative Commons
Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.

Índice general

Abreviaturas	6
Introducción	8
1 Motivación	9
2 Objetivos	10
3 Fases de la realización y cronograma	11
3.1 Fase 1: Inspiración inicial y propuesta del proyecto (junio-agosto 2024)	11
3.2 Fase 2: Prototipado inicial y pruebas preliminares (septiembre 2024)	11
3.3 Fase 3: Estudio y selección de componentes (enero-febrero 2025)	12
3.4 Fase 4: Desarrollo del sistema R-Snort (enero 2025)	12
3.5 Fase 5: Pruebas de validación y rendimiento (marzo-abril 2025)	12
3.6 Cronograma general	13
4 Estructura y metodología	14
5 Sistemas de Detección de Intrusos	16
5.1 Los sistemas de detección de intrusos	16
5.1.1 Definición y propósito de los IDS	16
5.1.2 Clasificación de los IDS	16
5.1.3 Arquitectura y componentes de un IDS	16
5.1.4 Funcionalidades	17
5.1.5 Ventajas y limitaciones de los IDS	17
5.1.6 Contexto actual	18
5.2 Snort	18
5.2.1 Características principales	18
5.2.2 Arquitectura de Snort	19
5.2.3 Reglas y actualizaciones	19
5.2.4 Personalización y extensibilidad	20
5.2.5 Limitaciones y consideraciones	20
5.3 Necesidades de seguridad en pequeñas redes (SOHO)	20
5.3.1 Amenazas y vulnerabilidades comunes	21
5.3.2 Retos específicos	21
5.3.3 Soluciones adecuadas para redes SOHO	22
5.4 Beneficios y recomendaciones de los sistemas de detección en redes reducidas	22
5.5 Complementos y plugins para Snort	23

6 Utilización de Snort en redes SOHO	25
6.1 Introducción	25
6.2 Especificaciones, características y requisitos	26
6.2.1 Especificaciones de Snort 3	26
6.2.2 Requisitos del sistema	26
6.3 Entorno de trabajo	27
6.3.1 Esquema de red	27
6.3.2 Hardware (Raspberry Pi 5)	28
6.3.3 Software (Snort y sus complementos)	28
6.4 Instalación y personalización de complementos	30
6.4.1 Instalación de Snort V3	30
6.4.2 Instalación de reglas y plugins	45
6.5 Generación de un script para la instalación automática	54
6.5.1 Esquema de red de monitorización con R-SNORT	54
6.5.2 Primera fase del script automático	55
6.5.3 Transición a paquete .deb	58
7 Caso práctico: utilización de R-Snort	61
7.1 Entorno de trabajo	61
7.2 Instalación	61
7.3 Utilización y pruebas	67
7.3.1 Pruebas de validación del funcionamiento	67
7.3.2 Pruebas de rendimiento	72
7.3.3 Pruebas de rendimiento bajo carga masiva	79
8 Resultados	83
8.1 Resumen	84
Conclusiones	85
Trabajo futuro	86
A Anexo A: Repositorio de R-SNORT	91
B Anexo B: Scripts y archivos del instalador R-Snort	95

Abreviaturas

- **APT:** (Advanced Persistent Threat). Amenaza Avanzada Persistente. Suele involucrar ataques dirigidos y prolongados contra objetivos concretos.
- **ClamAV:** Antivirus de código abierto que analiza y detecta archivos maliciosos o infecciones. Se integra como complemento en el proyecto.
- **CPU:** (Central Processing Unit). Unidad central de procesamiento, comúnmente conocida como procesador, encargada de ejecutar instrucciones en un sistema.
- **CSV:** (Comma-Separated Values). Formato de archivo de texto plano que representa datos tabulares separados por comas o puntos y coma.
- **Debian Package (*.deb):** Formato estándar de paquetes en sistemas GNU/Linux basados en Debian/Ubuntu. Facilita la instalación y gestión de software.
- **DoS:** (Denial of Service). Ataque que busca interrumpir el funcionamiento normal de un sistema o red.
- **FTP:** (File Transfer Protocol). Protocolo para la transferencia de archivos en redes IP.
- **GNU/Linux:** Sistema operativo de software libre en el que se basan distribuciones como Ubuntu, Debian, CentOS, etc.
- **HIDS:** (Host Intrusion Detection System). Sistema de Detección de Intrusiones basado en Host, centrado en vigilar el comportamiento interno de un equipo específico.
- **HTTP:** (Hypertext Transfer Protocol). Protocolo de comunicación utilizado en la web para transmitir información entre cliente y servidor.
- **HTTP2:** Segunda versión del protocolo HTTP, optimizada para mayor velocidad y eficiencia.
- **ICMP:** (Internet Control Message Protocol). Protocolo usado para enviar mensajes de error y diagnóstico en redes IP.
- **IDS:** (Intrusion Detection System). Sistema de Detección de Intrusiones (término general). Comprende tanto la detección en host (HIDS) como en red (NIDS).
- **IEC 104:** Protocolo de comunicación utilizado en sistemas de automatización industrial y redes eléctricas.
- **IMAP:** (Internet Message Access Protocol). Protocolo para acceder y gestionar correos electrónicos en servidores remotos.
- **IPS:** (Intrusion Prevention System). Sistema de Prevención de Intrusiones. Además de detectar acciones maliciosas, reacciona automáticamente para bloquearlas.
- **LuaJIT:** Implementación just-in-time (JIT) del lenguaje de scripting Lua, que Snort 3 utiliza para reglas y configuraciones más flexibles.

- **MIME:** (Multipurpose Internet Mail Extensions). Estándar para enviar contenido diverso (como archivos) a través de correos electrónicos.
- **NIDS:** (Network Intrusion Detection System). Sistema de Detección de Intrusiones en Red. Se encarga de monitorear el tráfico que circula por la red en busca de acciones sospechosas o maliciosas.
- **OT:** (Operational Technology). Tecnología usada para controlar procesos físicos en industrias, como sistemas SCADA o PLCs.
- **POP3:** (Post Office Protocol version 3). Protocolo usado para recuperar correos electrónicos desde un servidor.
- **Raspberry Pi (R-Pi):** Máquina de bajo coste y tamaño reducido. Muy popular para proyectos de electrónica, servidores ligeros.
- **R-SNORT:** Adaptación o paquete de Snort diseñado para ejecutarse de forma optimizada en una Raspberry Pi, con funciones específicas para redes SOHO.
- **SIEM:** (Security Information and Event Management). Plataforma que recopila y correlaciona datos de seguridad (logs, alertas, eventos) para proporcionar una visión global y centralizada.
- **SIP:** (Session Initiation Protocol). Protocolo usado principalmente para establecer y controlar sesiones multimedia, como llamadas VoIP.
- **SMB:** (Server Message Block). Protocolo de red para compartir archivos, impresoras y puertos serie entre nodos.
- **Snort:** Herramienta de código abierto usada para la detección de intrusiones en red, muy extendida en el ámbito de la ciberseguridad.
- **SOHO:** (Small Office/Home Office). Redes pequeñas o domésticas, típicas de oficinas y hogares con recursos más limitados que una gran empresa.
- **SSL/TLS:** (Secure Sockets Layer / Transport Layer Security). Protocolos de cifrado que permiten la comunicación segura entre sistemas a través de redes.

Introducción

La dependencia actual del uso de tecnología difiere en gran medida del uso que se le daba hace años. El crecimiento del globalismo, que impulsa la interconexión entre todos nosotros, hace que el conocimiento sobre informática y sus fallos de seguridad se dé a conocer mundialmente, permitiendo a individuos malintencionados aprovechar dichas vulnerabilidades por diversos motivos: económicos, sociales o incluso como competición entre ellos.

Organizaciones de renombre cuentan con los mayores expertos en seguridad informática; sin embargo, las redes domésticas o de pequeñas o medianas empresas no gozan de tal presupuesto, quedando normalmente vulnerables a todo tipo de ataques [1]. Este trabajo propone una solución accesible que permita a entornos más modestos estar protegidos mediante un sistema de detección de intrusos (IDS) basado en herramientas de bajo impacto económico y fácil implementación.

1. Motivación

Desde antes de empezar el grado de Ingeniería Informática me sentía atraído por los entornos sin interfaz gráfica: terminales, comandos... Esto despertó en mí una inclinación hacia la ciberseguridad. Al llegar a la carrera, este gusto por la seguridad informática se ha visto impulsado por asignaturas como Sistemas Operativos, Seguridad Informática, Tecnologías de Acceso a Red, Administración de Redes y Sistemas Operativos, entre otras que también han puesto su grano de arena.

Esto me ha llevado a implementar algunas prácticas en mi propia red doméstica, haciéndome ver lo evidente que es la falta de seguridad y protección de cualquier tipo en los hogares y también en algunas PYMES. Esta realidad me ha hecho tratar de buscar alternativas prácticas y asequibles para menguar esta problemática.

El objetivo principal de este trabajo es llevar la seguridad informática al alcance de quien lo necesite, de forma automatizada y sin la necesidad de un profundo conocimiento técnico para su instalación, haciendo posible que cualquiera pueda defenderse del vasto mundo de Internet. De esta manera nace R-Snort.

2. Objetivos

El objetivo principal de este trabajo es el desarrollo de un sistema automático de instalación de un detector de intrusos personalizado, con los requerimientos generales que puedan tener la amplia mayoría de redes SOHO o PYMES. El nombre del proyecto R-Snort proviene de los dos protagonistas de este sistema: una Raspberry Pi 5 [2] por su bajo coste y eficiencia energética, que será el equipo embebido utilizado —aunque se puede extraer a otras máquinas similares— y Snort [3], el IDS elegido para la tarea de detectar intrusos. Este ha sido seleccionado por ser de código abierto y, en su nueva versión Snort 3, por ser altamente configurable gracias al uso de archivos en formato LUA [4], lo cual lo hace modular y facilita su personalización.

Los objetivos específicos serán:

- **Integración de herramientas complementarias:** Se van a incorporar y configurar plugins, preprocesadores, filtrado de contenido y sistemas antivirus para cubrir las necesidades de seguridad específicas de pequeñas redes.
- **Automatización y portabilidad:** Con el objetivo de hacer un software accesible a todo el mundo, no solo en lo económico, sino también en lo práctico, R-Snort estará disponible para su despliegue automático, teniendo en cuenta las especificaciones del equipo en el que se llevará a cabo la instalación. De esta forma, el usuario no necesitará conocimientos profundos de GNU/Linux ni de redes.
- **Evaluación de efectividad y rendimiento:** Tras el correcto desarrollo e instalación de R-Snort, se realizarán pruebas tanto de rendimiento como de ataques simulados, para comprobar su funcionamiento en condiciones reales, como es una red doméstica.

Este trabajo se enfoca en proporcionar una solución económica, sencilla y eficiente que reforzue la seguridad de redes a menor escala.

3. Fases de la realización y cronograma

Para el desarrollo de R-Snort se ha seguido una estrategia iterativa. Se pretende adaptar todos los recursos disponibles junto con los conocimientos adquiridos a lo largo del grado, entremezclándose con los requerimientos universales que pueda tener una red SOHO. Comenzando con ideas sencillas, R-Snort fue madurando hacia el sistema robusto de detección de intrusos que es ahora.

A continuación, se van a describir las distintas fases del proyecto, desde el concepto inicial hasta el producto actual.

3.1. Fase 1: Inspiración inicial y propuesta del proyecto (julio-agosto 2024)

Durante el verano de 2024 comencé un proyecto personal ajeno a lo académico. Este proyecto plantó, de manera informal, la semilla de lo que sería el proyecto final. Para concretar, se puso en marcha un servidor personal a mi servicio y al de algunos conocidos y amigos, sin ningún objetivo más allá del ocio y entretenimiento. A lo largo del tiempo, iba agregando prácticas de seguridad informática para proteger dicho servidor de ataques indeseables, ya que, al estar conectado a la red de manera pública, no fueron pocos los que trataron de vulnerarlo y acceder a nuestra información privada.

Estas prácticas puestas en marcha, aunque inicialmente rudimentarias, despertaron aún más el interés en explorar mecanismos y formas más eficaces, aplicables a todo tipo de redes.

En septiembre de ese mismo año, tras disipar la abstracción acerca del proyecto final, la idea era clara: perfilar y diseñar un sistema de detección de intrusos basado en Snort, para una red PYME o SOHO, empleando una Raspberry Pi.

3.2. Fase 2: Prototipado inicial y pruebas preliminares (septiembre 2024)

El primer esbozo de R-Snort consistió en un equipo de segunda mano con Ubuntu Server [5], donde se instaló la versión por defecto de Snort que viene en los repositorios oficiales de Ubuntu. Apenas se activaron algunas reglas para comprobar que funcionaba correctamente. Posteriormente, se agregó una base de datos PostgreSQL relacional [6] desplegada en Docker. Esta versión preliminar, si bien contaba con falta de optimización y escalabilidad, ya era capaz de recoger algunos eventos generados por el IDS.

3.3. Fase 3: Estudio y selección de componentes (enero–febrero 2025)

Teniendo en cuenta los requisitos principales, que eran la **eficiencia energética** y de consumo, se analizaron los componentes necesarios para un *entorno de producción realista*. Un gran número de *plugins*, preprocesadores y distintas configuraciones disponibles han sido tenidas en cuenta para posteriormente evaluar las más adecuadas para entornos **SOHO**.

Durante esta fase, y antes de poner en marcha las configuraciones seleccionadas, se descartaron algunas por **incompatibilidades** con la versión de *Snort*. Herramientas como *Barnyard2* [7] y el formato *Unified2* ya no eran compatibles. También se decidió abandonar la versión **3.7 de Snort** debido a errores de *NUMA (Non-Uniform Memory Access)* que dificultaban su instalación automática. Tras ello, se propuso el uso de la versión **Snort 3.1.84.0** [8], más estable para entornos embebidos.

3.4. Fase 4: Desarrollo del sistema R-Snort (enero 2025)

Esta fase supuso la consolidación del proyecto como producto técnico funcional. Se diseñó un sistema modular que permitía instalar Snort 3 de forma completamente automática sobre una *Raspberry Pi*, configurando tanto sus dependencias como los módulos necesarios para su operación además de tener en cuenta la memoria RAM del sistema para la instalación.

3.5. Fase 5: Pruebas de validación y rendimiento (marzo-abril 2025)

Con **R-Snort** ya en funcionamiento, había que probarlo bajo distintos tipos de ataques simulados en una *red doméstica* y ver cómo responde a nivel de **eficiencia**. Se llevaron a cabo varias pruebas y el rendimiento fue evaluado en distintos escenarios, recopilando información sobre el uso de la **CPU, red y memoria**, comparándola con *Snort* activado y desactivado, para posteriormente generar **gráficas ilustrativas** que ayuden al lector a comprender de mejor manera el impacto sobre el equipo que supone *Snort* [9].

3.6. Cronograma general

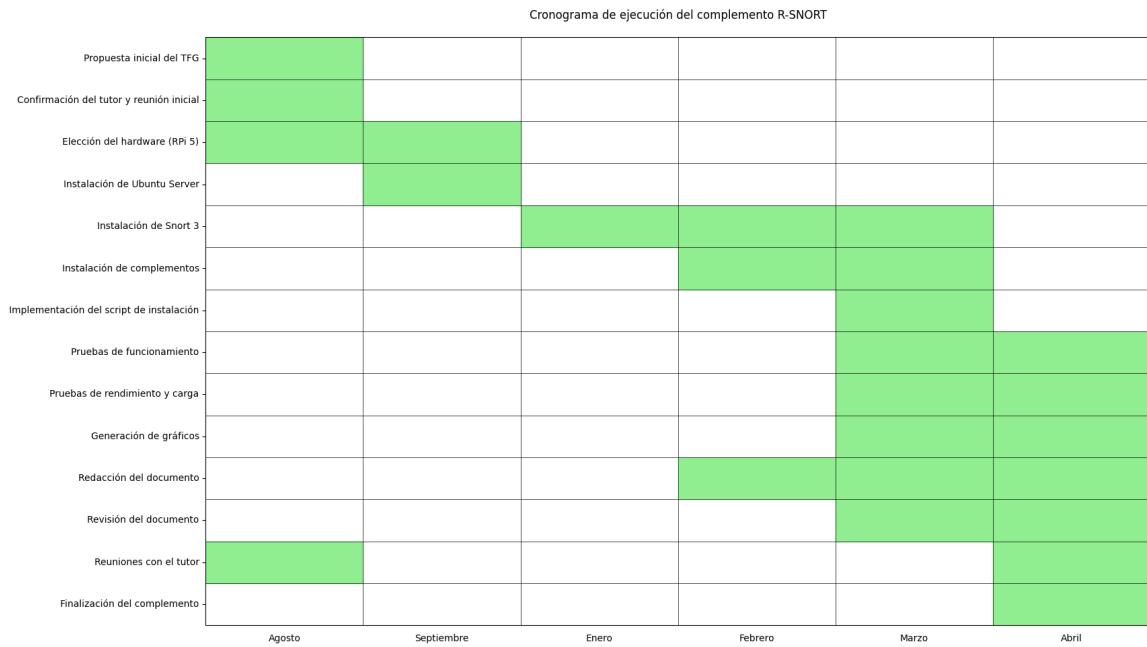


Figura 3.1: Cronograma de las tareas.

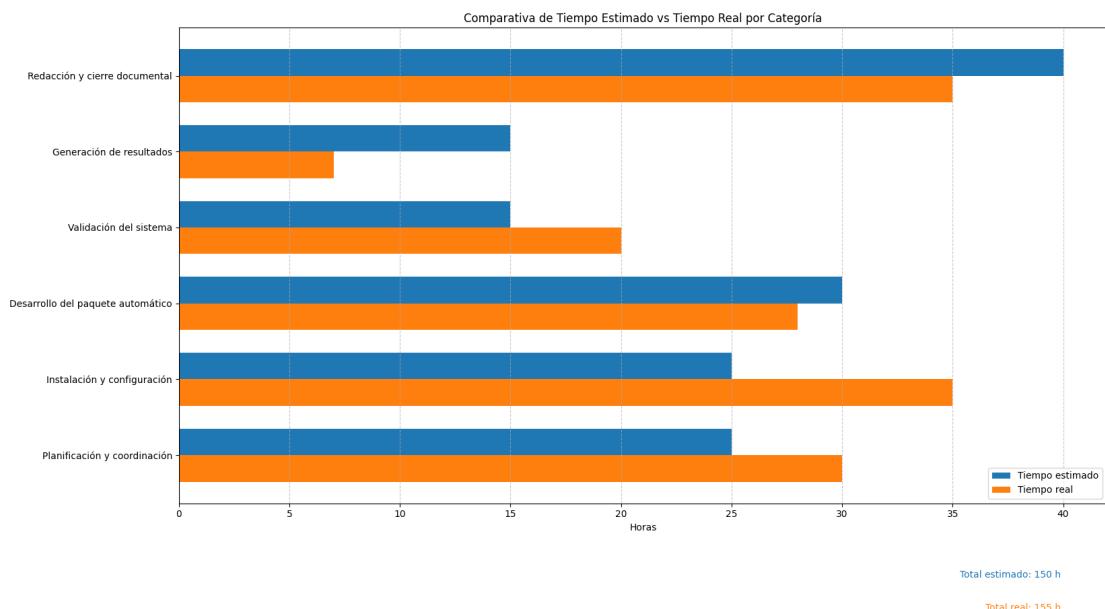


Figura 3.2: Comparación entre el tiempo estimado y el real.

4. Estructura y metodología

El enfoque seguido ha sido principalmente **empírico**, centrado en la construcción de un sistema funcional y su posterior optimización. La metodología puede resumirse en lo siguiente:

- **Iteración y mejora continua:** En lugar de definir de antemano todos los componentes del sistema, se optó por una construcción *modular* e *incremental*. Esto ha permitido corregir errores tempranos, redefinir objetivos parciales y mejorar la **robustez** del sistema progresivamente.
- **Análisis de compatibilidad y adecuación:** Dado que el entorno de ejecución es una *Raspberry Pi* con arquitectura *ARM* y los sistemas en los que se planea el despliegue de este trabajo serán plataformas similares, fue necesario evaluar cuidadosamente la compatibilidad de las versiones de *Snort* y sus dependencias. Este análisis condujo, por ejemplo, a descartar **Snort 3.7** por incompatibilidades con *NUMA* y optar por **Snort 3.1.84** como versión estable.
- **Selección de componentes según el escenario:** Se priorizaron configuraciones, módulos y *plugins* relevantes para proteger redes pequeñas, como las de una oficina doméstica (**SOHO**), descartando funciones innecesarias o incompatibles con *Snort 3*. La selección se basó tanto en documentación oficial como en pruebas reales de rendimiento.
- **Automatización y accesibilidad:** Una parte importante del trabajo se centró en la creación de un sistema de instalación automática, lo más transparente posible para el usuario final. La *modularización* de scripts y la documentación clara fueron el objetivo, pues se espera que el usuario no tenga un conocimiento demasiado técnico. Por ello, se ha tratado de automatizar cada proceso.
- **Evaluación empírica del rendimiento:** Finalmente, el sistema fue sometido a pruebas prácticas, midiendo el consumo de recursos con y sin *Snort* activo. Los resultados fueron procesados mediante herramientas estadísticas y visualizados en forma de **gráficas generadas automáticamente**.

Estructura del documento

El documento se ha dividido en distintos puntos que pretenden ayudar al lector a seguir sin complicación el flujo de trabajo:

- **Capítulos 1 al 4:** Introducen la motivación personal y los objetivos generales, junto con las fases de realización y la estructura del presente documento.
- **Capítulo 5:** Se exponen las principales funcionalidades, ventajas y explicación del comportamiento de los *IDS*; posteriormente, se hace una introducción didáctica a *Snort* como *IDS*.
- **Capítulo 6:** Este punto describe la utilización de un *NIDS* en las redes objetivo. Se muestran las especificaciones de **Snort 3**, los requisitos de su instalación con sus *preprocesadores* y configuración personalizada para **SOHO** [10], junto con la descripción de su transformación a *script* automática para, finalmente, convertirse en un paquete automático *.deb*, que en esencia es el corazón de instalación de **R-Snort**.
- **Capítulo 7:** Casos prácticos de **R-Snort** funcionando en un entorno real como es una *red doméstica*, puesta a prueba y evaluación del rendimiento.
- **Capítulo 8:** Finalizando el proyecto, se discuten los resultados obtenidos durante este trabajo.
- **Conclusiones:** Recoge las pruebas prácticas realizadas sobre el sistema, así como las gráficas de rendimiento obtenidas.
- Además se incluyen un resumen de resultados, conclusiones y anexos con información complementaria.

Esta estructura ha sido cuidadosamente diseñada para poder replicarse y adaptarse a otros entornos, contribuyendo así a la difusión de herramientas de seguridad accesibles.

5. Sistemas de Detección de Intrusos

5.1. Los sistemas de detección de intrusos

El objetivo de esta sección es mostrar una visión general de los Sistemas de Detección de Intrusos (IDS), su importancia en la seguridad informática y cómo encajan en el panorama actual de ciberseguridad.

5.1.1. Definición y propósito de los IDS

Un sistema de **Detección de Intrusos (IDS)** es una herramienta de *ciberseguridad* que monitorea una red en busca de actividades anómalas o algún tipo de violación de políticas de seguridad, tanto del interior de la red como provenientes del exterior [11].

Su principal función es **detectar accesos no autorizados y comportamientos fuera de lo común** que, de alguna manera, puedan comprometer la **confidencialidad, integridad o disponibilidad** de los equipos.

Mientras que un **IDS** se encarga de detectar y alertar sobre posibles intrusiones, un **Sistema de Prevención de Intrusos (IPS)** no solo detecta, sino que también toma medidas para **bloquear o prevenir dichas intrusiones en tiempo real** [12].

5.1.2. Clasificación de los IDS

- **Según su ubicación:**

- **IDS basados en host (HIDS):** Monitorizan y analizan la actividad interna de un sistema individual, revisando *logs*, integridad de archivos y procesos en ejecución.
- **IDS basados en red (NIDS):** Supervisan el tráfico de red en busca de actividades sospechosas, analizando los *paquetes* que circulan por la red para detectar patrones de ataque.

- **Según el tipo de datos que analizan:**

- **Basado en anomalías:** Buscan comportamientos fuera de lo común dentro de un sistema o red que puedan resultar sospechosos o malintencionados [13].
- **Basado en firmas:** Reconocen patrones previamente identificados, mediante bases de datos u otros métodos, para detectar comportamientos que coinciden con ciberataques conocidos o fugas de datos [14].

5.1.3. Arquitectura y componentes de un IDS

Un **IDS** generalmente cuenta con las siguientes partes:

- **Sensores:** Estos son los encargados de capturar los datos provenientes de la red o del propio anfitrión.

- **Analizadores:** Se encargan de analizar y examinar los patrones en los paquetes recibidos en busca de coincidencias con comportamientos anómalos o firmas conocidas.
- **Bases de datos de firmas:** Almacenan patrones de ataques conocidos para la detección basada en firmas.
- **Interfaz de gestión:** Permite a los administradores configurar el sistema, revisar alertas y generar informes.

5.1.4. Funcionalidades

El sistema incorpora una serie de funcionalidades principalmente orientadas a la supervisión continua, la respuesta ante incidentes y la integración con otras herramientas de ciberseguridad.

- **Monitorización en tiempo real:** Está siempre activo con el objetivo de captar cualquier tipo de intrusión de manera inmediata y poder actuar con rapidez.
- **Generación de alertas:** Por cada tipo de intrusión o sospecha, se genera un determinado tipo de alerta con descripciones relevantes para que de un rápido vistazo el administrador encargado pueda tomar acción rápidamente.
- **Registro de eventos:** Se documentan los incidentes ocurridos para posterior análisis forense y cumplimiento normativo, facilitando el trabajo del especialista que se encargue de un determinado ataque.
- **Integración con otros sistemas de seguridad:** Trabaja en conjunto con *cortafuegos*, sistemas de gestión de eventos (**SIEM**), entre otras herramientas, con el objetivo de mejorar la defensa continuamente y estar preparados para amenazas posteriores.

5.1.5. Ventajas y limitaciones de los IDS

Como todo sistema de seguridad, los IDS tienen puntos fuertes y aspectos mejorables. A continuación se resumen sus principales ventajas y limitaciones:

Ventajas

- Permiten detectar amenazas en etapas tempranas, lo que ayuda a responder antes de que causen daños.
- Mejoran la capacidad de reacción ante incidentes de seguridad.
- Facilitan el cumplimiento de normativas y ayudan en el análisis posterior de eventos.

Limitaciones

- Pueden generar falsos positivos o no detectar ciertas amenazas.
- Requieren actualizaciones constantes para seguir siendo efectivos, y algunas opciones automáticas son de pago.
- Suponen un cierto consumo de recursos, aunque esto suele ser aceptable si se prioriza la seguridad.

5.1.6. Contexto actual

Con el incremento de amenazas avanzadas y persistentes (**APT**) [16], los **IDS** deben evolucionar incorporando *inteligencia artificial* y *aprendizaje automático* para mejorar la detección. Además, la integración con sistemas de gestión de información y eventos de seguridad (**SIEM**) es de especial interés para una respuesta coordinada y más eficaz.

Ataques como el gusano *SQL Slammer* en 2003 [17] fueron detectados por *IDS basados en firmas*, mientras que amenazas más sofisticadas, como *Stuxnet* en 2010 [18] [19], requirieron análisis más avanzados para su identificación. Comparaciones entre **HIDS** y **NIDS** en entornos específicos muestran que, aunque los HIDS ofrecen una visión detallada del host, los NIDS proporcionan una perspectiva más amplia del tráfico de red.

5.2. Snort

En esta sección se pretende profundizar en **Snort**[20] como uno de los **NIDS** más populares y versátiles, destacando sus características, funcionamiento y relevancia en entornos de seguridad.

Desarrollado por Martin Roesch en 1998, Snort ha evolucionado hasta convertirse en un estándar en sistemas de detección de intrusiones de código abierto junto con otros detectores de intrusos como Suricata [22]. En 2013, Cisco Systems adquirió Sourcefire, la empresa detrás de Snort, integrándolo en su portafolio de soluciones de seguridad. *Snort* es utilizado en una amplia variedad de escenarios, desde pequeñas oficinas hasta grandes corporaciones y entornos educativos, gracias a su capacidad de adaptación. Puede identificar actividades maliciosas como inyecciones *SQL*, escaneos de puertos y ataques de denegación de servicio (**DoS**), proporcionando alertas en tiempo real para una respuesta rápida. Tiene la capacidad de detectar casi cualquier tipo de actividad sospechosa gracias a las reglas creadas por la comunidad o por el propio administrador del sistema.

5.2.1. Características principales

Snort se distingue por algunas funciones que le permiten adaptarse a distintos escenarios y necesidades. Entre las más destacadas se encuentran:

- **Motor de detección basado en firmas:** utiliza reglas predefinidas para detectar patrones de ataque conocidos.
- **Modos de operación:**
 - **Sniffer:** Captura y muestra los paquetes de red en tiempo real.
 - **Packet Logger:** Guarda los paquetes para analizarlos más adelante.
 - **Network Intrusion Detection (NIDS):** Examina el tráfico de red y lanza alertas si detecta actividad sospechosa.
 - **Network Intrusion Prevention (IPS):** Además de detectar tráfico malicioso, es capaz de bloquear o rechazar automáticamente paquetes peligrosos en tiempo real para prevenir intrusiones.

5.2.2. Arquitectura de Snort

El funcionamiento de Snort se basa en una arquitectura modular, donde cada componente cumple un papel específico dentro del proceso de detección. Sus principales elementos son:

- **Preprocesadores:** Adaptan el tráfico para su análisis, resolviendo fragmentaciones y otros detalles técnicos.
- **Motor de detección:** Compara el tráfico con las reglas definidas para identificar amenazas.
- **Plugins de salida:** Se encargan de registrar o enviar las alertas generadas, ya sea a archivos, bases de datos o servicios como syslog.

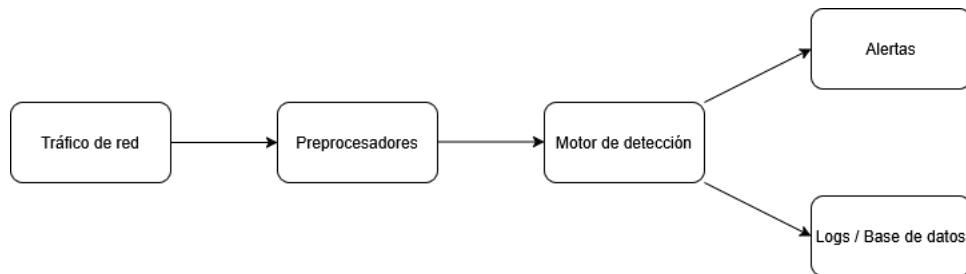


Figura 5.1: Arquitectura del funcionamiento de Snort.

5.2.3. Reglas y actualizaciones

Estructura de una regla de Snort

Una regla típica de **Snort** se compone de dos partes principales: el **encabezado** y las **opciones** [21]. Por un lado, el encabezado define la acción a tomar (por ejemplo, alertar), el protocolo, las direcciones IP de origen y destino, y los puertos. Las opciones especifican condiciones adicionales, como patrones de contenido a buscar, mensajes de alerta y otros parámetros.

```
alert tcp any any -> 192.168.1.0/24 80 (msg:"Possible acceso HTTP";
content:"GET"; sid:1000001; rev:1;)
```

Esta regla genera una alerta si se detecta una conexión TCP desde cualquier origen hacia la red 192.168.1.0/24 en el puerto 80, y si el contenido del paquete contiene la cadena "GET", típica de una solicitud HTTP. El campo `msg` define el mensaje de alerta, mientras que `sid` y `rev` son identificadores únicos para gestión y versiones.

Tipos de reglas

Snort utiliza distintos conjuntos de reglas que varían en disponibilidad, frecuencia de actualización y nivel de protección. Los tipos principales son:

- **Community Rules:** Reglas creadas y mantenidas por la comunidad de usuarios de *Snort*, disponibles de forma gratuita bajo la licencia *GPLv2*.
- **Registered Rules:** Proporcionadas por *Cisco Talos*, disponibles para usuarios registrados, aunque con un retraso de 30 días respecto al lanzamiento para suscriptores.

- **Subscriber Rules:** Reglas actualizadas en tiempo real, pensadas para usuarios de pago. Ofrecen protección frente a amenazas emergentes sin retrasos [23] (*no usadas en este proyecto*).

Gestión de reglas

Herramientas como *PulledPork* y *Oinkmaster* facilitan la descarga, actualización y gestión de las reglas de *Snort*, automatizando procesos y asegurando que el sistema esté protegido contra las últimas amenazas.

5.2.4. Personalización y extensibilidad

Creación de reglas personalizadas

Los administradores pueden desarrollar reglas específicas adaptadas a las necesidades particulares de su entorno, permitiendo una detección más precisa de amenazas relevantes para su organización.

Uso de variables y listas

Snort permite definir variables para representar direcciones IP, rangos de puertos y otras configuraciones, facilitando la gestión y actualización de las reglas.

Integración con otros sistemas

Snort puede integrarse con herramientas como *Barnyard2*, *Snorby* y *Sguil* para mejorar la gestión de alertas, análisis de eventos y generación de informes.

5.2.5. Limitaciones y consideraciones

Rendimiento en redes de alta velocidad

En entornos con tráfico de red intenso, es una necesidad prioritaria contar con **hardware adecuado** y una **configuración óptima** para asegurar que *Snort* funcione correctamente sin afectar el rendimiento del sistema.

Gestión de falsos positivos

La tarea de ajustar y afinar las reglas para minimizar las alertas falsas es prioritaria, evitando así una sobrecarga de información y permitiendo a los administradores centrarse en amenazas reales.

5.3. Necesidades de seguridad en pequeñas redes (SOHO)

Se pretende analizar las necesidades específicas de seguridad en redes pequeñas, como oficinas domésticas o pequeñas empresas (**SOHO**), y cómo soluciones como *Snort* pueden ser implementadas eficientemente.

Las redes **SOHO** suelen estar compuestas por un número reducido de dispositivos y recursos limitados, y a menudo carecen de personal especializado en *TI*. A pesar de su tamaño, estas redes juegan un papel importante para la economía y requieren medidas de seguridad adecuadas [24].

5.3.1. Amenazas y vulnerabilidades comunes

Toda red, por pequeña que sea, está expuesta a distintos tipos de amenazas. Algunas vienen del exterior, otras desde dentro, y muchas están relacionadas con dispositivos mal configurados. A continuación se describen las más relevantes:

Amenazas externas

Incluyen el uso de *malware*, ataques de *phishing* y fuerza bruta contra servicios accesibles desde Internet.

Amenazas internas

Pueden deberse a un mal uso de los recursos, conexiones inseguras desde dispositivos personales o la falta de normas claras sobre seguridad en la red.

Dispositivos IoT

El crecimiento del número de dispositivos conectados (como cámaras, sensores o dispositivos *wearables*) supone un riesgo añadido. Entre los problemas más frecuentes se encuentran:

- Uso de credenciales por defecto que no pueden cambiarse.
- Comunicación sin cifrado, como en versiones inseguras de MQTT.
- Falta de actualizaciones o mantenimiento del firmware [25].

Una solución práctica es implementar segmentación de red mediante VLANs para aislar estos dispositivos, combinado con reglas específicas en *Snort 3* para monitorizar tráfico en puertos comunes IoT (ej: 1883 para MQTT, 5683 para CoAP).

5.3.2. Retos específicos

Limitaciones de recursos

Al tratarse de una solución orientada a entornos pequeños, optimizar el consumo de recursos pertenece a la lista de objetivos principales. Para ello, se aplican medidas como:

- Uso de hardware eficiente como la *Raspberry Pi 5*, con un consumo inferior a 10W.
- Empleo de reglas gratuitas, como las de *Emerging Threats Open*.
- Configuraciones predefinidas en *Snort 3* enfocadas a detectar amenazas críticas.

Además, la versión 3 de Snort introduce un motor multi-hilo que mejora el rendimiento en sistemas con pocos recursos, gracias a un procesamiento más selectivo del tráfico [26].

Conectividad constante

Estrategias de mitigación:

- Inspección de tráfico VPN (*WireGuard/OpenVPN*) mediante preprocesadores de *Snort*.
- Reglas específicas para detección de ataques a servicios RDP/SSH.
- Integración con sistemas de autenticación multifactor para acceso remoto.

5.3.3. Soluciones adecuadas para redes SOHO

En entornos pequeños o domésticos, la seguridad debe abordarse por capas. A continuación se describe lo que debería incluir una posible configuración mínima:

- Cortafuegos basado en *iptables* con políticas restrictivas por defecto.
- Integración de un *antivirus de red*, como *ClamAV*, para inspeccionar tráfico sospechoso.
- Mecanismos de actualización automática mediante repositorios firmados digitalmente.

Las pequeñas oficinas o entornos domésticos SOHO suelen contar con presupuestos limitados y pocos recursos técnicos. En estos casos, el uso de soluciones de código abierto es una alternativa muy viable por su bajo coste y flexibilidad.

Herramientas de código abierto

Optar por software libre tiene múltiples beneficios:

- **Comunidades activas** que mantienen más de 500 reglas actualizadas mensualmente en herramientas como *Snort*.
- **Compatibilidad multiplataforma**, lo que facilita su uso en distintos dispositivos y sistemas operativos.
- **Auditoría del código fuente**, que permite identificar vulnerabilidades o errores de seguridad antes de que sean explotados.

Dispositivos de bajo coste

Una solución económica y funcional puede construirse sobre una *Raspberry Pi 5* con:

- Un sistema operativo seguro, como *Ubuntu Server LTS*, *Raspbian OS* o *Debian*.
- Supervisión de parámetros físicos: temperatura, voltaje y consumo energético.

5.4. Beneficios y recomendaciones de los sistemas de detección en redes reducidas

Implementar un sistema de detección en redes pequeñas ofrece múltiples ventajas:

- **Identificación preventiva de riesgos:** La monitorización continua permite detectar comportamientos sospechosos a tiempo, mejorando la capacidad de respuesta.

- **Análisis del tráfico de red:** Facilita auditorías internas al observar cómo se comunican los dispositivos entre sí, ayudando a detectar puntos débiles.
- **Cumplimiento de normativas de seguridad:** Aporta trazabilidad y evidencia para cumplir con protocolos básicos de protección de datos.

Por otro lado para mejorar la seguridad general en redes pequeñas, se recomienda adoptar las siguientes medidas:

- **Autenticación reforzada:** Emplear contraseñas robustas, que incluyan símbolos, números, mayúsculas y minúsculas, y actualizarlas periódicamente. Evitar datos personales o corporativos.
- **Segmentación de red:** Dividir la red en zonas lógicas para contener posibles incidentes y limitar la propagación en caso de intrusión.
- **Copias de seguridad:** Automatizar el respaldo de datos críticos para garantizar su recuperación ante fallos o ataques.
- **Monitorización y detección de intrusos:** Implementar sistemas que permitan vigilar el tráfico de red y detectar actividades anómalas en tiempo real. El uso de un IDS (Sistema de Detección de Intrusos) constituye una defensa activa en redes SOHO. Como ejemplo, *Snort 3* ofrece funciones de inspección profunda de paquetes, entre las que se incluyen la detección de patrones en protocolos de aplicación (HTTP, DNS, FTP), y el soporte nativo para formatos modernos como *JSON* y *HTTP/2*.

5.5. Complementos y plugins para Snort

Snort 3 adopta una arquitectura modular que permite activar o desactivar complementos según las necesidades de cada entorno. Esto resulta especialmente útil en entornos de recursos limitados como una Raspberry Pi (o cualquier otro sistema similar), donde es necesario encontrar un equilibrio entre capacidad de inspección y rendimiento. En el caso de R-SNORT, se han seleccionado e integrado los módulos más relevantes para proteger la red de una PYME sin comprometer la estabilidad del sistema.

A continuación, se detallan los complementos activados y configurados en el archivo, agrupados por su funcionalidad:

- **Inspección de protocolos a nivel de aplicación: R-SNORT** incorpora múltiples plugins para analizar protocolos de red en profundidad. Entre ellos destacan:
 - **HTTP y HTTP2 (`http_inspect`):** Permiten la inspección completa de peticiones y respuestas, incluyendo cabeceras, URIs y cuerpos comprimidos, así como la detección de estructuras anómalas como cabeceras sobredimensionadas o URIs malformadas.
 - **DNS, SMTP, FTP, SSH, SIP, Telnet, POP3, IMAP, SSL/TLS:** Cada uno gestionado por su módulo correspondiente, para detectar comportamientos sospechosos y ataques comunes como *exfiltración de datos*, *tunneling* o abuso de protocolos.

- **Inspección de flujos y reensamblado:** La configuración activa los módulos modernos de **Snort 3** para gestionar flujos de red:
 - **Stream IP y Stream TCP:** Sustituyen a los antiguos `frag3` y `stream5`. Se encargan del reensamblado de fragmentos IP y sesiones TCP, previniendo técnicas de evasión mediante solapamiento de paquetes o sesiones incompletas.
 - **Configuraciones de timeout, solapamientos, fragmentos pequeños y límites de sesión:** Estos parámetros han sido ajustados específicamente para mantener un buen rendimiento en entornos embebidos, sin comprometer la seguridad.
- **Reputación IP y listas negras (reputation):** **R-SNORT** integra un sistema de reputación básico que permite bloquear IPs listadas en un archivo de tipo `blocklist.rules`. Esta funcionalidad es útil para prevenir conexiones hacia o desde dominios maliciosos previamente identificados.
- **Soporte para protocolos industriales:** Aunque no todos están activos simultáneamente, el sistema tiene soporte habilitado para protocolos comunes en entornos industriales como Modbus, DNP3, S7CommPlus, CIP o IEC 104. Esto permitiría adaptar **R-SNORT** a una red *OT* (*Operational Technology*) con muy pocos cambios.
- **Integración con antivirus (ClamAV):** Aunque no se encuentra directamente gestionado desde el archivo de configuración de Snort, el sistema está preparado para trabajar conjuntamente con **ClamAV** mediante scripts de análisis de tráfico o detección de amenazas basada en archivos. Esta funcionalidad complementa a Snort para detectar *malware* en transmisiones de red.
- **Inspección de tráfico cifrado y evasión SSL (ssl):** El módulo de SSL permite detectar y registrar ciertos ataques conocidos como *Heartbleed*, estableciendo límites de tamaño en los mensajes heartbeat y controlando el comportamiento anómalo de certificados.
- **Inspección de archivos y tipos MIME:** Aunque se ha desactivado la descompresión de formatos complejos como PDF o ZIP por motivos de rendimiento, el sistema conserva capacidades básicas de inspección de archivos mediante los módulos `file_id` y `file_policy`, útiles para reglas que dependan del tipo de archivo transmitido.

Cabe destacar que **Snort 3** ya no utiliza el formato de salida `Unified2`, por lo que herramientas como **Barnyard2** no son compatibles [27]. En su lugar, **R-SNORT** se apoya en registros en texto plano y en el análisis posterior mediante un sistema de visualización web personalizado.

6. Utilización de Snort en redes SOHO

6.1. Introducción

Un Sistema de Detección de Intrusos en la Red (NIDS, por sus siglas en inglés) es una herramienta de seguridad que permite la monitorización del tráfico en busca de actividades sospechosas o ataques que coincidan con patrones conocidos. En el contexto de pequeñas redes, como las de hogares o pequeñas oficinas (SOHO), un NIDS puede representar una primera línea de defensa sin recurrir a costosas soluciones empresariales, favoreciendo así una ciberseguridad asequible para PYMES y usuarios particulares.

En este proyecto se ha desarrollado e instalado R-Snort, una solución basada en Snort versión 3 junto con varios complementos, sobre una Raspberry Pi 5 con Ubuntu Server. Esta plataforma de bajo consumo y coste reducido ha demostrado ser suficientemente robusta para tareas avanzadas de inspección de tráfico, gracias a mecanismos como el *port mirroring*, el uso del modo promiscuo y su despliegue como servicios. La construcción modular del sistema y su empaquetado en formato .deb han permitido una instalación automatizada, simplificando su adopción incluso por usuarios con escasos conocimientos técnicos.

Durante las pruebas realizadas, se ha observado que el impacto en el rendimiento del sistema es bajo y controlado. Mediante herramientas profesionales de monitorización como pmchart, se han obtenido gráficas que reflejan un uso moderado de la CPU y la memoria, así como un aumento predecible en la escritura de disco en función de la actividad de red. Bajo condiciones normales, el sistema permanece mayoritariamente inactivo, con una actividad mínima centrada en el análisis de paquetes y la generación de logs. En escenarios de tráfico masivo inducido con iperf3, Snort mostró un comportamiento estable, con un incremento visible en la carga del sistema, pero sin llegar a comprometer su operatividad ni generar cuellos de botella críticos.

En cuanto a la detección, R-Snort logró identificar múltiples tipos de tráfico potencialmente malicioso, incluyendo escaneos de puertos, anomalías en protocolos como ICMP y DNS, así como transmisiones de datos sensibles. Las alertas generadas fueron coherentes con las reglas definidas, tanto comunitarias como personalizadas. Aunque las pruebas se realizaron en un entorno controlado, los resultados obtenidos permiten anticipar una buena capacidad de detección en redes reales, siempre que se realicen los ajustes oportunos a las reglas y umbrales de alerta.

Finalmente, se ha puesto especial énfasis en la usabilidad y el mantenimiento del sistema. La experiencia de usuario ha sido positiva gracias a un instalador modular, claro y autónomo, que permite desplegar R-Snort sin necesidad de configuraciones manuales complejas. Esta accesibilidad ha sido un objetivo clave para facilitar su implementación en entornos SOHO, donde no siempre se cuenta con personal técnico especializado.

En conjunto, este trabajo demuestra que trasladar capacidades de detección de intrusos a dispositivos compactos y asequibles no solo es viable, sino también eficaz, contribuyendo a

democratizar la seguridad en redes domésticas y de pequeña escala.

6.2. Especificaciones, características y requisitos

6.2.1. Especificaciones de Snort 3

Snort 3 es una versión mejorada de su predecesor, con una arquitectura modular y mejoras significativas en rendimiento y configuración. Algunas de sus características incluyen:

- **Arquitectura modular:** Permite una configuración flexible y personalizable apoyada por una gran cantidad de documentación.
- **Mejoras en rendimiento:** Optimizaciones en el motor de detección para un procesamiento más eficiente.
- **Soporte para multihilo:** Permite el uso de múltiples procesadores para mejorar el rendimiento en sistemas modernos.
- **Reglas en Lua:** Facilita una configuración más avanzada y personalizable.
- **Integración con DAQ (Data Acquisition Library):** Ofrece opciones flexibles para la captura de paquetes en la red.
- **Compatibilidad con reglas de Snort 2:** Permite utilizar reglas preexistentes.

6.2.2. Requisitos del sistema

Para garantizar el correcto funcionamiento de Snort en su versión 3, especialmente en entornos donde se emplean múltiples preprocesadores como *daq*, *appid*, *file_inspect*, *http_inspect* o el preprocesador *SSL/TLS* entre otros, es importante que el sistema anfitrión cumpla con una serie de requisitos mínimos. No obstante, se recomienda ir más allá de estas especificaciones si se desea un rendimiento fluido y una capacidad de respuesta adecuada ante flujos de tráfico moderados o elevados.

A continuación, se detallan los requisitos mínimos y recomendados para la instalación y operación estable de Snort 3.1.84, especialmente en entornos de tipo laboratorio o pequeñas redes empresariales.

Requisitos mínimos

- **Sistema operativo:** Linux (preferiblemente Ubuntu Server 20.04 LTS o superior, o CentOS 7+, Debian)
- **Arquitectura:** x86_64 o ARMv8 (Raspberry Pi compatible, con limitaciones)
- **CPU:** Procesador de 2 núcleos a 1.5 GHz
- **Memoria RAM:** 2 GB
- **Almacenamiento libre:** 4 GB
- **Conectividad de red:** Interfaz Ethernet o Wi-Fi dedicada

- **Dependencias básicas:** CMake (3.5+), GCC (6.0+), libpcap-dev, libpcre, zlib, OpenSSL, LuaJIT, libdnet, entre otros.

Requisitos recomendados

- **Sistema operativo:** Ubuntu Server 22.04 LTS
- **CPU:** 4 núcleos a 2.5 GHz o superior
- **Memoria RAM:** 8 GB
- **Almacenamiento libre:** 20 GB
- **Interfaz de red dedicada:** Tarjeta de red exclusiva en modo promiscuo
- **Extra:** Desactivar NUMA en arquitecturas embebidas como Raspberry Pi.

6.3. Entorno de trabajo

El entorno de trabajo define los componentes físicos y lógicos involucrados en la implementación del NIDS con Snort 3. Para estructurar este apartado, se consideran los siguientes elementos:

6.3.1. Esquema de red

El esquema de red presente en el desarrollo del trabajo está compuesto por un **router doméstico**, un **switch gestionable** que permite *port mirroring* hacia el puerto de **R-SNORT**. De esta manera, no se produce latencia ya que no es necesario interponer el proyecto entre la red local de máquinas y el router, desarrollándose así las comunicaciones con la fluidez habitual del sistema, junto a otros dos equipos que más adelante servirán para las pruebas de **detección de intrusos** y de **rendimiento**. La **Raspberry Pi** cuenta con dos interfaces *ethernet*: la interfaz `enxc8a362b4a702`, proporcionada por un adaptador externo, será la encargada de recoger el **tráfico total de la red**, y la interfaz predeterminada `eth0`, que será la encargada de suministrar **acceso a internet** a la Raspberry Pi.

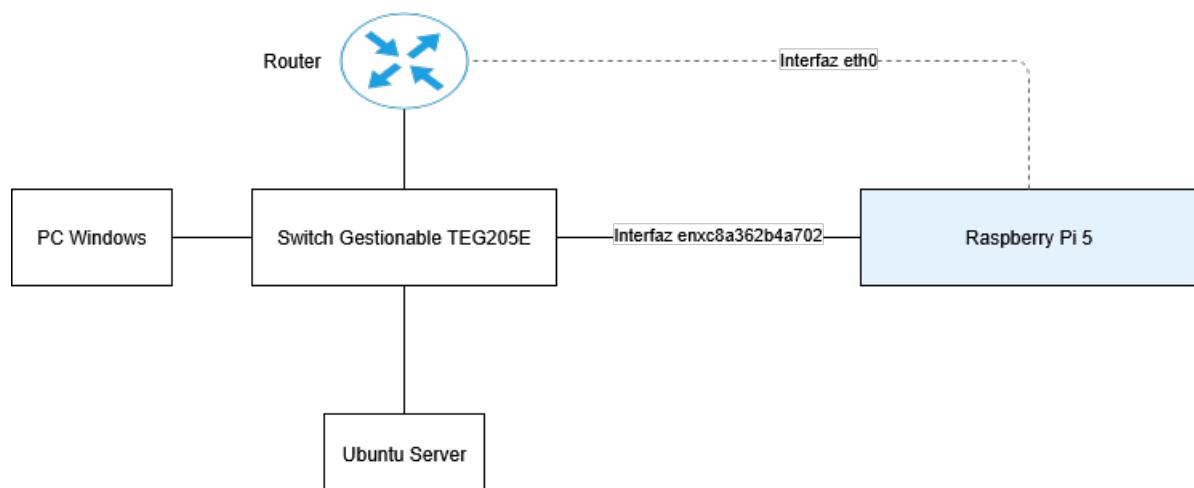


Figura 6.1: Esquema de red real del proyecto.

Descripción del esquema

La red está compuesta por:

- Un **switch gestionable** (modelo Tenda TEG205E) con capacidad de *Port Mirroring*.
- Dos dispositivos cliente conectados a los puertos 2 y 3 del switch: un ordenador con **Windows** y una máquina con **Ubuntu Server**.
- Un **router doméstico** conectado al puerto 1 del switch, encargado de proporcionar acceso a Internet.
- Una **Raspberry Pi 5** equipada con dos interfaces de red Ethernet:
 - eth0: Conectada directamente al router, proporciona conectividad a Internet para la propia Raspberry Pi.
 - enxc8a362b4a702: Conectada al puerto 4 del switch, el cual está configurado como puerto espejo.

6.3.2. Hardware (Raspberry Pi 5)

La **Raspberry Pi 5** se utiliza como base para la implementación del *NIDS* debido a su bajo consumo energético y su potencia suficiente para analizar tráfico de red en pequeños entornos. Sus características principales incluyen:

- **CPU:** ARM Cortex-A76 (4 núcleos a 2.4 GHz)
- **GPU:** VideoCore VII
- **RAM:** Modelos de 8 GB LPDDR4X
- **Conectividad:**
 - 2 puertos USB 3.0
 - 2 puertos USB 2.0
 - 1 puerto Ethernet Gigabit
 - WiFi 802.11ac y Bluetooth 5.0 (*deshabilitados por seguridad*)
- **Almacenamiento:**
 - MicroSD de 32 GB
 - Soporte para SSD a través de USB 3.0

6.3.3. Software (Snort y sus complementos)

Snort 3 es un sistema de prevención y detección de intrusos en la red (*NIDS/NIPS*) que introduce una serie de mejoras significativas sobre sus versiones anteriores, incluyendo mayor eficiencia, modularidad y una arquitectura basada en plugins. Estas mejoras hacen que **Snort 3** sea más *adaptable, eficiente y personalizable* [28].

Comparación con Snort 2

Snort 3 introduce una serie de mejoras sobre Snort 2:

- Configuración más flexible y simplificada.
- Mayor rendimiento gracias al uso de múltiples hilos.
- Soporte para más de 200 plugins que permiten ampliar su funcionalidad.
- Sistema de reglas más eficiente y simplificado.
- Mejora en la detección de amenazas emergentes y reducción de falsos positivos.

Plugins y complementos utilizados

Para potenciar las capacidades de detección de **Snort 3** en este proyecto, se han seleccionado los siguientes *preprocesadores* y herramientas adicionales:

- **HTTP Inspect:** Analiza tráfico HTTP/HTTPS para detectar ataques *SQL/XSS* e irregularidades en los encabezados.
- **SSL/TLS:** Inspecciona metadatos del tráfico cifrado y detecta conexiones sospechosas o anómalas.
- **Stream IP:** Ensambla paquetes IP fragmentados para detectar intentos de evasión.
- **Stream TCP:** Reensambla flujos TCP/UDP para un análisis más preciso.
- **Reputation Preprocessor:** Bloquea tráfico de fuentes maliciosas basado en listas de reputación.
- **Conjunto de reglas de datos sensibles:** Detecta información sensible como números de tarjetas de crédito o credenciales expuestas.
- **ClamAV:** Sistema antivirus de código abierto que complementa la detección de amenazas de Snort con análisis basado en firmas.

6.4. Instalación y personalización de complementos

6.4.1. Instalación de Snort V3

Preparación del entorno

El desarrollo de lo que será **R-SNORT** empezará con la instalación de **Snort** [29] mismo en su versión actual. Para ello, es buena práctica actualizar los repositorios y el equipo mediante un update y un upgrade antes de comenzar la instalación. Una vez hecho esto, empezaremos con la instalación de las distintas librerías y dependencias de **Snort V3**.

```
1 $ sudo apt-get update && sudo apt-get upgrade -y
```

Instalación y configuración de **libdnet**

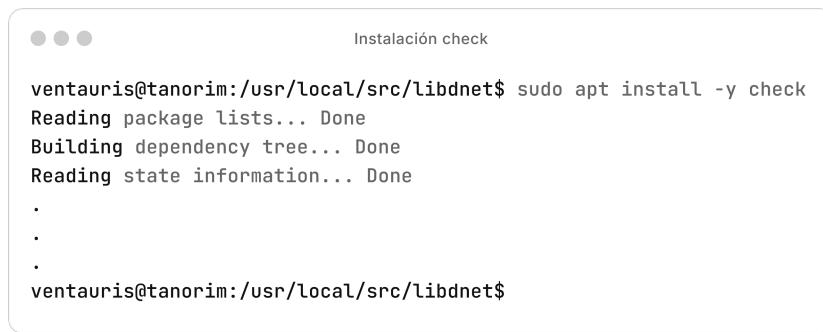
Primero, instalamos un par de herramientas necesarias (`libtool` y `autoconf`) para compilar Snort 3. Luego, nos movemos al directorio `/usr/local/src` y clonamos el repositorio de `libdnet` desde GitHub, que es una librería importante para que Snort funcione correctamente. Finalmente, entramos en el directorio `libdnet` para seguir con la instalación.

The screenshot shows a terminal window titled "Instalación libdnet". The terminal output is as follows:

```
ventauris@tanorim:~$ sudo apt install -y libtool autoconf
Reading package lists... Done
Building dependency tree... Done
Reading state information... Done
libtool is already the newest version (2.4.7-7build1).
autoconf is already the newest version (2.71-3).
0 upgraded, 0 newly installed, 0 to remove and 0 not upgraded.
ventauris@tanorim:~$ cd /usr/local/src
ventauris@tanorim:/usr/local/src$ sudo git clone https://github.com/dugsong/libdnet.git
Cloning into 'libdnet'...
remote: Enumerating objects: 4404, done.
remote: Counting objects: 100% (550/550), done.
remote: Compressing objects: 100% (236/236), done.
remote: Total 4404 (delta 348), reused 486 (delta 312), pack-reused 3854 (from 1)
Receiving objects: 100% (4404/4404), 2.86 MiB | 6.67 MiB/s, done.
Resolving deltas: 100% (3221/3221), done.
ventauris@tanorim:/usr/local/src$ cd libdnet
ventauris@tanorim:/usr/local/src/libdnet$
```

Figura 6.2: Instalando dependencias necesarias.

A continuación, el paquete check es instalado. Esta herramienta servirá principalmente para ejecutar algunas pruebas en C. Es un requisito para poder compilar libdnet correctamente. Gracias a estas preparaciones, estamos configurando el entorno para la correcta compilación de Snort.



```
● ● ● Instalación check

ventauris@tanorim:/usr/local/src/libdnet$ sudo apt install -y check
Reading package lists... Done
Building dependency tree... Done
Reading state information... Done
.
.
.

ventauris@tanorim:/usr/local/src/libdnet$
```

Figura 6.3: Instalando dependencia check.

La ejecución de `./configure` prepara el entorno para la compilación de libdnet, dependencia fundamental para el correcto funcionamiento del desarrollo posterior y de Snort. Su funcionamiento consiste en la revisión del sistema, verifica dependencias y configura los archivos necesarios para compilar código correctamente.



```
● ● ● Instalación check

ventauris@tanorim:/usr/local/src/libdnet$ sudo ./configure
checking for a BSD-compatible install... /usr/bin/install -c
checking whether build environment is sane... yes
checking for a race-free mkdir -p... /usr/bin/mkdir -p
checking for gawk... gawk
.
.

ventauris@tanorim:/usr/local/src/libdnet$
```

Figura 6.4: Configurando libdnet antes de la compilación.

Llevamos a cabo la compilación de libdnet mediante sudo make; este comando convierte el código fuente de la dependencia en un ejecutable con bibliotecas a disposición para la instalación. Recorre los directorios del proyecto asegurándose de que todos los archivos necesarios sean procesados.

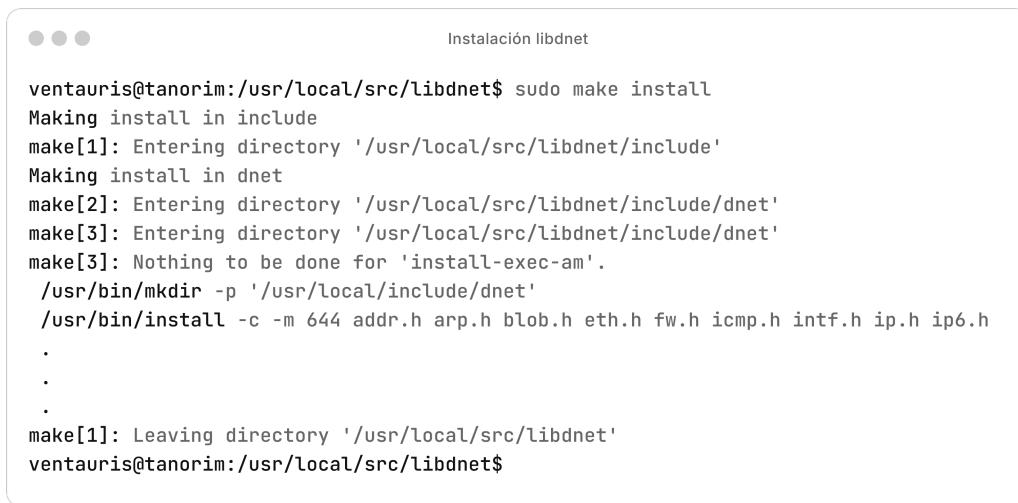


The screenshot shows a terminal window titled "Instalación check". The command entered was "sudo make". The output of the compilation process is displayed below:

```
ventauris@tanorim:/usr/local/src/libdnet$ sudo make
Making all in include
make[1]: Entering directory '/usr/local/src/libdnet/include'
make  all-recursive
make[2]: Entering directory '/usr/local/src/libdnet/include'
make[3]: Entering directory '/usr/local/src/libdnet/include/dnet'
make[3]: Nothing to be done for 'all'.
make[3]: Leaving directory '/usr/local/src/libdnet/include/dnet'
make[3]: Entering directory '/usr/local/src/libdnet/include'
make[3]: Leaving directory '/usr/local/src/libdnet/include'
make[2]: Leaving directory '/usr/local/src/libdnet/include'
make[1]: Leaving directory '/usr/local/src/libdnet/include'
Making all in man
.
.
.
make[2]: Leaving directory '/usr/local/src/libdnet/test/dnet'
make[2]: Entering directory '/usr/local/src/libdnet/test'
make[2]: Nothing to be done for 'all-am'.
make[2]: Leaving directory '/usr/local/src/libdnet/test'
make[1]: Leaving directory '/usr/local/src/libdnet/test'
make[1]: Entering directory '/usr/local/src/libdnet'
make[1]: Nothing to be done for 'all-am'.
make[1]: Leaving directory '/usr/local/src/libdnet'
ventauris@tanorim:/usr/local/src/libdnet$
```

Figura 6.5: Compilando libdnet con make.

Ahora ejecutamos sudo make install para instalar libdnet en el sistema. Este comando copia los archivos compilados a sus directorios correspondientes, asegurando que puedan ser utilizados por otras aplicaciones y librerías.



```
Instalación libdnet

ventauris@tanorim:/usr/local/src/libdnet$ sudo make install
Making install in include
make[1]: Entering directory '/usr/local/src/libdnet/include'
Making install in dnet
make[2]: Entering directory '/usr/local/src/libdnet/include/dnet'
make[3]: Entering directory '/usr/local/src/libdnet/include/dnet'
make[3]: Nothing to be done for 'install-exec-am'.
/usr/bin/mkdir -p '/usr/local/include/dnet'
/usr/bin/install -c -m 644 addr.h arp.h blob.h eth.h fw.h icmp.h intf.h ip.h ip6.h
.
.
.
make[1]: Leaving directory '/usr/local/src/libdnet'
ventauris@tanorim:/usr/local/src/libdnet$
```

Figura 6.6: Instalando libdnet en el sistema.

Solución al problema de `PKG_CONFIG_PATH`

Listamos los archivos de libdnet en /usr/local/lib para asegurarnos de que se instalaron correctamente. Luego, intentamos verificar su versión con pkg-config --modversion dnet, pero aparece un error indicando que no se encuentra en el `PKG_CONFIG_PATH`. Esto indica que es necesario añadir la ruta correcta para que el sistema reconozca la librería.

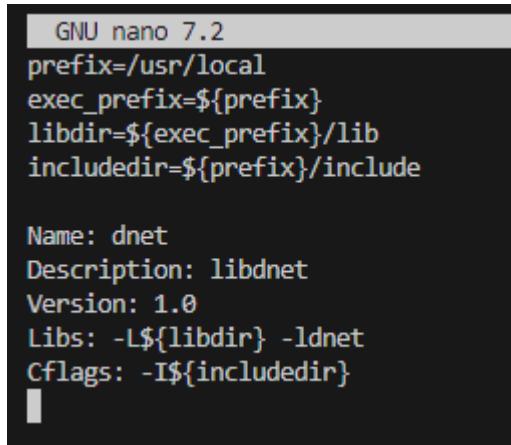


```
Instalación libdnet

ventauris@tanorim:/usr/local/src/libdnet$ ls -l /usr/local/lib | grep libdnet
-rw-r--r-- 1 root root 412100 Mar 16 18:02 libdnet.a
-rwxr-xr-x 1 root root    916 Mar 16 18:02 libdnet.la
lrwxrwxrwx 1 root root      16 Mar 16 18:02 libdnet.so -> libdnet.so.1.0.2
lrwxrwxrwx 1 root root      16 Mar 16 18:02 libdnet.so.1 -> libdnet.so.1.0.2
-rwxr-xr-x 1 root root 282624 Mar 16 18:02 libdnet.so.1.0.2
ventauris@tanorim:/usr/local/src/libdnet$ sudo ldconfig
ventauris@tanorim:/usr/local/src/libdnet$ pkg-config --modversion dnet
Package dnet was not found in the pkg-config search path.
Perhaps you should add the directory containing `dnet.pc'
to the PKG_CONFIG_PATH environment variable
Package 'dnet', required by 'virtual:world', not found
ventauris@tanorim:/usr/local/src/libdnet$
```

Figura 6.7: Verificación de la instalación de libdnet.

Editamos el archivo dnet.pc usando nano, añadiendo las rutas correctas para que pkg-config pueda encontrar libdnet. Definimos las variables libdir e includedir, asegurándonos de que apunten a /usr/local/lib y /usr/local/include, respectivamente. Esto soluciona el problema anterior donde pkg-config no encontraba la librería.



```
GNU nano 7.2
prefix=/usr/local
exec_prefix=${prefix}
libdir=${exec_prefix}/lib
includedir=${prefix}/include

Name: dnet
Description: libdnet
Version: 1.0
Libs: -L${libdir} -ldnet
Cflags: -I${includedir}
```

Figura 6.8: Configurando libdnet para que sea reconocido por el sistema.

Ahora configuramos el entorno para que pkg-config pueda encontrar libdnet. Primero, exportamos la variable PKG_CONFIG_PATH con la ruta correcta y la agregamos permanentemente al archivo ~/.bashrc. Luego, recargamos la configuración con source ~/.bashrc, actualizamos las librerías con ldconfig y verificamos que libdnet es reconocido correctamente ejecutando pkg-config --modversion dnet, confirmando la versión instalada.



```
Instalación libdnet
ventauris@tanorim:/usr/local/src/libdnet$ export PKG_CONFIG_PATH=/usr/local/lib/pkgconfig:$PKG_CONFIG_PATH
ventauris@tanorim:/usr/local/src/libdnet$ echo 'export PKG_CONFIG_PATH=/usr/local/lib/pkgconfig:$PKG_CONFIG_PATH' >> ~/.bashrc
ventauris@tanorim:/usr/local/src/libdnet$ source ~/.bashrc
ventauris@tanorim:/usr/local/src/libdnet$ sudo ldconfig
ventauris@tanorim:/usr/local/src/libdnet$ pkg-config --modversion dnet
1.0
ventauris@tanorim:/usr/local/src/libdnet$
```

Figura 6.9: Añadiendo libdnet al PATH y verificando su reconocimiento.

Compilación e instalación de libdaq

Clonamos el repositorio de libdaq, un componente necesario para **Snort 3**, desde su fuente oficial en GitHub. Este paso descarga el código fuente necesario para su compilación e instalación en la **Raspberry Pi**.

```
● ● ●           Instalación libdaq

ventauris@tanorim:/usr/local/src$ sudo git clone https://github.com/snort3/libdaq.git
Cloning into 'libdaq'...
remote: Enumerating objects: 2584, done.
remote: Counting objects: 100% (177/177), done.
remote: Compressing objects: 100% (72/72), done.
remote: Total 2584 (delta 126), reused 117 (delta 105), pack-reused 2407 (from 2)
Receiving objects: 100% (2584/2584), 1.28 MiB | 4.43 MiB/s, done.
Resolving deltas: 100% (1834/1834), done.
ventauris@tanorim:/usr/local/src$
```

Figura 6.10: Descargando libdaq desde el repositorio oficial.

Entramos en el directorio de libdaq y ejecutamos el script `bootstrap`, que se encarga de generar los archivos de configuración necesarios para compilar el software correctamente. Se usa `autoreconf` para asegurarse de que todos los scripts de compilación estén en orden.

```
● ● ●           Instalación libdaq

ventauris@tanorim:/usr/local/src$ cd libdaq
ventauris@tanorim:/usr/local/src/libdaq$ sudo ./bootstrap
+ autoreconf -ivf --warnings=all
.
.
.

autoreconf: Leaving directory '.'
ventauris@tanorim:/usr/local/src/libdaq$
```

Figura 6.11: Preparando libdaq para su compilación.

Ejecutamos `./configure` para preparar el entorno de compilación de libdaq. Como se ha comentado anteriormente, este script revisa que el sistema tenga todas las dependencias necesarias y genera los archivos de configuración adecuados para compilar el software sin complicaciones.



Instalación libdaq

```
ventauris@tanorim:/usr/local/src/libdaq$ sudo ./configure
checking for a BSD-compatible install... /usr/bin/install -c
.
.
.
ventauris@tanorim:/usr/local/src/libdaq$
```

Figura 6.12: Configurando libdaq antes de la compilación.

La ejecución de `make` llevará a cabo la compilación de libdaq. Este proceso traduce el código fuente a binarios ejecutables, asegurándose de que todas las dependencias y archivos necesarios se generen correctamente para su posterior instalación.



Instalación libdaq

```
ventauris@tanorim:/usr/local/src/libdaq$ sudo make
make all-recursive
make[1]: Entering directory '/usr/local/src/libdaq'
Making all in api
make[2]: Entering directory '/usr/local/src/libdaq/api'
.
.
.
ventauris@tanorim:/usr/local/src/libdaq$
```

Figura 6.13: Compilando libdaq.

La instalación final la llevaremos a cabo mediante `sudo make install`. Esto copia los archivos compilados a sus ubicaciones correspondientes dentro del sistema para que puedan ser utilizados por **Snort** y otros programas que así lo requieran.



```
Instalación libdaq

ventauris@tanorim:/usr/local/src/libdaq$ sudo make install
Making install in api
make[1]: Entering directory '/usr/local/src/libdaq/api'
make[2]: Entering directory '/usr/local/src/libdaq/api'
.
.
.
make[1]: Leaving directory '/usr/local/src/libdaq'
ventauris@tanorim:/usr/local/src/libdaq$
```

Figura 6.14: Instalando libdaq.

Listamos los archivos de configuración de `libdaq` en `/usr/local/lib/pkgconfig` para asegurarnos de que la instalación se haya completado correctamente. Después, exportamos la variable `PKG_CONFIG_PATH` para que el sistema reconozca la librería. Finalmente, usamos `pkg-config --modversion libdaq` para confirmar que la versión instalada es la **3.0.19**.



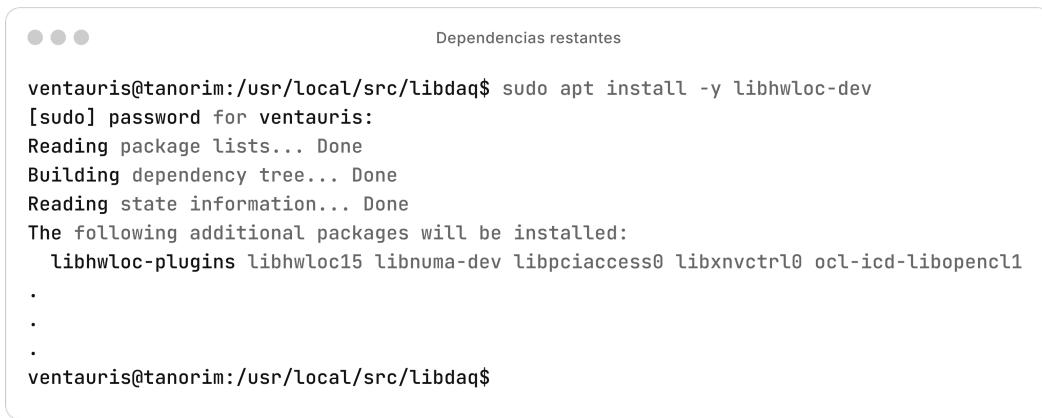
```
Instalación libdaq

ventauris@tanorim:/usr/local/src/libdaq$ ls -l /usr/local/lib/pkgconfig | grep libdaq
-rw-r--r-- 1 root root 291 Mar 16 19:39 libdaq.pc
-rw-r--r-- 1 root root 342 Mar 16 19:39 libdaq_static_afpacket.pc
-rw-r--r-- 1 root root 322 Mar 16 19:39 libdaq_static_bpf.pc
-rw-r--r-- 1 root root 316 Mar 16 19:39 libdaq_static_dump.pc
-rw-r--r-- 1 root root 314 Mar 16 19:39 libdaq_static_fst.pc
-rw-r--r-- 1 root root 309 Mar 16 19:39 libdaq_static_gwlb.pc
-rw-r--r-- 1 root root 326 Mar 16 19:39 libdaq_static_pcapy.pc
-rw-r--r-- 1 root root 325 Mar 16 19:39 libdaq_static_savefile.pc
-rw-r--r-- 1 root root 313 Mar 16 19:39 libdaq_static_trace.pc
ventauris@tanorim:/usr/local/src/libdaq$ export PKG_CONFIG_PATH=/usr/local/lib/pkgconfig:$PKG_CONFIG_PATH
ventauris@tanorim:/usr/local/src/libdaq$ pkg-config --modversion libdaq
3.0.19
ventauris@tanorim:/usr/local/src/libdaq$
```

Figura 6.15: Verificando la instalación de libdaq.

Instalación de la dependencia libhwloc-dev

Instalamos `libhwloc-dev`, una librería necesaria para la ejecución de **Snort 3** y sus dependencias. Se incluyen automáticamente otros paquetes adicionales como `libhwloc-plugins`, `libnuma-dev` y `libpciaccess0`, que ayudan en la gestión de hardware y optimización del rendimiento.



```
Dependencias restantes

ventauris@tanorim:/usr/local/src/libdaq$ sudo apt install -y libhwloc-dev
[sudo] password for ventauris:
Reading package lists... Done
Building dependency tree... Done
Reading state information... Done
The following additional packages will be installed:
  libhwloc-plugins libhwloc15 libnuma-dev libpciaccess0 libxnvctrl0 ocl-icd-libopencl1
.
.
.

ventauris@tanorim:/usr/local/src/libdaq$
```

Figura 6.16: Instalando dependencias necesarias.

Instalación de la dependencia libluajit

Aquí instalamos `libluajit-5.1-dev`, más dependencias para **Snort 3**, ya que utiliza **LuaJIT** para la configuración y personalización de reglas. También se instalan automáticamente `libluajit-5.1-2` y `libluajit-5.1-common`, que contienen las bibliotecas compartidas necesarias para funcionar correctamente.



```
Dependencias restantes

ventauris@tanorim:/usr/local/src/libdaq$ sudo apt install -y libluajit-5.1-dev
Reading package lists... Done
Building dependency tree... Done
Reading state information... Done
The following additional packages will be installed:
  libluajit-5.1-2 libluajit-5.1-common
.
.
.

ventauris@tanorim:/usr/local/src/libdaq$
```

Figura 6.17: Instalando **LuaJIT** para Snort.

Instalación de Flex y Bison

Instalamos Flex y Bison, dos herramientas para el análisis léxico y sintáctico en la compilación de Snort. Después de la instalación, verificamos la versión de Flex con `flex --version` para asegurarnos de que se instaló correctamente.

```
Dependencias restantes

ventauris@tanorim:/usr/local/src/snort3$ sudo apt install flex bison -y
Reading package lists... Done
Building dependency tree... Done
Reading state information... Done
The following additional packages will be installed:
  libfl-dev libfl2
.
.
.
ventauris@tanorim:/usr/local/src/snort3$ flex --version
flex 2.6.4
```

Figura 6.18: Instalando Flex y Bison, herramientas necesarias para la compilación.

En este paso, instalamos `libpcre2-dev`, una biblioteca para el manejo de expresiones regulares en **Snort 3**. Nos es útil para la detección de patrones en el tráfico de red.

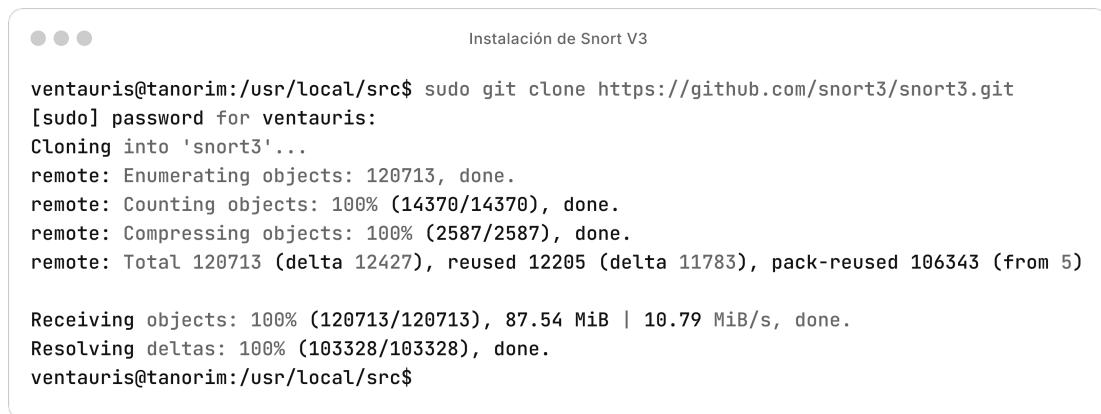
```
Dependencias restantes

ventauris@tanorim:/usr/local/src/snort3$ sudo apt install libpcre2-dev -y
Reading package lists... Done
Building dependency tree... Done
Reading state information... Done
The following additional packages will be installed:
  libpcre2-16-0 libpcre2-32-0 libpcre2-posix3
.
.
.
ventauris@tanorim:/usr/local/src/snort3$
```

Figura 6.19: Instalando la biblioteca PCRE2 para el manejo de expresiones regulares.

Clonación y compilación del código fuente de Snort

Descargamos el código fuente de **Snort 3** directamente desde su repositorio oficial en GitHub mediante `git clone`.



```
● ● ● Instalación de Snort V3
ventauris@tanorim:/usr/local/src$ sudo git clone https://github.com/snort3/snort3.git
[sudo] password for ventauris:
Cloning into 'snort3'...
remote: Enumerating objects: 120713, done.
remote: Counting objects: 100% (14370/14370), done.
remote: Compressing objects: 100% (2587/2587), done.
remote: Total 120713 (delta 12427), reused 12205 (delta 11783), pack-reused 106343 (from 5)

Receiving objects: 100% (120713/120713), 87.54 MiB | 10.79 MiB/s, done.
Resolving deltas: 100% (103328/103328), done.
ventauris@tanorim:/usr/local/src$
```

Figura 6.20: Clonando el repositorio de Snort 3.

Aquí establecemos la variable `my_path` para definir el directorio de instalación de Snort. Luego, agregamos esta configuración al archivo `/.bashrc` para que se cargue automáticamente en futuras sesiones. Finalmente, usamos `source` `/.bashrc` para aplicar los cambios de inmediato.



```
● ● ● Instalación de Snort V3
ventauris@tanorim:/usr/local/src/snort3$ export my_path=/usr/local/snort
ventauris@tanorim:/usr/local/src/snort3$ echo 'export my_path=/usr/local/snort' >>
~/bashrc
ventauris@tanorim:/usr/local/src/snort3$ source ~/bashrc
ventauris@tanorim:/usr/local/src/snort3$
```

Figura 6.21: Definiendo la ruta de instalación de Snort.

Ejecutamos el script `configure_cmake.sh` para configurar la compilación de **Snort 3**. Se especifica el prefijo de instalación con `$my_path`. Se generan los archivos de configuración y se definen las opciones de características, incluyendo los módulos DAQ que se activarán.

```
Instalación de Snort V3

ventauris@tanorim:/usr/local/src/snort3$ sudo ./configure_cmake.sh --prefix=$my_path
./configure_cmake.sh: 523: [: Illegal number:
Build Directory : build
Source Directory: /usr/local/src/snort3
CMake Warning:
  Ignoring empty string ("") provided on the command line.

CMake Deprecation Warning at CMakeLists.txt:1 (cmake_minimum_required):
  Compatibility with CMake < 3.5 will be removed from a future version of
  CMake.

  Update the VERSION argument <min> value or use a ...<max> suffix to tell
  CMake that the project does not need compatibility with older versions.

.

.

.

Feature options:
  DAQ Modules:      Static (afpacket;bpf;dump;fst;gwlb;pcap;savefile;trace)
  libatomic:         System-provided
  Hyperscan:        OFF
  ICONV:            ON
  Libunwind:        OFF
  LZMA:             ON
  RPC DB:           Built-in
  SafeC:            OFF
  TCMalloc:          OFF
  JEMalloc:          OFF
  UUID:              OFF
  NUMA:              ON
  LibML:             OFF
-----
-- Configuring done (5.3s)
-- Generating done (0.4s)
-- Build files have been written to: /usr/local/src/snort3/build
ventauris@tanorim:/usr/local/src/snort3$
```

Figura 6.22: Configurando Snort 3 con CMake.

Compilación e instalación de Snort

Compilamos **Snort** con `make -j $(nproc)`, lo que nos permite aprovechar todos los núcleos del procesador para acelerar el proceso.



A screenshot of a terminal window titled "Instalación de Snort V3". The window shows the compilation process of Snort version 3. The output text is as follows:

```
.  
. [ 98%] Building CXX object tools/snort2lua/preprocessor_states/CMakeFiles/  
preprocessor_states.dir/pps_imap.cc.o  
[ 98%] Building CXX object tools/snort2lua/preprocessor_states/CMakeFiles/  
preprocessor_states.dir/pps_modbus.cc.o  
[ 98%] Building CXX object tools/snort2lua/preprocessor_states/CMakeFiles/  
preprocessor_states.dir/pps_rna.cc.o  
[100%] Building CXX object tools/snort2lua/preprocessor_states/CMakeFiles/  
preprocessor_states.dir/pps_smtp.cc.o  
[100%] Building CXX object tools/snort2lua/preprocessor_states/CMakeFiles/  
preprocessor_states.dir/pps_sfportscan.cc.o  
[100%] Building CXX object tools/snort2lua/preprocessor_states/CMakeFiles/  
preprocessor_states.dir/pps_stream5_ip.cc.o  
[100%] Building CXX object tools/snort2lua/preprocessor_states/CMakeFiles/  
preprocessor_states.dir/pps_stream5_global.cc.o  
[100%] Linking CXX executable snort  
[100%] Building CXX object tools/snort2lua/preprocessor_states/CMakeFiles/  
preprocessor_states.dir/pps_stream5_tcp.cc.o  
[100%] Building CXX object tools/snort2lua/preprocessor_states/CMakeFiles/  
preprocessor_states.dir/pps_stream5_udp.cc.o  
[100%] Building CXX object tools/snort2lua/preprocessor_states/CMakeFiles/  
preprocessor_states.dir/pps_stream5_ha.cc.o  
[100%] Building CXX object tools/snort2lua/preprocessor_states/CMakeFiles/  
preprocessor_states.dir/preprocessor_api.cc.o  
[100%] Built target preprocessor_states  
[100%] Building CXX object tools/snort2lua/CMakeFiles/snort2lua.dir/snort2lua.cc.o  
[100%] Building CXX object tools/snort2lua/CMakeFiles/snort2lua.dir/init_state.cc.o  
[100%] Linking CXX executable snort2lua  
[100%] Built target snort2lua  
[100%] Built target snort  
ventauris@tanorim:/usr/local/src/snort3/build$
```

Figura 6.23: Compilación de Snort.

Instalamos Snort tras haberlo compilado con sudo make install. Este comando copia los archivos generados en sus respectivas ubicaciones dentro del sistema.

```

Instalación de Snort V3

ventauris@tanorim:/usr/local/src/snort3/build$ sudo make install
[  0%] Built target std_connector
[  1%] Built target ips_actions
[  2%] Built target codecs
[  2%] Built target root_codecs
[  3%] Built target link_codecs
[  5%] Built target ip_codecs
[  6%] Built target misc_codecs
[  6%] Built target control
[  9%] Built target detection
.
.
.
-- Installing: /usr/local/snort/share/doc/snort/snort_upgrade.txt
-- Installing: /usr/local/snort/share/doc/snort/config_changes.txt
-- Installing: /usr/local/snort/share/doc/snort/snort_upgrade.text
-- Installing: /usr/local/snort/share/doc/snort/snort-devel.txt
-- Installing: /usr/local/snort/share/doc/snort/extending.txt
-- Installing: /usr/local/snort/share/doc/snort/style.txt
-- Installing: /usr/local/snort/share/doc/snort/versions.txt

```

Figura 6.24: Instalación de Snort.

Configuración inicial y validación

Finalmente, verificamos que **Snort** se ha instalado correctamente con el comando: /usr/local/snort/bin/snort -V. Esto nos muestra la versión instalada (**3.7.1.0**) junto con las bibliotecas y dependencias utilizadas, como DAQ, libpcap, LuaJIT, OpenSSL, entre otras.

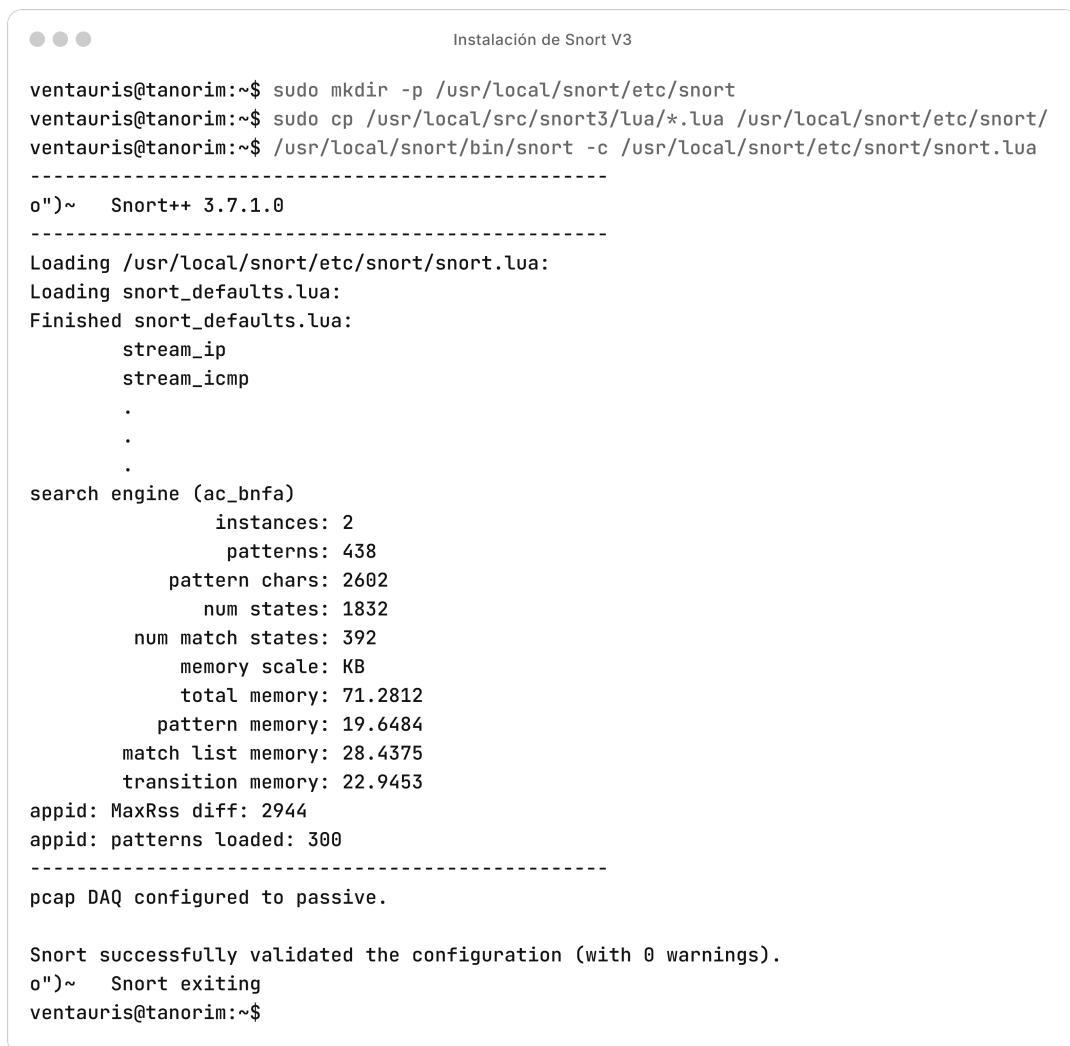
```

● ventauris@tanorim:~$ /usr/local/snort/bin/snort -V
      _-*> Snort++ <*-_
o" )~ Version 3.7.1.0
.... By Martin Roesch & The Snort Team
http://snort.org/contact#team
Copyright (C) 2014-2025 Cisco and/or its affiliates. All rights reserved.
Copyright (C) 1998-2013 Sourcefire, Inc., et al.
Using DAQ version 3.0.19
Using libpcap version 1.10.4 (with TPACKET_V3)
Using LuaJIT version 2.1.1703358377
Using LZMA version 5.4.5
Using OpenSSL 3.0.13 30 Jan 2024
Using PCRE2 version 10.42 2022-12-11
Using ZLIB version 1.3

```

Figura 6.25: Snort instalado con éxito.

Creamos el directorio de configuración de Snort (/usr/local/snort/etc/snort) y copiamos los archivos de configuración en formato Lua desde el directorio fuente de **Snort 3**. Luego, ejecutamos Snort con la configuración especificada para validar que todo esté correctamente configurado. La salida muestra que Snort ha cargado las reglas y módulos sin errores ni advertencias.



```
● ● ●           Instalación de Snort V3

ventauris@tanorim:~$ sudo mkdir -p /usr/local/snort/etc/snort
ventauris@tanorim:~$ sudo cp /usr/local/src/snort3/lua/*.lua /usr/local/snort/etc/snort/
ventauris@tanorim:~$ /usr/local/snort/bin/snort -c /usr/local/snort/etc/snort/snort.lua
-----
o")~  Snort++ 3.7.1.0
-----
Loading /usr/local/snort/etc/snort/snort.lua:
Loading snort_defaults.lua:
Finished snort_defaults.lua:
    stream_ip
    stream_icmp
    .
    .

search engine (ac_bnfa)
    instances: 2
    patterns: 438
    pattern chars: 2602
    num states: 1832
    num match states: 392
    memory scale: KB
    total memory: 71.2812
    pattern memory: 19.6484
    match list memory: 28.4375
    transition memory: 22.9453
appid: MaxRss diff: 2944
appid: patterns loaded: 300
-----
pcap DAQ configured to passive.

Snort successfully validated the configuration (with 0 warnings).
o")~  Snort exiting
ventauris@tanorim:~$
```

Figura 6.26: Configuración de Snort validada con éxito.

6.4.2. Instalación de reglas y plugins

Tras la correcta instalación de **Snort**, aprovecharemos la arquitectura modular introducida en la versión 3, la cual utiliza archivos con extensión .lua para gestionar su configuración de forma más flexible y estructurada. A continuación, se presenta una guía paso a paso sobre cómo instalar las reglas básicas proporcionadas por la comunidad de Snort, conocidas como *Community Rules*.

Descargamos las *Community Rules* de Snort utilizando el comando wget, seguido de su descompresión mediante tar. Estas reglas constituyen un conjunto de firmas predefinidas para detectar amenazas comunes en entornos de red.

```
● ● ● Descarga de las community rules
ventauris@tanorim:/usr/local/snort/etc/snort$ sudo wget https://www.snort.org/downloads/
community/snort3-community-rules.tar.gz
.
.
.
snort3-community-rules.tar.gz
100%[=====>] 323.67K  998KB/s   in 0.3s
2025-03-21 22:58:21 (998 KB/s) - 'snort3-community-rules.tar.gz' saved [331442/331442]

ventauris@tanorim:/usr/local/snort/etc/snort$ sudo tar -xvzf snort3-community-rules.tar.gz
snort3-community-rules/
snort3-community-rules/snort3-community.rules
snort3-community-rules/VRT-License.txt
snort3-community-rules/LICENSE
snort3-community-rules/AUTHORS
snort3-community-rules/sid-msg.map
ventauris@tanorim:/usr/local/snort/etc/snort$ ls
AUTHORS balanced.lua      custom.rules      inline.lua      security.lua
snort.conf snort3-community-rules      snort_defaults.lua
LICENSE connectivity.lua    file_magic.rules  max_detect.lua  sensitive_data.rules
snort.lua  snort3-community-rules.tar.gz talos.lua
ventauris@tanorim:/usr/local/snort/etc/snort$ cd snort3-community-rules/
ventauris@tanorim:/usr/local/snort/etc/snort/snort3-community-rules$ ls
AUTHORS LICENSE VRT-License.txt sid-msg.map snort3-community.rules
ventauris@tanorim:/usr/local/snort/etc/snort/snort3-community-rules$
```

Figura 6.27: Añadiendo reglas preconfiguradas a Snort.

Posteriormente, editamos el archivo `snort.lua` [30], ubicado en `/usr/local/snort/etc/snort/`, para incluir la ruta del archivo `community.rules`. Esto permite que Snort cargue automáticamente estas reglas al iniciar y pueda utilizarlas para detectar patrones maliciosos en el tráfico de red. La edición del archivo puede realizarse con herramientas como `nano`, `vim` o cualquier otro editor de texto de preferencia.

```
ips =
{
    -- use this to enable decoder and inspector alerts
    --enable_builtin_rules = true,

    -- use include for rules files; be sure to set your path
    -- note that rules files can include other rules files
    -- (see also related path vars at the top of snort_defaults.lua)
    rules = [[
        include /usr/local/snort/etc/snort/snort3-community-rules/snort3-community.rules
    ]],
    variables = default_variables
}
```

Figura 6.28: Modificación de `snort.lua` para agregar las reglas preconfiguradas.

Una vez agregadas las reglas a `snort.lua`, realizamos una validación de la configuración ejecutando Snort en modo prueba. Esto permite comprobar que no existan errores sintácticos o de carga, garantizando así que el sistema pueda funcionar correctamente.



The terminal window shows the command `sudo snort -c /usr/local/snort/etc/snort/snort.lua` being run. The output indicates the configuration was successfully validated with 0 warnings, and Snort is exiting.

```
Comprobación de las reglas
ventauris@tanorim:/usr/local/snort/etc/snort$ sudo snort -c /usr/local/snort/etc/snort/
snort.lua
-----
o")~  Snort++ 3.7.1.0
-----
Loading /usr/local/snort/etc/snort/snort.lua:
Loading snort_defaults.lua:
Finished snort_defaults.lua:
.
.
.
pcap DAQ configured to passive.

Snort successfully validated the configuration (with 0 warnings).
o")~  Snort exiting
ventauris@tanorim:/usr/local/snort/etc/snort$
```

Figura 6.29: Validación configuración de Snort.

Configuración preprocesador HTTP Inspect

Accedemos al archivo `snort.lua` y localizamos la sección correspondiente al preprocesador `http_inspect = {}`. En ella escribimos los parámetros adecuados para la gestión y protección de una red corporativa de pequeña o mediana empresa (PYME). Esta configuración permite a Snort analizar a fondo el tráfico HTTP y detectar comportamientos anómalos asociados a amenazas comunes como ataques por inyección, carga de malware o manipulación de cabeceras.

Las reglas aplicadas son las siguientes:

Parámetro	Valor	Uso en una PYME
<code>request_depth</code>	-1	Inspeccionar todo el contenido de la petición HTTP. Permite detectar inyecciones SQL, código malicioso y malware embebido.
<code>response_depth</code>	-1	Revisar la totalidad de la respuesta enviada por el servidor, útil para detectar descargas de archivos maliciosos.
<code>unzip</code>	true	Habilita la descompresión de contenidos codificados como gzip o deflate. Evita que el contenido malicioso comprimido pase desapercibido.
<code>oversize_dir_length</code>	500	Genera alertas si una URI presenta una ruta anormalmente larga, característica común en ataques de desbordamiento o evasión.
<code>maximum_headers</code>	200	Detecta un número excesivo de cabeceras HTTP, que puede ser indicio de ataques por manipulación de protocolo.

Cuadro 6.1: Parámetros de `http_inspect`.

```
-- http_inspect para inspección HTTP
http_inspect =
{
    -- Escanear todo el cuerpo de la petición/respuesta (ojo a la carga en una Pi)
    request_depth = -1,
    response_depth = -1,

    -- Activa descompresión de gzip/deflate para inspeccionar payload
    unzip = true,

    -- Longitud máxima de directorio en URI, pasado este valor se dispara alerta 119:15
    oversize_dir_length = 500,

    -- Número máximo de cabeceras permitidas (ej. 200), si se superan -> alerta 119:20
    maximum_headers = 200,

    -- Tamaño máximo (en bytes) de una cabecera individual antes de alertar 119:19
    maximum_header_length = 4096,

    -- ¿Normalizar caracteres UTF en las respuestas?
    normalize_utf = true,

    -- Descomprimir PDF, SWF, ZIP, etc. (cuidado con rendimiento)
    decompress_pdf = false,
    decompress_swf = false,
    decompress_zip = false,
    decompress_vba = false,

    -- Profundidad de escaneo en adjuntos MIME
    max_mime_attach = 5,

    -- Ejemplo: bloquear (o alertar) si el cliente usa ciertos métodos
    --allowed_methods = 'GET,POST,HEAD,OPTIONS',
    --disallowed_methods = 'DELETE,TRACE,TRACK'
    -- (Solo activalo si estás seguro de que tu app no requiere esos métodos)

    -- Manejo de + como espacio en URIs
    plus_to_space = true
}
```

Figura 6.30: Configuración http_inspect.

```
binder =
{
    -- port bindings required for protocols without wizard support
    { when = { proto = 'udp', ports = '53', role='server' }, use = { type = 'dns' } },
    { when = { proto = 'tcp', ports = '53', role='server' }, use = { type = 'dns' } },
    { when = { proto = 'tcp', ports = '111', role='server' }, use = { type = 'rpc_decode' } },
    { when = { proto = 'tcp', ports = '502', role='server' }, use = { type = 'modbus' } },
    { when = { proto = 'tcp', ports = '2123 2152 3386', role='server' }, use = { type = 'gtp_inspect' } },
    { when = { proto = 'tcp', ports = '2404', role='server' }, use = { type = 'iecl04' } },
    { when = { proto = 'udp', ports = '2222', role = 'server' }, use = { type = 'cip' } },
    { when = { proto = 'tcp', ports = '44818', role = 'server' }, use = { type = 'cip' } },

    { when = { proto = 'tcp', service = 'dcerpc' }, use = { type = 'dce_tcp' } },
    { when = { proto = 'udp', service = 'dcerpc' }, use = { type = 'dce_udp' } },
    { when = { proto = 'udp', service = 'netflow' }, use = { type = 'netflow' } },

    { when = { service = 'netbios-ssn' }, use = { type = 'dce_smb' } },
    { when = { service = 'dce_http_server' }, use = { type = 'dce_http_server' } },
    { when = { service = 'dce_http_proxy' }, use = { type = 'dce_http_proxy' } },

    { when = { service = 'cip' }, use = { type = 'cip' } },
    { when = { service = 'dnsp3' }, use = { type = 'dnsp3' } },
    { when = { service = 'dns' }, use = { type = 'dns' } },
    { when = { service = 'ftp' }, use = { type = 'ftp_server' } },
    { when = { service = 'ftp-data' }, use = { type = 'ftp_data' } },
    { when = { service = 'gtp' }, use = { type = 'gtp_inspect' } },
    { when = { service = 'imap' }, use = { type = 'imap' } },
    { when = { service = 'http' }, use = { type = 'http_inspect' } },
    { when = { service = 'http2' }, use = { type = 'http2_inspect' } },
    { when = { service = 'iecl04' }, use = { type = 'iecl04' } },
    { when = { service = 'mms' }, use = { type = 'mms' } },
    { when = { service = 'modbus' }, use = { type = 'modbus' } },
    { when = { service = 'pop3' }, use = { type = 'pop' } },
    { when = { service = 'ssh' }, use = { type = 'ssh' } },
    { when = { service = 'sip' }, use = { type = 'sip' } },
    { when = { service = 'smtp' }, use = { type = 'smtp' } },
    { when = { service = 'ssl' }, use = { type = 'ssl' } },
    { when = { service = 'sunrpc' }, use = { type = 'rpc_decode' } },
    { when = { service = 's7complus' }, use = { type = 's7complus' } },
    { when = { service = 'telnet' }, use = { type = 'telnet' } },

    { use = { type = 'wizard' } },
    {
        when = { proto = 'tcp', ports = '80 443', role = 'server' },
        use = { type = 'http_inspect' }
    }
}
```

Figura 6.31: Configuración de binders.

Además de la configuración general de http_inspect mostrada en la Figura 6.30, es necesario agregar, al final de la sección de binders en el archivo snort.lua, el bloque de código representado en la Figura 6.31 para asegurar su correcto funcionamiento.

Esta configuración adicional es esencial para que Snort pueda vincular correctamente el

tráfico HTTP con su correspondiente módulo de inspección durante el análisis en tiempo real. Sin este paso, es posible que el motor de detección no aplique correctamente las reglas diseñadas para HTTP, reduciendo así la eficacia del sistema de detección de intrusiones.

Por último, validamos la configuración ejecutando Snort en modo prueba para asegurarnos de que no se han introducido errores y que todas las configuraciones han sido cargadas exitosamente.



```
Comprobación de Snort

ventauris@tanorim:~$ sudo snort -c /usr/local/snort/etc/snort/snort.lua --daq-dir /usr/
local/lib/daq -T
-----
o")~  Snort++ 3.7.1.0
-----
.
.
.
pcap DAQ configured to passive.

Snort successfully validated the configuration (with 0 warnings).
o")~  Snort exiting
```

Figura 6.32: Validación de la configuración.

SSL Inspector

El siguiente módulo que habilitaremos será el **SSL Inspector**. El procedimiento de activación es similar al seguido en módulos anteriores. Comenzaremos por modificar el archivo `snort.lua`, donde localizaremos la sección correspondiente a `ssl` y añadiremos el bloque de configuración mostrado a continuación.

```
ssl = {
    -- Por defecto, no se confía en servidores externos automáticamente
    trust_servers = false,
    -- Establece un límite para evitar ataques tipo Heartbleed
    max_heartbeat_length = 2048,
}
```

Figura 6.33: Configuración de SSL.

Posteriormente, es necesario vincular la configuración de `ssl` en la sección `binders`, en caso de que no se haya hecho previamente. Esta vinculación garantiza que el tráfico cifrado sea correctamente dirigido al módulo de inspección SSL.

```
{ when = { service = 'ssl' }, use = { type = 'ssl' } }
```

Figura 6.34: Vincular con binders.

A continuación, verificamos la configuración de Snort para asegurarnos de que la sintaxis sea válida. Si todo es correcto, reiniciamos el servicio mediante `systemctl` para aplicar los cambios.

```
1 # Validar la configuracion de Snort
2 sudo snort -c /usr/local/snort/etc/snort/snort.lua -T
3
4 # Reiniciar el servicio de Snort
5 sudo systemctl restart snort
```

Stream IP

Antiguamente conocido como Frag3, este preprocesador ha sido reemplazado por una versión más moderna bajo el nombre de **Stream IP**. Este módulo es responsable de reensamblar fragmentos de paquetes IP para prevenir técnicas de evasión. Su configuración se realiza en el archivo snort.lua.

```
stream_ip = {
    max_frags = 8192,           -- máximo número de fragmentos simultáneos
    max_overlaps = 5,           -- máximo número permitido de solapamientos (0 para ilimitado)
    min_frag_length = 128,      -- alerta si la longitud del fragmento es menor que 128 bytes
    min_ttl = 5,                -- ignora fragmentos con TTL menor a 5
    policy = 'linux',           -- política de reensamblado (por defecto recomendado)
    session_timeout = 60,        -- tiempo en segundos antes de eliminar una sesión de reensamblado IP
}
```

Figura 6.35: Configuración de Stream IP.

Una vez completada la configuración, validamos la sintaxis del archivo y reiniciamos Snort para aplicar los cambios.

Stream TCP

Otro preprocesador que puede marcar la diferencia en protección de redes SOHO es **Stream TCP**, sucesor de Stream5. Este módulo permite el reensamblado de flujos TCP, lo cual es esencial para una inspección precisa del tráfico de red a nivel de sesión. Su configuración se realiza de forma similar a Stream IP. Tras editar snort.lua, comprobamos la validez de la sintaxis y reiniciamos el servicio.

```
stream_tcp = {
    policy = 'linux', -- Política de reensamblado optimizada para Linux
    max_window = 1048576, -- Ventana TCP máxima permitida (1 MB, segura y suficiente para la mayoría de las PYMES)
    overlap_limit = 10, -- Limita la cantidad máxima de segmentos solapados (protege contra ataques de evasión)
    max_pdu = 16384, -- Tamaño máximo permitido para PDU reensambladas (16 KB, valor seguro por defecto)
    reassemble_async = true, -- Reensamblar aunque el tráfico aún no se haya visto en ambas direcciones
    queue_limit = {
        max_bytes = 4194304, -- Máximo de bytes en cola por sesión/dirección (4 MB, valor seguro estándar)
        max_segments = 2048, -- Máximo número de segmentos en cola por sesión/dirección
        asymmetric_ids_flush_threshold = 2097152, -- Umbral de descarga para flujos asimétricos (2 MB, protege memoria)
    },
    small_segments = {
        count = 5, -- Genera alerta si se reciben 5 segmentos TCP pequeños consecutivos
        maximum_size = 64, -- Considera pequeño cualquier segmento menor a 64 bytes
    },
    session_timeout = 180, -- Tiempo de espera para cerrar sesiones inactivas (3 minutos)
    embryonic_timeout = 30, -- Tiempo de espera para conexiones no establecidas (30 segundos)
    idle_timeout = 1800, -- Cerrar sesiones tras 30 min sin actividad (libera recursos)
}
```

Figura 6.36: Configuración de Stream TCP.

Reputation

Este preprocesador permite bloquear IPs clasificadas como maliciosas utilizando listas negras. Para su funcionamiento se ha creado una carpeta /reputation, donde se almacena un archivo con IPs sospechosas, obtenidas del repositorio de *emergingthreats.net* [31]. Esta funcionalidad es útil para evitar conexiones no deseadas hacia o desde nodos peligrosos.

Como en los casos anteriores, tras configurar el módulo, se valida la sintaxis y se reinicia Snort para aplicar los cambios.

```
reputation = {
    blocklist = 'blocklist.rules',
    -- allowlist no es obligatoria ahora, pero se pueden hacer excepciones
    list_dir = '/usr/local/snort/etc/snort/reputation',
    memcap = 500,
    nested_ip = 'inner',
    priority = 'allowlist',
    scan_local = false,
    allow = 'do_not_block',
}
```

Figura 6.37: Configuración de Reputation.

Datos sensibles

En versiones anteriores de Snort existía el preprocesador *Sensitive Data*, pero ha sido descontinuado en las versiones más recientes. Sin embargo, es posible emular parte de su funcionalidad adaptando expresiones regulares personalizadas que alerten sobre la presencia de datos sensibles típicos en el entorno de una PYME, como credenciales o números de tarjetas.

Para ello, se crea un nuevo archivo de reglas llamado `custom.rules`, donde se definen patrones específicos a detectar.

```
GNU nano 7.2                                     /usr/local/snort/etc/snort/custom.rules *
# Detección de emails en texto plano
alert tcp $HOME_NET any -> $EXTERNAL_NET any (
    msg:"Sensitive Data - Email detected";
    flow:established,to_server;
    pcre:"/[a-zA-Z0-9._%-]+@[a-zA-Z0-9.-]+\.[a-zA-Z]{2,}/";
    classtype:sdf; sid:1000001; rev:1;
)

# Detección de número de tarjeta de crédito Visa, Mastercard, Amex, Discover (16 dígitos básico)
alert tcp $HOME_NET any -> $EXTERNAL_NET any (
    msg:"Sensitive Data - Credit Card detected";
    flow:established,to_server;
    pcre:"/(b(?:[0-9]{12}?:[0-9]{3})?|[5|1-5][0-9]{14}|3[47][0-9]{13}|6(?:011|5[0-9]{2})[0-9]{12})\b/";
    classtype:sdf; sid:1000002; rev:1;
)

#Detección de Número de Seguridad Social (NUSS) de España (formato: 12 dígitos, sin espacios)
alert tcp $HOME_NET any -> $EXTERNAL_NET any (
    msg:"Sensitive Data - NUSS España detectado";
    flow:established,to_server;
    pcre:"/\b\d{12}\b/";
    classtype:policy-violation; sid:1000003; rev:1;
)
```

Figura 6.38: Expresiones regulares para protección de datos sensibles.

Posteriormente, se añade la ruta de este archivo en `snort.lua`, se comprueba la validez de la configuración utilizando `libdaq` y se reinicia el servicio para aplicar los cambios.

```
ips =
{
    -- use this to enable decoder and inspector alerts
    --enable_builtin_rules = true,
    -- use include for rules files; be sure to set your path
    -- note that rules files can include other rules files
    -- (see also related path vars at the top of snort_defaults.lua)
rules = [[
    include /usr/local/snort/etc/snort/snort3-community-rules/snort3-community.rules
    include /usr/local/snort/etc/snort/custom.rules
]],
variables = default_variables
}
```

Figura 6.39: Agregación de `custom.rules`.

Antivirus ClamAV

Finalmente, se procede con la instalación del antivirus **ClamAV**, una solución de código abierto utilizada para la detección de malware. Su integración complementa las capacidades de Snort mediante el análisis basado en firmas.

```
● ventauris@tanorim:~$ sudo apt install clamav clamav-daemon -y
[sudo] password for ventauris:
Reading package lists... Done
Building dependency tree... Done
Reading state information... Done
The following additional packages will be installed:
  clamav-base clamav-freshclam clamdscan libclamav11t64
Suggested packages:
  libclamunrar clamav-docs daemon libclamunrar11
The following NEW packages will be installed:
  clamav clamav-base clamav-daemon clamav-freshclam clamdscan libclamav11t64
0 upgraded, 6 newly installed, 0 to remove and 16 not upgraded.
Need to get 9495 kB of archives.
After this operation, 38.3 MB of additional disk space will be used.
Get:1 http://ports.ubuntu.com/ubuntu-ports noble-updates/main arm64 clamav-base all 1.0.8+dfsg-0ubuntu0.24.04.1 [93.5 kB]
Get:2 http://ports.ubuntu.com/ubuntu-ports noble-updates/main arm64 libclamav11t64 arm64 1.0.8+dfsg-0ubuntu0.24.04.1 [4613 kB]
Get:3 http://ports.ubuntu.com/ubuntu-ports noble-updates/main arm64 clamav-freshclam arm64 1.0.8+dfsg-0ubuntu0.24.04.1 [96.7 kB]
Get:4 http://ports.ubuntu.com/ubuntu-ports noble-updates/main arm64 clamav-daemon arm64 1.0.8+dfsg-0ubuntu0.24.04.1 [211 kB]
Get:5 http://ports.ubuntu.com/ubuntu-ports noble-updates/main arm64 clamav arm64 1.0.8+dfsg-0ubuntu0.24.04.1 [4429 kB]
Get:6 http://ports.ubuntu.com/ubuntu-ports noble-updates/main arm64 clamdscan arm64 1.0.8+dfsg-0ubuntu0.24.04.1 [51.1 kB]
Fetched 9495 kB in 1s (7522 kB/s)
Preconfiguring packages ...
Selecting previously unselected package clamav-base.
(Reading database ... 88716 files and directories currently installed.)
Preparing to unpack .../0-clamav-base_1.0.8+dfsg-0ubuntu0.24.04.1_all.deb ...
Unpacking clamav-base (1.0.8+dfsg-0ubuntu0.24.04.1) ...
Selecting previously unselected package libclamav11t64:arm64.
Preparing to unpack .../1-libclamav11t64_1.0.8+dfsg-0ubuntu0.24.04.1_arm64.deb ...
Unpacking libclamav11t64:arm64 (1.0.8+dfsg-0ubuntu0.24.04.1) ...
Selecting previously unselected package clamav-freshclam.
Preparing to unpack .../2-clamav-freshclam_1.0.8+dfsg-0ubuntu0.24.04.1_arm64.deb ...
Unpacking clamav-freshclam (1.0.8+dfsg-0ubuntu0.24.04.1) ...
Selecting previously unselected package clamav-daemon.
Preparing to unpack .../3-clamav-daemon_1.0.8+dfsg-0ubuntu0.24.04.1_arm64.deb ...
Unpacking clamav-daemon (1.0.8+dfsg-0ubuntu0.24.04.1) ...
Selecting previously unselected package clamav.
Preparing to unpack .../4-clamav_1.0.8+dfsg-0ubuntu0.24.04.1_arm64.deb ...
Unpacking clamav (1.0.8+dfsg-0ubuntu0.24.04.1) ...
Selecting previously unselected package clamdscan.
Preparing to unpack .../5-clamdscan_1.0.8+dfsg-0ubuntu0.24.04.1_arm64.deb ...
Unpacking clamdscan (1.0.8+dfsg-0ubuntu0.24.04.1) ...
Setting up libclamav11t64:arm64 (1.0.8+dfsg-0ubuntu0.24.04.1) ...
Setting up clamav-base (1.0.8+dfsg-0ubuntu0.24.04.1) ...
Setting up clamav-freshclam (1.0.8+dfsg-0ubuntu0.24.04.1) ...
Setting up clamdscan (1.0.8+dfsg-0ubuntu0.24.04.1) ...
Setting up clamav-daemon (1.0.8+dfsg-0ubuntu0.24.04.1) ...
Created symlink /etc/systemd/system/multi-user.target.wants/clamav-daemon.service → /usr/lib/systemd/system/clamav-daemon.service.
Created symlink /etc/systemd/system/sockets.target.wants/clamav-daemon.socket → /usr/lib/systemd/system/clamav-daemon.socket.
```

Figura 6.40: Instalación de ClamAV.

Tras la instalación, se detiene el servicio, se actualizan las firmas de virus y se reinicia el demonio para activar la protección.

```
● ventauris@tanorim:~$ sudo systemctl stop clamav-freshclam
● ventauris@tanorim:~$ sudo freshclam
ClamAV update process started at Sun Mar 23 21:05:49 2025
Sun Mar 23 21:05:49 2025 -> daily.cvd database is up-to-date (version: 27586, sigs: 2074246, f-level: 90, builder: raynman)
Sun Mar 23 21:05:49 2025 -> main.cvd database is up-to-date (version: 62, sigs: 6647427, f-level: 90, builder: sigmgr)
Sun Mar 23 21:05:49 2025 -> bytecode.cvd database is up-to-date (version: 335, sigs: 86, f-level: 90, builder: raynman)
● ventauris@tanorim:~$ sudo systemctl start clamav-freshclam
```

Figura 6.41: Actualización de firmas y reinicio del servicio ClamAV.

6.5. Generación de un script para la instalación automática

6.5.1. Esquema de red de monitorización con R-SNORT

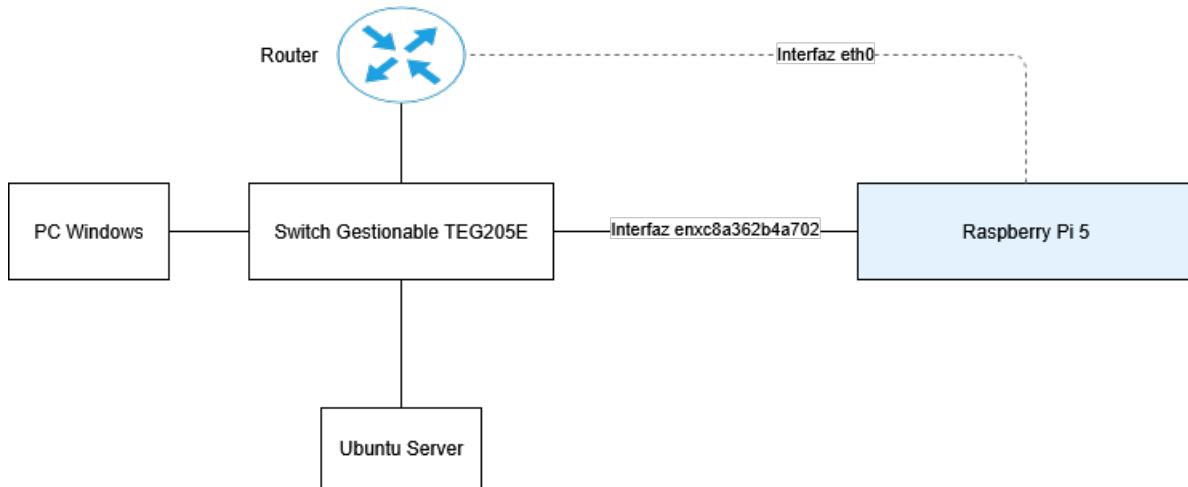


Figura 6.42: Esquema de red real del proyecto.

El *Port Mirroring* se configura para duplicar el tráfico de los puertos 1, 2 y 3 (los dispositivos productivos y el router) hacia el puerto 4, permitiendo que la interfaz enxc8a362b4a702 de la Raspberry Pi capture de forma pasiva y en tiempo real todo el tráfico interno y externo de la red.

Objetivo de este diseño

El objetivo principal de esta arquitectura es que **R-SNORT** funcione como un sistema de detección de intrusiones pasivo (*Network-based IDS*) sin interferir en el flujo de los datos. Para ello, deben cumplirse dos condiciones técnicas fundamentales:

1. La interfaz utilizada para la captura debe operar en **modo promiscuo**, sin dirección IP asignada, actuando como una sonda pasiva totalmente invisible para el resto de la red.
2. El switch debe soportar **duplicación de tráfico (mirroring)** para garantizar que todo el tráfico relevante sea reenviado correctamente al puerto de análisis.

Justificación técnica

Este tipo de arquitectura es común en entornos profesionales donde se desea realizar *inspección profunda de paquetes (Deep Packet Inspection)* sin introducir latencia ni crear puntos únicos de fallo en la red [32]. Además, permite mantener completamente aislado el sistema IDS del resto de dispositivos, lo cual incrementa la seguridad del propio entorno de monitorización.

La elección de una **Raspberry Pi 5** se justifica por su bajo consumo energético, su arquitectura ARM eficiente, y su capacidad para operar con interfaces Ethernet Gigabit, siempre que se utilice un adaptador USB 3.0 para incorporar una segunda interfaz de red.

Alternativas descartadas

Se valoró la posibilidad de implementar una arquitectura enrutada —donde todo el tráfico pasara a través de la Raspberry Pi—, sin embargo, esta solución presentaba varios inconvenientes:

- Aumentaría la latencia y la carga de red para todos los dispositivos conectados.
- Requiere una configuración compleja de NAT o bridging en la Raspberry Pi.
- Introduce un punto único de fallo que compromete la disponibilidad de la red en caso de errores.

Por tanto, la arquitectura basada en un **switch con mirroring** y una sonda pasiva resulta significativamente más robusta, profesional y realista para el entorno de una pequeña o mediana empresa (**PYME**).

6.5.2. Primera fase del script automático

La instalación manual de *Snort 3*, especialmente en dispositivos embebidos como la Raspberry Pi, puede convertirse en un proceso complejo y propenso a errores debido a la cantidad de dependencias, compilaciones desde código fuente y configuraciones específicas del sistema. Por este motivo, se ha desarrollado un script de instalación automática denominado **R-SNORT INSTALLER**, que encapsula todo el proceso de despliegue de manera modular, robusta y reproducible.

Motivación y diseño modular

Automatizar la instalación de herramientas en ciberseguridad como Snort es un paso habitual para garantizar la repetibilidad de los entornos de prueba, minimizar el error humano y facilitar la portabilidad entre dispositivos. Esta filosofía está alineada con los principios de *Infrastructure as Code* (IaC), promovida en múltiples estudios recientes sobre automatización segura.

El script propuesto sigue una arquitectura modular, dividiendo su lógica en funciones independientes organizadas en ficheros temáticos:

- `r-snort_installer.sh`: Núcleo del sistema, orquesta las fases del proceso de instalación desde una perspectiva modular, gestionando logs, permisos, selección de interfaz y llamadas a los demás módulos. Véase el Código B.11 para una muestra del flujo de ejecución principal.
- `core.sh`: Módulo responsable de los mensajes de log, errores y el banner de bienvenida, garantizando una salida legible y profesional para el usuario. Véase el Código B.5.
- `checks.sh`: Este módulo verifica que el script se ejecute como root y solicita al usuario que seleccione la interfaz de red sobre la que actuará Snort. Representación visual en la Figura B.3.
- `dependencies.sh`: Instala los paquetes de compilación y bibliotecas necesarios en entornos Debian/Ubuntu. El Código B.6 muestra esta lógica.

- `build_from_source.sh`: Gestiona y compila desde fuentes los componentes adicionales (luajit, daq, openssl, etc.). También maneja errores comunes de compatibilidad, como se muestra a continuación:

```
1 if ! xz -t "$archivo" 2>&1 | grep -qv 'version XZ_'; then
2   apt-get install --reinstall -y xz-utils liblzma5 liblzma-dev
3 fi
```

Listing 6.1: Corrección de versiones incompatibles de xz/liblzma

- `install_snort.sh`: Compila Snort 3.1.84.0 con correcciones específicas para evitar fallos con versiones recientes de OpenSSL y desactiva el soporte NUMA. Véase el Código B.7.
- `configure_snort.sh`: Prepara la configuración final de Snort, cargando reglas, scripts .lua, y desplegando el servicio con `systemd`. Representado en el Código B.4.
- `swap.sh`: Activa dinámicamente un archivo de swap temporal si se detecta menos de 1.5 GB de RAM, evitando fallos de compilación en la Raspberry Pi. Ver el Código B.10.
- `stats.sh`: Recopila y presenta estadísticas del sistema tras la instalación, incluyendo versiones de Snort y ClamAV, recursos utilizados y configuración de red. Ilustrado en el Código B.9.

Características de robustez y control de errores

El script implementa buenas prácticas de scripting en Bash, incluyendo:

- Uso de `set -euo pipefail` para evitar ejecuciones silenciosas tras errores.
- Captura de errores con `trap` para identificar fallos que desestabilicen o anulen la instalación.
- Registro detallado en `/var/log/snort_install.log` mediante redirección directa del flujo de salida.

Además, cada función de especial importancia o con condiciones de carrera se acompaña de validaciones explícitas. Por ejemplo, antes de descomprimir archivos `.tar.gz` o `.tar.xz`, se comprueba su integridad con `gzip -t` o `xz -t`, y se mitigan fallos comunes de `liblzma` con reinstalación forzada si es necesario.

```
1 if ! xz -t "\$archivo" 2>&1 | grep -qv 'version XZ_'; then
2   apt-get install --reinstall -y xz-utils liblzma5 liblzma-dev
3 fi
```

Listing 6.2: Validación e instalación segura de paquetes xz

Automatización total del servicio Snort

Una vez instalado, Snort es configurado automáticamente como un servicio `systemd`. El script genera dinámicamente el archivo `snort.service` y lo enlaza al directorio correcto, con los parámetros adecuados de reinicio automático, límites de recursos y uso de la interfaz de red seleccionada interactivamente por el usuario.

```
1 [Service]
2 ExecStart=/usr/local/snort/bin/snort -c /usr/local/snort/etc/snort/snort.lua -i
3     ↳ eth0 -A alert_fast
4 Restart=always
5 User=root
6 Group=root
```

Listing 6.3: Sección relevante del systemd generado

Mitigación de limitaciones de hardware

Para abordar las limitaciones de memoria RAM propias de sistemas como la ARM (no presente en Raspberry Pi 5 de 8GB de RAM), el script evalúa si el sistema posee menos de 1.5GB de RAM y en ese caso crea un archivo de swap temporal de 2GB:

```
1 if [ "$mem_kb" -lt 1500000 ]; then
2     fallocate -l 2G /swapfile_snort
```

Esta característica permite compilar Snort de forma estable incluso en configuraciones reducidas, evitando fallos durante la fase de make `-j$(nproc)`.

Instalación adicional de ClamAV y control antivirus

Dado que el proyecto R-Snort está pensado como un sistema IDS autónomo para pequeñas y medianas empresas, se incluyó también la instalación automática de ClamAV, permitiendo disponer de un escáner antivirus activo desde el arranque. La instalación es completamente silenciosa y actualiza su base de firmas mediante `freshclam`.

Resultados e impacto del diseño

El instalador automático consigue reducir a menos de 15 minutos la instalación completa de Snort, desde dependencias hasta configuración funcional. Esta reducción de complejidad aumenta la fiabilidad y la reproducibilidad del entorno, dos factores muy demandados para sistemas de detección de intrusos.

Además, se ha verificado que, tras una ejecución limpia del instalador, Snort queda operativo como servicio persistente, escuchando tráfico en tiempo real y generando alertas sobre tráfico malicioso, todo ello sin intervención posterior del usuario.

6.5.3. Transición a paquete .deb

Con el objetivo de profesionalizar el despliegue de **R-SNORT** y facilitar su uso en entornos reales, se reestructuró el proyecto como un paquete Debian estándar. Esta decisión permite que el propio sistema operativo gestione la instalación, dependencias, configuración y servicio a través de scripts como `postinst` (ver Código B.13), `prerm` (ver Código B.14) y `postrm` (ver Código B.15), alineándose con las buenas prácticas del ecosistema Debian [33].

El resultado es una arquitectura empaquetada bajo el nombre `r-snort-deb.deb`, que se instala fácilmente mediante un único comando y permite revertir el proceso de instalación sin dejar rastros en el sistema.

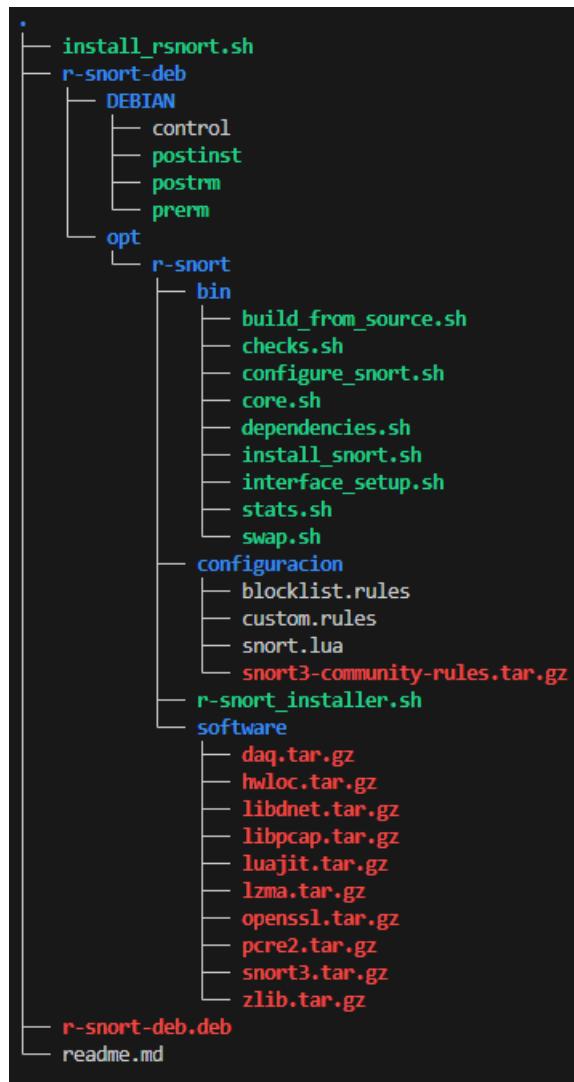


Figura 6.43: Estructura del proyecto reempaquetado como archivo .deb.

Mejoras introducidas

La transición al formato .deb permitió incorporar una serie de mejoras que anteriormente solo podían aplicarse de forma manual:

- **Selección dinámica de interfaz:** Se desarrolló un script de instalación previa, `install_rsnort.sh` (ver Código B.1), que detecta automáticamente las interfaces Ethernet disponibles y permite al usuario seleccionar la que se conectará al puerto espejo del switch. La elección se guarda en `/etc/rsnort_iface` para que pueda ser utilizada posteriormente por otros componentes del sistema.
- **Modo promiscuo y sin IP:** Se creó el script `interface_setup.sh` (ver Código B.8) que activa automáticamente la interfaz seleccionada, elimina cualquier dirección IP existente para evitar conflictos, y la configura en modo *promiscuo*. Este paso es esencial para que Snort pueda inspeccionar todo el tráfico redirigido desde el switch sin interferir en el funcionamiento de la red.

```

1  if [[ "$state" != "UP" ]]; then
2      ip link set dev "$iface" up
3      fi
4
5      ip addr flush dev "$iface"
6      ip link set "$iface" promisc on

```

Listing 6.4: Activación automática del modo promiscuo en `interface_setup.sh`

- **Despliegue como servicio `systemd`:** Se redefinió el proceso de inicio de Snort mediante una unidad personalizada de `systemd`, lo que permite un arranque automático, supervisión y control del servicio tras cada reinicio del sistema.
- **Fortalecimiento con ClamAV:** Para añadir una capa extra de protección, se integró la instalación y activación automática del antivirus ClamAV. Esto es especialmente útil en entornos donde Snort pueda capturar tráfico de archivos potencialmente contaminados o vectores de malware.

Justificación del rediseño

Este rediseño responde no solo a criterios técnicos, sino también a aspectos de usabilidad. En entornos reales, como pequeñas y medianas empresas (PYMEs), que desean adoptar soluciones *NIDS*, es esencial que la herramienta pueda instalarse, configurarse y mantenerse sin requerir conocimientos avanzados en administración de sistemas. Gracias a esta transición, **R-SNORT** puede considerarse una solución *plug-and-play*:

1. El usuario ejecuta `install_rsnort.sh`.
2. Selecciona la interfaz conectada al switch mediante un menú interactivo.
3. El paquete se instala y configura automáticamente, sin intervención adicional.

Esta arquitectura modular empaquetada sigue las mejores prácticas de la ingeniería de software y permite escalar, actualizar o personalizar R-SNORT en futuras versiones con mínima fricción.

Resultado final

Gracias a la evolución hacia un paquete .deb, **R-SNORT** se consolida como una herramienta más robusta, mantenible y amigable con el usuario final. Es importante recordar que este proyecto busca ofrecer una solución eficaz, ligera y accesible para redes SOHO (*Small Office / Home Office*). Con un enfoque modular interno y una experiencia de instalación unificada, el sistema mantiene toda su capacidad de inspección avanzada sin renunciar a la simplicidad en su despliegue.

7. Caso práctico: utilización de R-Snort

7.1. Entorno de trabajo

El sistema R-Snort ha sido desplegado en un entorno de red realista a pequeña escala, compuesto por los siguientes elementos:

- Una Raspberry Pi 5 con sistema operativo Ubuntu Server, encargada de ejecutar el paquete automatizado con Snort.
- Un switch gestionable Tenda TEG205E, configurado para replicar todo el tráfico de red mediante la funcionalidad de *port mirroring*.
- Un adaptador UGREEN USB 3.0 a Ethernet Gigabit conectado a la Raspberry, que actúa como interfaz de captura para Snort.
- Un router doméstico (F@st 5670) que proporciona conectividad a Internet a toda la red.
- Dos equipos cliente: un PC con Windows y otro con Ubuntu Server, ambos conectados al switch.

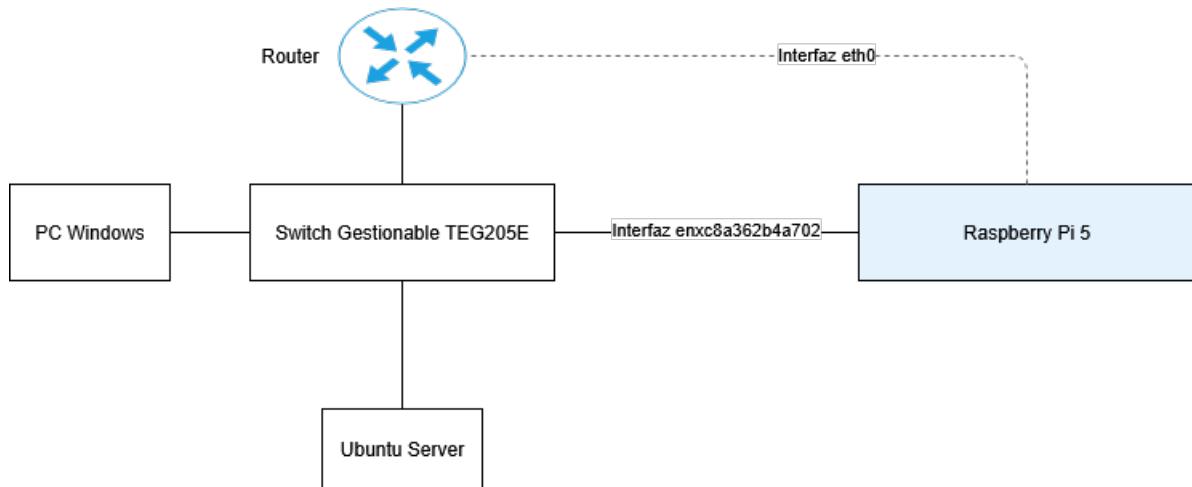


Figura 7.1: Esquema de red real del proyecto.

El puerto 4 del switch se ha configurado como destino del *mirroring*, recibiendo una copia del tráfico de los puertos 1 a 3 (correspondientes al router y los dos PCs). De esta manera, R-Snort es capaz de recibir una copia tanto del tráfico interno como del proveniente de Internet. La Raspberry escucha dicho tráfico a través del adaptador UGREEN, el cual se configura automáticamente en modo promiscuo, sin dirección IP asignada, para evitar interferencias en la red.

7.2. Instalación

La instalación se ha simplificado al máximo para que cualquier usuario pueda desplegar R-Snort sin conocimientos técnicos avanzados. El proceso consta de dos fases principales:

1. Ejecución del script `install_rsnort.sh`, que actualiza paquetes, instala dependencias y solicita al usuario que seleccione la interfaz de red conectada al switch.
2. Instalación del paquete `.deb`, que compila Snort y sus dependencias, configura la interfaz en modo promiscuo, crea el servicio en `systemd`, e inicia automáticamente el demonio de Snort.

A continuación, se presentan algunas capturas del proceso, incluyendo tanto la preparación del hardware como de la instalación software:

La Raspberry Pi 5 cuenta con dos interfaces Ethernet: una conectada directamente al router para acceder a Internet desde fuera de la red local (`eth0`), y otra a través de un adaptador USB 3.0 (UGREEN) destinada exclusivamente a capturar tráfico de red (`enxc8a362b4a702`). Esta segunda interfaz es la que recibe todo el tráfico replicado desde el switch mediante *port mirroring*.



Figura 7.2: Raspberry Pi conectada con dos interfaces Ethernet.

Asignación de dispositivos al switch

El switch gestionable Tenda permite configurar el tráfico de cada puerto. En este caso, se conectaron el router, los dos PCs (Windows y Ubuntu Server) y la Raspberry Pi. Esta última se conecta a un puerto configurado como espejo de los demás, lo que le permite capturar el tráfico replicado.

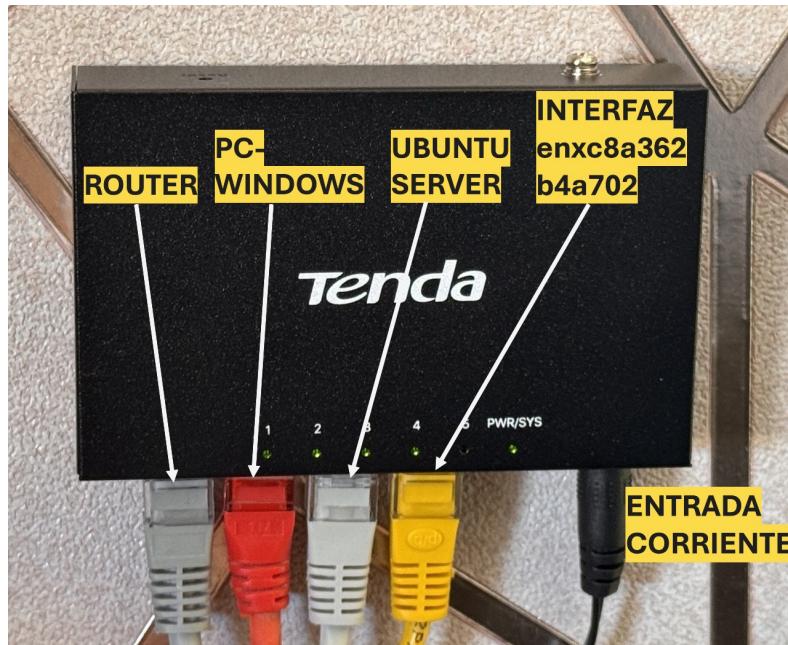


Figura 7.3: Conexiones físicas al switch gestionable.

Identificación del entorno LAN

Desde la interfaz web del router se pueden visualizar todos los dispositivos conectados. Esto permite verificar que tanto el switch como la Raspberry Pi están correctamente integrados en la red y responden a su dirección IP.

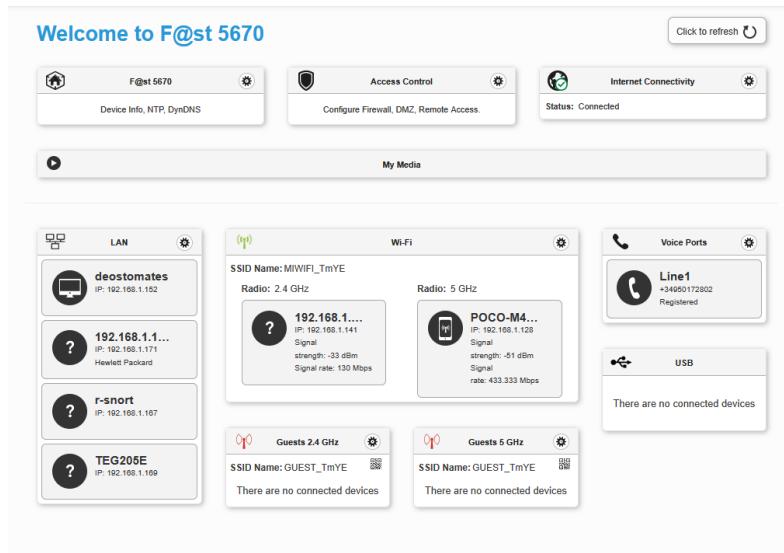


Figura 7.4: Dispositivos visibles en la red doméstica.

Acceso al switch Tenda

Para configurar el port mirroring es necesario acceder al panel web del switch. Para ello, se localiza su dirección IP desde el router (192.168.1.169) y se accede a ella mediante un navegador web.

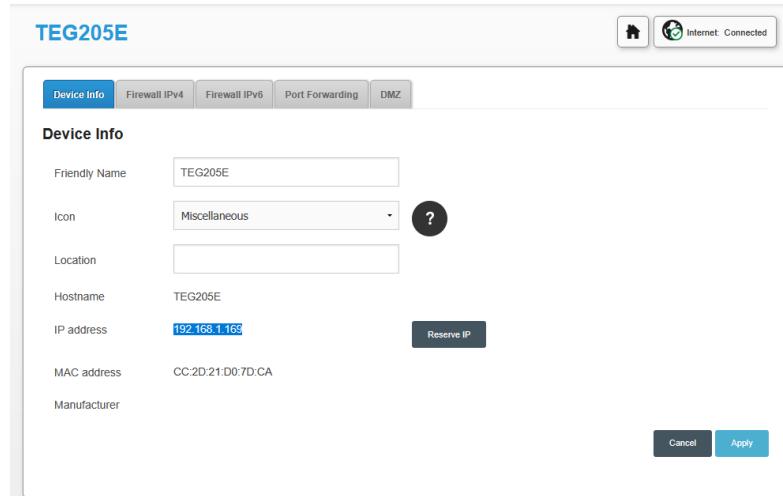


Figura 7.5: IP local del switch detectada desde el router.

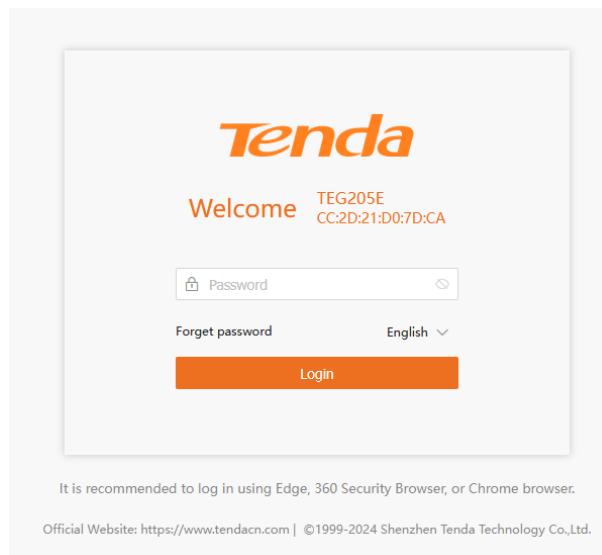


Figura 7.6: Pantalla de acceso al panel de administración.

Seguridad inicial del dispositivo

En el primer acceso al switch, el sistema solicita el cambio obligatorio de la contraseña predeterminada para mejorar la seguridad del entorno.

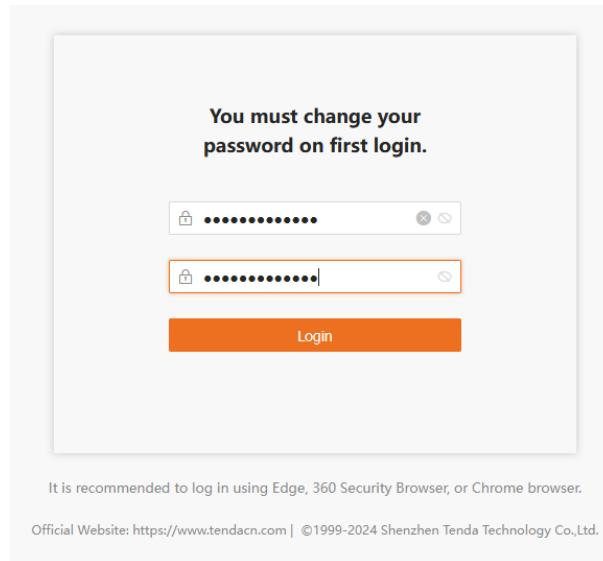


Figura 7.7: Cambio obligatorio de contraseña en el primer inicio.

Configuración avanzada del switch

Una vez autenticados, accedemos a la interfaz de administración, donde es posible configurar diversos parámetros del dispositivo. Desde esta sección se define el *port mirroring*, se habilitan o deshabilitan puertos y se monitoriza el estado de la red.

The screenshot displays the Tenda switch management interface. On the left, a sidebar menu includes "Home", "Basic Function", "Switching", "Network Security", and "QoS". The main area shows a "Device Summary" table with details like Device Model (TEG205E), System Time (2025-03-31 16:46:15), and Port Status (Ports 1, 2, and 3 are 1000M, Port 4 is 10/100M, Port 5 is Disconnected). Below this is a "Port Summary" table with columns: Port, Status, Mode, Speed/Duplex, Receiving Rate (Kbps), Sending Rate (Kbps), and Network Extension. All ports are listed as Enabled, Auto, 1000M/FDX, 0.00 Kbps, 0.00 Kbps, and Disabled. At the bottom, a footer bar includes the official website and copyright information.

Figura 7.8: Vista general del panel de gestión del switch.

Activación del Port Mirroring

Desde el apartado switching >port mirroring, activamos esta funcionalidad para duplicar el tráfico de red. Se configura el switch para replicar el tráfico de los puertos donde están conectados el router y los PCs (puertos 1, 2 y 3) hacia el puerto 4, que está vinculado a la interfaz de análisis de la Raspberry Pi. Esto permite que Snort reciba una copia completa del tráfico local y externo.

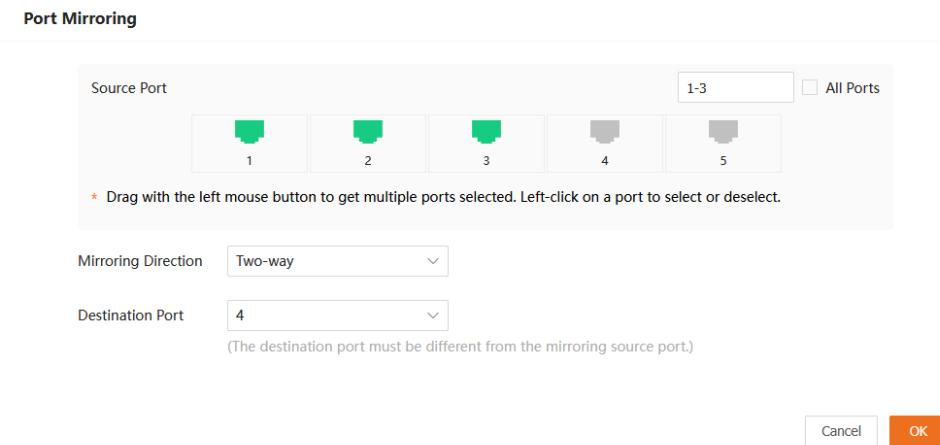


Figura 7.9: Verificación del estado de los puertos tras la configuración.

Una vez la Raspberry Pi 5 sea capaz de recibir todo el tráfico en modo espejo por la interfaz correspondiente de toda la red local al mismo tiempo que tiene conexión a internet externo por la interfaz predeterminada del sistema se pone en marcha el paquete automatizado para instalar la Snort junto con la configuración completa.

Finalmente, ejecutamos como administrador el script `installer_snort.sh` para iniciar la instalación de R-Snort. Se selecciona la interfaz de red correspondiente al puerto 4 del switch, que es el que recibe el tráfico duplicado [34]. Una vez finalizado el proceso, el sistema queda completamente operativo. El código fuente del instalador puede consultarse en el Anexo A.

```
root:~$ sudo apt-get snort-automatico.sh /install_rsnort.sh
@ [R-SNORT] Actualizando lista de paquetes...
Hit:1 http://ports.ubuntu.com/ubuntu-ports noble InRelease
Hit:2 http://ports.ubuntu.com/ubuntu-ports noble-updates InRelease
Hit:3 http://ports.ubuntu.com/ubuntu-ports noble-backports InRelease
Get:4 http://ports.ubuntu.com/ubuntu-ports noble-security InRelease [126 kB]
Get:5 http://ports.ubuntu.com/ubuntu-ports noble-security/universe arm64 Packages [800 kB]
Get:6 http://ports.ubuntu.com/ubuntu-ports noble-security/universe Translation-en [109 kB]
Fetched 100% in 1s (2200 kB/s)
Reading package lists... Done
Building dependency tree... Done
Reading state information... Done
79 packages can be upgraded. Run 'apt list --upgradable' to see them.
● [R-SNORT] Instalando dependencias...
  □ apt-get update... Done
  □ build-essential... Done
  □ curl... Done
  □ reading state information... Done
  bash is already the newest version (5.2.21-2ubuntu4).
  build-essential is already the newest version (12.1ubuntu1).
  liblpcap-dev is already the newest version (1.8.4.4-1ubuntu3).
  xz-utils is already the newest version (5.6.1+rc1-5.6.1-1ubuntu0.1).
  libcurl4-openssl-dev is already the newest version (7.61.1-1ubuntu0.1).
  clamd is already the newest version (1.8.94dfsg-1ubuntu0.1-84.1).
  clamav-daemon is already the newest version (1.8.8dfsg-1ubuntu0.1-24.84.1).
  0 upgraded, 0 newly installed, 0 to remove and 79 not upgraded.
  ✅ [R-SNORT] Dependencias instaladas.
  ✅ Buscando interfaces Ethernet disponibles...
  @ Interfaces disponibles:
    [?] eth0
    [?] enx8a362b4a702
  ☐ Elige la interfaz para analizar tráfico (la del switch): 1
  ✅ Interfaz seleccionada: enx8a362b4a702

  ● [R-SNORT] Instalando paquete .deb...
(Reading database ... 88623 files and directories currently installed.)
Preparing to unpack r-snort_1.0-0_all.deb...
Unpacking r-snort (1.0) over (1.0) ...
Setting up r-snort (1.0) ...
● [R-SNORT] Iniciando instalación automática...
[?] Resumen del sistema tras la instalación:
  Hostname: r-snort
  Uptime: up 2 hours, 7 minutes
  RAM usada: 2.0Gi / 7.8Gi
  Snort activa: No
  Espacio raíz: 9.5G usados de 29G
  CPU: Cortex-A76 (4 núcleos)
  Snort versión: 3.1.84.0
  ClamAV versión: 1.0.8/27594/Mon
  Interfaz activa: enx8a362b4a702

  ✅ Snort 3 está en ejecución en la interfaz: enx8a362b4a702.
  [R-SNORT] Instalación completada.
  Processing triggers for libc-bin (2.39-0ubuntu8.4) ...
  ✅ [R-SNORT] Instalación completa.
```

Figura 7.10: *

(a) Ejecución de R-Snort.

Figura 7.11: *

(b) Finalización del instalador.

Figura 7.12: Proceso completo de instalación automática de R-Snort.

7.3. Utilización y pruebas

Una vez completada la instalación, se procedió a la validación funcional del sistema y a su evaluación de rendimiento. El objetivo principal es demostrar que R-Snort es capaz de monitorear eficazmente el tráfico de red y detectar amenazas sin sobresaturar los recursos del sistema.

7.3.1. Pruebas de validación del funcionamiento

Prueba 1: Preprocesadores **stream**, **stream_ip** e **icmp**

Objetivo:

Comprobar el funcionamiento de los preprocesadores **stream**, **stream_ip** e **icmp**, así como la capacidad del sistema R-Snort para detectar múltiples patrones relacionados con tráfico ICMP anómalo o sospechoso.

Descripción de la prueba:

Desde el equipo Ubuntu Server (192.168.1.133) se ejecutó un comando ping con valor TTL bajo hacia el servidor DNS público de Google (8.8.8.8), lo que genera tráfico susceptible de ser clasificado como malicioso o anómalo.

```
ping -t 1 8.8.8.8
```

Este tipo de tráfico ICMP con TTL muy bajo es común en herramientas de escaneo y técnicas de reconocimiento como traceroute, por lo que debe ser identificado por un sistema de detección de intrusos.

Resultado:

R-Snort detectó correctamente el tráfico como potencialmente sospechoso. A continuación se muestra una tabla con algunas de las alertas generadas:

Timestamp	Protocolo	Origen	Destino	Mensaje de alerta
17:45:54	ICMP	192.168.1.133	8.8.8.8	PROTOCOL-ICMP PING Unix
17:45:54	ICMP	192.168.1.133	8.8.8.8	PROTOCOL-ICMP Unusual PING detected
17:45:54	ICMP	192.168.1.133	8.8.8.8	PROTOCOL-ICMP traceroute
17:45:54	ICMP	192.168.1.1	192.168.1.133	PROTOCOL-ICMP Time-To-Live Exceeded

Cuadro 7.1: Alertas ICMP generadas durante la prueba de TTL bajo.

```
{ "timestamp" : "05/01-17:45:54.101594", "proto" : "ICMP", "dir" : "C2S", "src_addr" : "192.168.1.133", "dst_addr" : "8.8.8.8", "msg" : "PROTOCOL-ICMP PING Unix", "sid" : 366, "gid" : 1, "priority" : 3 }

{ "timestamp" : "05/01-17:45:54.101594", "proto" : "ICMP", "dir" : "C2S", "src_addr" : "192.168.1.133", "dst_addr" : "8.8.8.8", "msg" : "PROTOCOL-ICMP Unusual PING detected", "sid" : 29456, "gid" : 1, "priority" : 2 }

{ "timestamp" : "05/01-17:45:54.101594", "proto" : "ICMP", "dir" : "C2S", "src_addr" : "192.168.1.133", "dst_addr" : "8.8.8.8", "msg" : "PROTOCOL-ICMP traceroute", "sid" : 385, "gid" : 1, "priority" : 2 }

{ "timestamp" : "05/01-17:45:54.102484", "proto" : "ICMP", "dir" : "C2S", "src_addr" : "192.168.1.1", "dst_addr" : "192.168.1.133", "msg" : "PROTOCOL-ICMP Time-To-Live Exceeded in Transit", "sid" : 449, "gid" : 1, "priority" : 3 }
```

Figura 7.13: Fragmento de alertas generadas por tráfico ICMP anómalo.

Esta prueba demuestra que el sistema R-Snort no solo detecta tráfico ICMP, sino que lo analiza correctamente comportamientos inusuales, patrones tipo traceroute y errores de TTL. El resultado valida tanto la activación de los preprocesadores como la integración de las reglas comunitarias.

Prueba 2: Preprocesadores `stream_tcp` y `http_inspect`

Objetivo:

Comprobar el funcionamiento de los preprocesadores `stream_tcp` y `http_inspect`, verificando si el sistema R-Snort es capaz de identificar comportamientos anómalos asociados a solicitudes HTTP con cabeceras excesivamente largas.

Descripción de la prueba:

Desde el equipo Ubuntu Server (192.168.1.133) se generó una solicitud HTTP con una cabecera personalizada de 6000 caracteres. Este tipo de tráfico puede ser usado para evadir mecanismos de inspección o insertar código malicioso en el servidor receptor.

```
1 curl -H "X-Test: $(printf '%0.sA' {1..6000})" http://192.168.1.1
```

Aunque el objetivo era activar una alerta por cabecera anómala, Snort reaccionó con una alerta más severa al detectar un patrón característico de shellcode, mostrando así un nivel de análisis más profundo.

Resultado:

R-Snort generó múltiples alertas clasificadas como shellcode ('INDICATOR-SHELLCODE'), lo cual valida la efectividad del sistema ante posibles vectores de ataque que podrían comprometer la seguridad de una red.

Timestamp	Protocolo	Origen	Destino	Mensaje de alerta
19:07:54	TCP	192.168.1.133	192.168.1.1	INDICATOR-SHELLCODE x86 inc ecx NOOP
19:07:54	TCP	192.168.1.133	192.168.1.1	INDICATOR-SHELLCODE x86 inc ecx NOOP
19:07:54	TCP	192.168.1.133	192.168.1.1	INDICATOR-SHELLCODE x86 inc ecx NOOP

Cuadro 7.2: Alertas generadas por tráfico HTTP con cabecera anómala interpretado como shell-code.

```
{
  "timestamp" : "05/01-19:07:54.069791", "proto" : "TCP", "dir" : "C2S", "src_addr" :
  "192.168.1.133", "src_port" : 60270, "dst_addr" : "192.168.1.1", "dst_port" : 80,
  "msg" : "INDICATOR-SHELLCODE x86 inc ecx NOOP", "sid" : 1394, "gid" : 1, "priority" :
  1 }

{
  "timestamp" : "05/01-19:07:54.069985", "proto" : "TCP", "dir" : "C2S", "src_addr" :
  "192.168.1.133", "src_port" : 60270, "dst_addr" : "192.168.1.1", "dst_port" : 80,
  "msg" : "INDICATOR-SHELLCODE x86 inc ecx NOOP", "sid" : 1394, "gid" : 1, "priority" :
  1 }

{
  "timestamp" : "05/01-19:07:54.069988", "proto" : "TCP", "dir" : "C2S", "src_addr" :
  "192.168.1.133", "src_port" : 60270, "dst_addr" : "192.168.1.1", "dst_port" : 80,
  "msg" : "INDICATOR-SHELLCODE x86 inc ecx NOOP", "sid" : 1394, "gid" : 1, "priority" :
  1 }
```

Figura 7.14: Detección de shellcode.

Esta prueba valida que R-Snort es capaz de analizar en profundidad el contenido de las cabeceras HTTP y detectar patrones que puedan representar intentos de explotación o evasión. Aunque la alerta no fue específicamente la esperada, el resultado demuestra un comportamiento más inteligente y proactivo en la inspección de tráfico.

Prueba 3: Preprocesador dns

Objetivo:

Verificar el funcionamiento del preprocesador dns y la capacidad de R-Snort para detectar respuestas DNS anómalas, como aquellas con TTL bajo y sin autoridad, lo cual es característico de intentos de suplantación o respuestas manipuladas.

Descripción de la prueba:

Desde el equipo Ubuntu Server (192.168.1.133) se ejecutó una consulta DNS directa al servidor público de Google utilizando el comando dig. Esta prueba simula una resolución común que puede generar respuestas mínimas o manipuladas desde el servidor, activando reglas de detección de spoofing.

```
1 dig +noall +answer google.com @8.8.8.8
```

Resultado:

Snort generó correctamente varias alertas clasificadas como tráfico DNS sospechoso. Estas alertas

corresponden a respuestas con TTL muy bajo y sin registros de autoridad, lo cual puede indicar un intento de manipulación de DNS.

Timestamp	Protocolo	Origen	Destino	Mensaje de alerta
19:19:17	UDP	46.6.113.34	192.168.1.134	PROTOCOL-DNS SPOOF ... and no authority
19:19:21	UDP	46.6.113.34	192.168.1.134	PROTOCOL-DNS SPOOF ... and no authority

Cuadro 7.3: Alertas DNS generadas por respuestas con TTL bajo y sin autoridad.

```
{ "timestamp" : "05/01-19:19:17.609996", "proto" : "UDP", "dir" : "S2C", "src_addr" :  
"46.6.113.34", "src_port" : 53, "dst_addr" : "192.168.1.134", "dst_port" : 62426,  
"msg" : "PROTOCOL-DNS SPOOF query response with TTL of 1 min. and no authority", "sid"  
: 254, "gid" : 1, "priority" : 2 }  
  
{ "timestamp" : "05/01-19:19:21.073565", "proto" : "UDP", "dir" : "S2C", "src_addr" :  
"46.6.113.34", "src_port" : 53, "dst_addr" : "192.168.1.134", "dst_port" : 49443,  
"msg" : "PROTOCOL-DNS SPOOF query response with TTL of 1 min. and no authority", "sid"  
: 254, "gid" : 1, "priority" : 2 }
```

Figura 7.15: Fragmento mostrando respuestas DNS sospechosas.

Esta prueba valida que el preprocesador dns está activo y funcional, siendo capaz de identificar anomalías comunes en el tráfico DNS que podrían indicar intentos de suplantación o evasión.

Prueba 4: Preprocesadores `rpc_decode` y `snmp`

Objetivo:

Evaluar la capacidad del sistema R-Snort para detectar tráfico relacionado con el protocolo SNMP, comúnmente utilizado en tareas de monitorización, pero también explotado en fases de reconocimiento mediante escaneos UDP dirigidos.

Descripción de la prueba:

Desde el equipo Ubuntu Server (192.168.1.133) se lanzó un escaneo UDP contra el router de la red local, con el objetivo de identificar servicios SNMP activos:

```
1 sudo nmap -sU -p 161,705 192.168.1.1
```

Este tipo de exploración intenta conectarse a los puertos SNMP estándar y AgentX, generando tráfico anómalo que debería activar alertas en los preprocesadores snmp y rpc_decode.

Resultado:

Snort detectó múltiples intentos de conexión hacia los puertos SNMP y generó alertas asociadas tanto a peticiones como a traps UDP:

Timestamp	Protocolo	Origen	Destino	Mensaje de alerta
19:44:33	UDP	192.168.1.133	192.168.1.1:161	PROTOCOL-SNMP request udp
19:44:33	UDP	192.168.1.133	192.168.1.1:705	PROTOCOL-SNMP trap udp
19:44:33	UDP	192.168.1.133	192.168.1.1:705	PROTOCOL-SNMP request udp
19:44:34	UDP	192.168.1.133	192.168.1.1:161	PROTOCOL-SNMP request udp

Cuadro 7.4: Alertas generadas durante el escaneo SNMP contra el router.

```
{
  "timestamp": "05/01-19:44:33.330912", "proto": "UDP", "dir": "C2S", "src_addr": "192.168.1.133", "src_port": 59067, "dst_addr": "192.168.1.1", "dst_port": 161, "msg": "PROTOCOL-SNMP request udp", "sid": 1417, "gid": 1, "priority": 2 }

{
  "timestamp": "05/01-19:44:33.330956", "proto": "UDP", "dir": "C2S", "src_addr": "192.168.1.133", "src_port": 59067, "dst_addr": "192.168.1.1", "dst_port": 705, "msg": "PROTOCOL-SNMP trap udp", "sid": 1419, "gid": 1, "priority": 2 }

{
  "timestamp": "05/01-19:44:33.330956", "proto": "UDP", "dir": "C2S", "src_addr": "192.168.1.133", "src_port": 59067, "dst_addr": "192.168.1.1", "dst_port": 705, "msg": "PROTOCOL-SNMP request udp", "sid": 1417, "gid": 1, "priority": 2 }

{
  "timestamp": "05/01-19:44:34.432348", "proto": "UDP", "dir": "C2S", "src_addr": "192.168.1.133", "src_port": 59068, "dst_addr": "192.168.1.1", "dst_port": 161, "msg": "PROTOCOL-SNMP request udp", "sid": 1417, "gid": 1, "priority": 2 }
```

Figura 7.16: Fragmento de las alertas SNMP generadas por el escaneo con Nmap.

Esta prueba valida el correcto funcionamiento de los preprocesadores `snmp` y `rpc_decode`, así como la integración eficaz de las reglas comunitarias orientadas a protocolos de red clásicos.

Prueba 5: Reglas personalizadas de detección de datos sensibles

Objetivo:

Comprobar el funcionamiento de las tres reglas personalizadas añadidas al archivo `custom.rules`, diseñadas para detectar información confidencial en texto plano: direcciones de correo electrónico, números de tarjeta de crédito y números de la Seguridad Social (NUSS).

Descripción de la prueba:

Desde el equipo Ubuntu Server (192.168.1.133) se simuló una fuga de datos sensibles mediante una petición HTTP POST conteniendo simultáneamente un correo electrónico, un número de tarjeta y un NUSS.

```
1 curl -d "Mi email es prueba@ejemplo.com. Mi tarjeta es 4111111111111111
    ↵ y mi NUSS es 123456789012" http://192.168.1.1
```

Las reglas utilizadas para esta prueba fueron desarrolladas utilizando expresiones regulares (`pcre`) y se encuentran activas en el archivo `snort.lua` bajo la sección de reglas IPS.

Resultado:

Snort generó múltiples alertas, una por cada patrón detectado, confirmando la efectividad de las reglas personalizadas. A continuación se resumen las más representativas:

Timestamp	Protocolo	Origen	Destino	Mensaje de alerta
19:54:44	TCP	192.168.1.133	192.168.1.1	Sensitive Data - NUSS España detectado
19:54:44	TCP	192.168.1.133	192.168.1.1	Sensitive Data - Credit Card detected
19:54:44	TCP	192.168.1.133	192.168.1.1	Sensitive Data - Email detected

Cuadro 7.5: Alertas generadas por reglas personalizadas de fuga de datos sensibles.

```
{
  "timestamp" : "05/01-19:54:44.184487", "proto" : "TCP", "dir" : "C2S", "src_addr" :
  "192.168.1.133", "src_port" : 53406, "dst_addr" : "192.168.1.1", "dst_port" : 80,
  "msg" : "Sensitive Data - NUSS España detectado", "sid" : 1000003, "gid" : 1,
  "priority" : 1 }

{
  "timestamp" : "05/01-19:54:44.184487", "proto" : "TCP", "dir" : "C2S", "src_addr" :
  "192.168.1.133", "src_port" : 53406, "dst_addr" : "192.168.1.1", "dst_port" : 80,
  "msg" : "Sensitive Data - Credit Card detected", "sid" : 1000002, "gid" : 1,
  "priority" : 2 }

{
  "timestamp" : "05/01-19:54:44.184487", "proto" : "TCP", "dir" : "C2S", "src_addr" :
  "192.168.1.133", "src_port" : 53406, "dst_addr" : "192.168.1.1", "dst_port" : 80,
  "msg" : "Sensitive Data - Email detected", "sid" : 1000001, "gid" : 1, "priority" : 2
}
```

Figura 7.17: Fragmento del log con alertas generadas por datos sensibles.

Esta prueba demuestra que el sistema R-Snort es capaz de analizar el contenido del tráfico en texto plano y detectar información crítica con precisión, validando la correcta integración y activación de las reglas personalizadas.

7.3.2. Pruebas de rendimiento

Metodología

Para evaluar el impacto del sistema R-Snort sobre el rendimiento de la Raspberry Pi 5, se ha empleado **Performance Co-Pilot (PCP)**[35] mediante su herramienta gráfica pmchart. Esta permite registrar y visualizar métricas del sistema en tiempo real, incluyendo uso de CPU, consumo de memoria RAM, tráfico de red, escritura a disco y actividad del proceso de Snort.

Se han diseñado dos escenarios para cada métrica:

1. **Snort activo:** el servicio se encuentra ejecutándose de manera habitual, recogiendo alertas desde la interfaz de red.
2. **Snort inactivo:** el servicio se detiene por completo, permitiendo observar la carga base del sistema operativo sin interferencias de R-Snort.

Cada prueba tiene una duración aproximada de 3 minutos bajo condiciones normales de uso. No se induce tráfico artificial, de modo que las mediciones reflejan el consumo real de recursos en una red doméstica o de oficina típica.

Prueba 1: Uso global de CPU

Objetivo: Evaluar el impacto del sistema R-Snort sobre el uso del procesador durante el funcionamiento en segundo plano.

Métrica monitorizada:

- `kernel.all.cpu.user` – Tiempo en espacio de usuario (amarillo).
- `kernel.all.cpu.sys` – Tiempo en espacio de kernel (azul).
- `kernel.all.cpu.idle` – Tiempo inactivo (rojo).

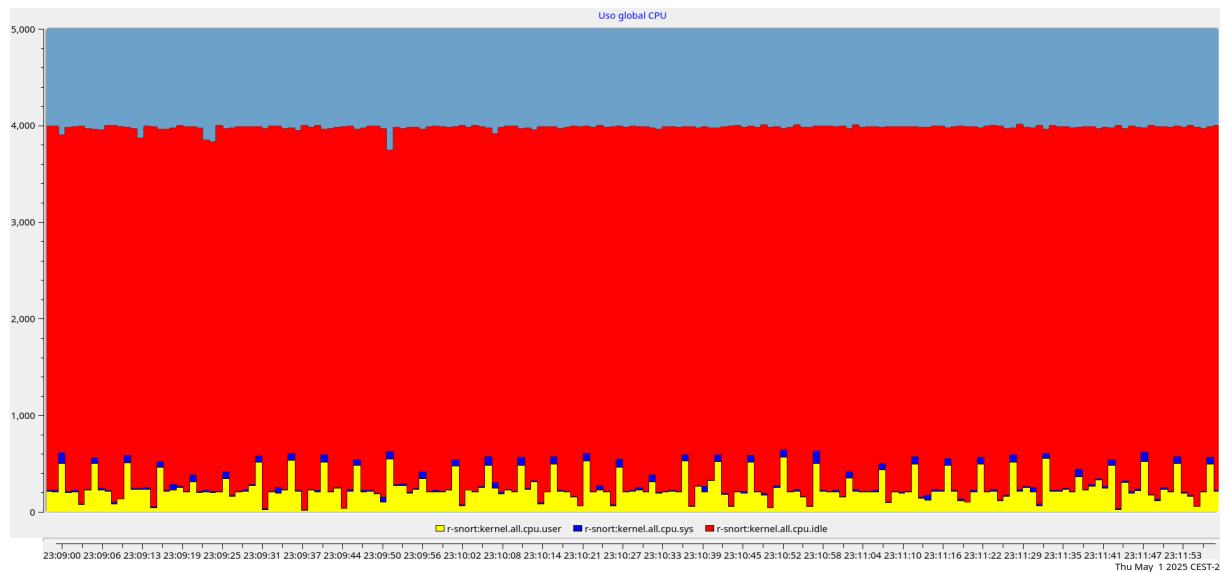


Figura 7.18: Uso global de CPU con Snort activo.

Se muestra la actividad del sistema con Snort funcionando en segundo plano. Aunque la CPU se mantiene inactiva la mayor parte del tiempo (`cpu.idle`), existe una actividad constante en espacio de usuario y kernel, provocada por el análisis de paquetes y la escritura de logs por parte de Snort.

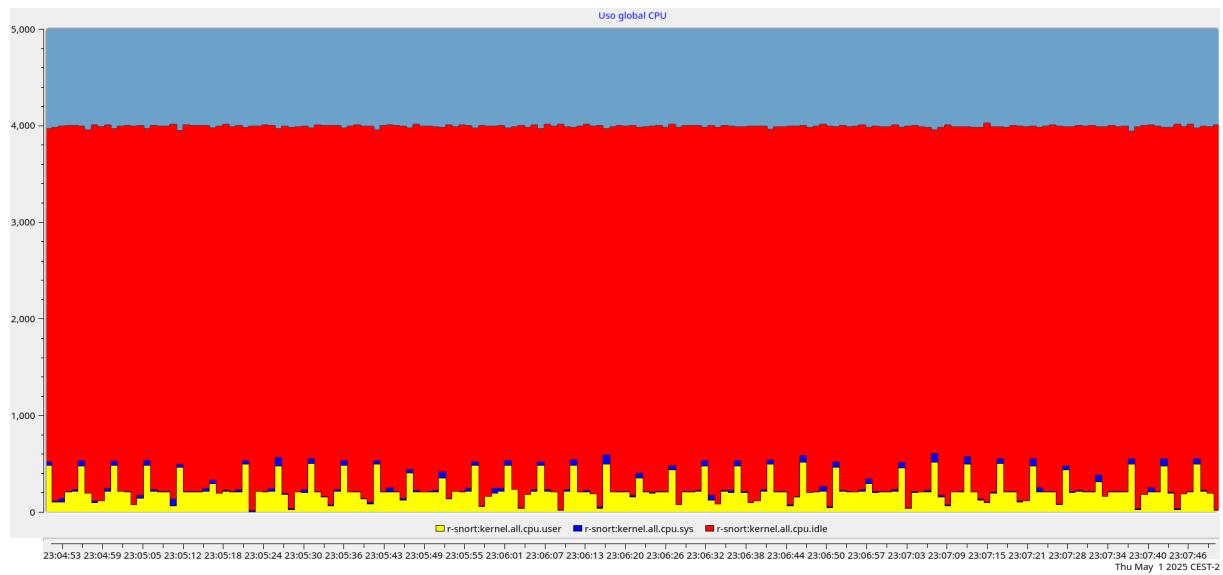


Figura 7.19: Uso global de CPU con Snort desactivado.

En contraste, la Figura 7.19 presenta un patrón más estable cuando Snort está detenido. El sistema entra en estados de inactividad casi total, con mínimas interrupciones. Se aprecia una reducción en el uso de CPU.

La diferencia entre ambos gráficos evidencia que Snort, incluso sin tráfico malicioso, genera una carga continua sobre la CPU aunque no es elevada.

Prueba 2: Uso de memoria RAM

Objetivo: Determinar el consumo de memoria generado por el sistema R-Snort durante su ejecución pasiva, sin tráfico inducido.

Métrica monitorizada:

- mem.util.used – Memoria utilizada (amarillo).
- mem.util.free – Memoria libre (azul).
- mem.util.cached – Memoria en caché (rojo).

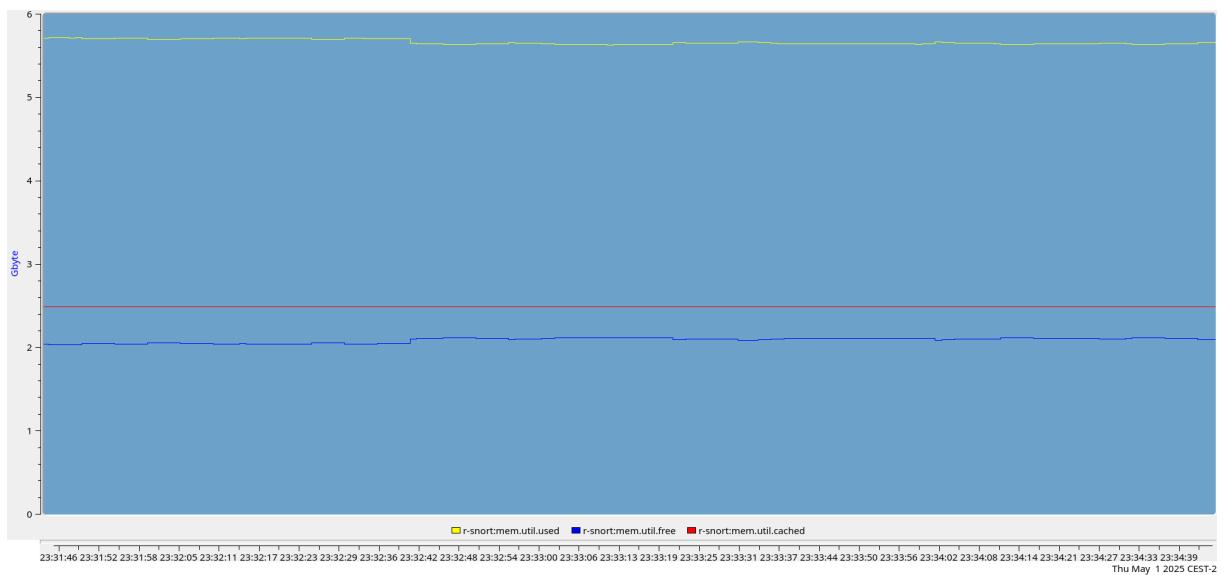


Figura 7.20: Uso de memoria RAM con Snort activado y posteriormente detenido.

En la primera mitad del gráfico se observa un consumo de memoria estable mientras Snort permanece activo. Al detener el servicio, se registra un ligero incremento de memoria libre y una reducción proporcional de la memoria utilizada. Este comportamiento confirma que Snort mantiene una huella en RAM constante pero no intensiva, lo que lo hace adecuado para dispositivos con recursos limitados como una Raspberry Pi.

Prueba 3: Actividad de red

Objetivo: Observar el comportamiento del tráfico de red con y sin la ejecución de Snort para detectar posibles variaciones atribuibles al sistema de detección.

Métrica monitorizada:

- `network.all.in.bytes` – Tráfico entrante en MB/s (amarillo).
- `network.all.out.bytes` – Tráfico saliente en MB/s (azul).

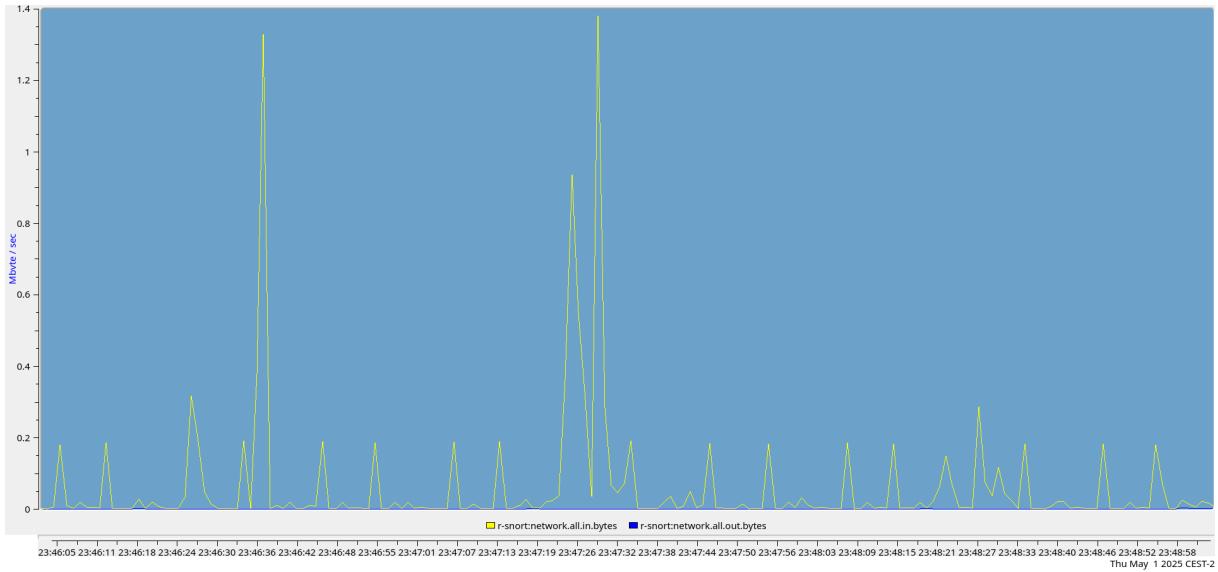


Figura 7.21: Tráfico de red con Snort activo.

En esta primera figura se observa una actividad de red con múltiples picos de tráfico entrante, por otro lado, el tráfico saliente es casi nulo, esto se debe a que actualmente la Raspberry Pi 5 no está comunicando con el exterior. Esta variabilidad en el tráfico entrante se debe a la recepción de paquetes normales y las tareas de registro de eventos por parte de Snort.

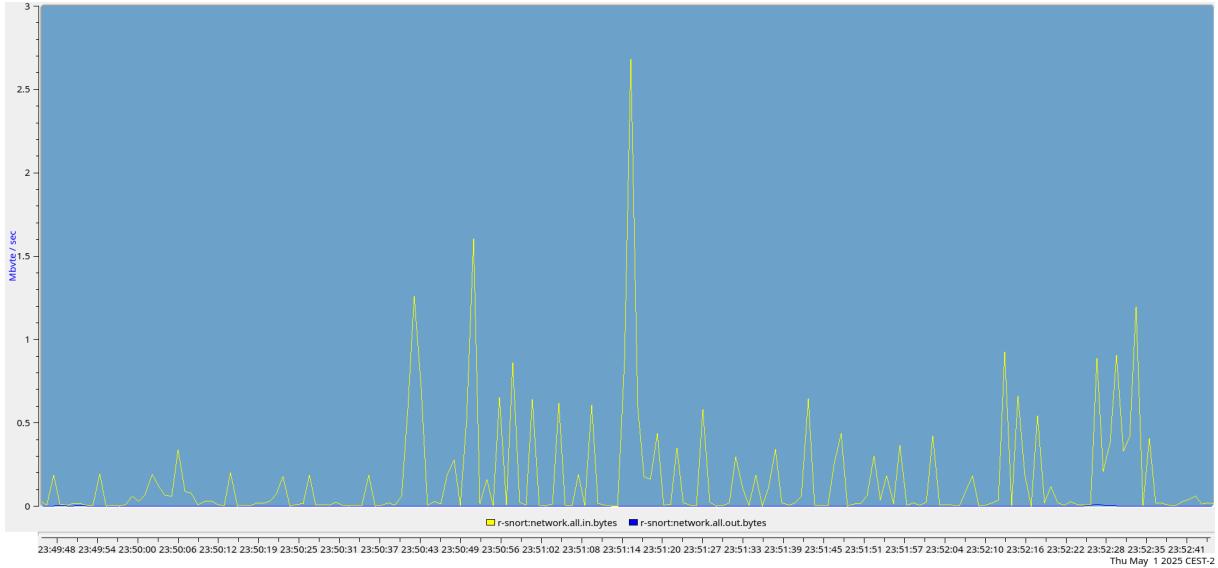


Figura 7.22: Tráfico de red con Snort desactivado.

Aunque también se presentan picos, su intensidad general parece ligeramente menor. Sin embargo, no se puede establecer una correlación directa entre la ejecución de Snort y una diferencia significativa en el volumen de tráfico de red, dado que éste depende principalmente de la actividad de los dispositivos conectados. El impacto de Snort sobre esta métrica resulta, por tanto, poco concluyente.

Prueba 4: Actividad del disco

Objetivo: Evaluar el impacto del sistema R-Snort sobre la escritura y lectura en disco durante su ejecución pasiva.

Métrica monitorizada:

- `disk.dev.write_bytes[mmcblk0]` – Bytes escritos por segundo (amarillo).
- `disk.dev.read_bytes[mmcblk0]` – Bytes leídos por segundo (azul).

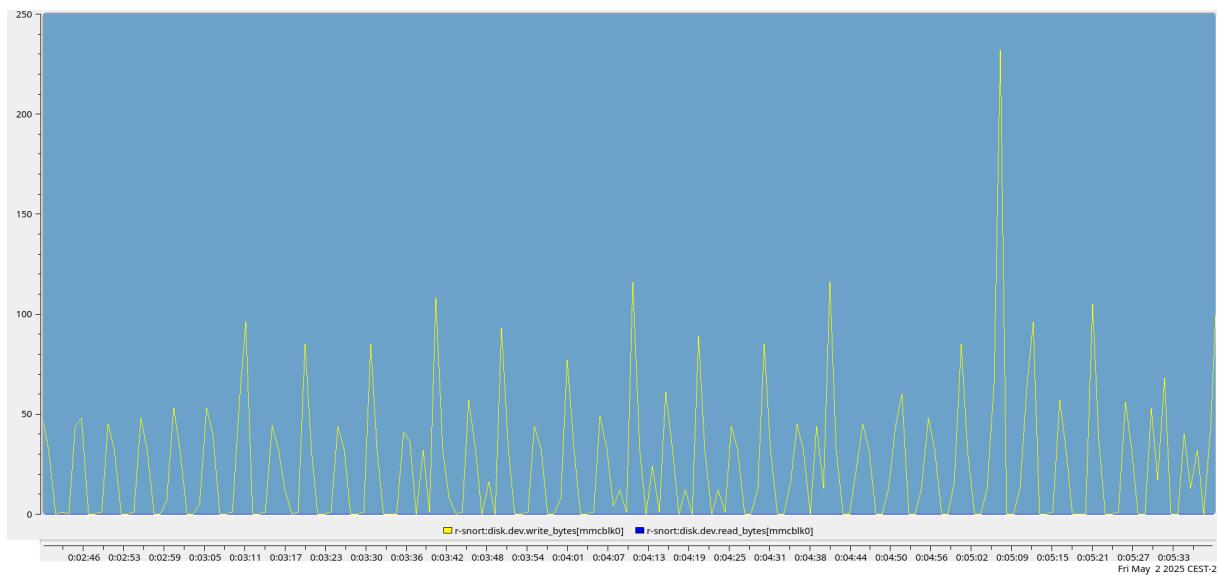


Figura 7.23: Actividad de disco con Snort activo.

Con Snort funcionando, se observa una mayor frecuencia de picos en la escritura de disco. Esto es consistente con la generación continua de logs en tiempo real. Las lecturas desde disco son prácticamente inexistentes, ya que Snort opera principalmente en modo de captura y escritura.

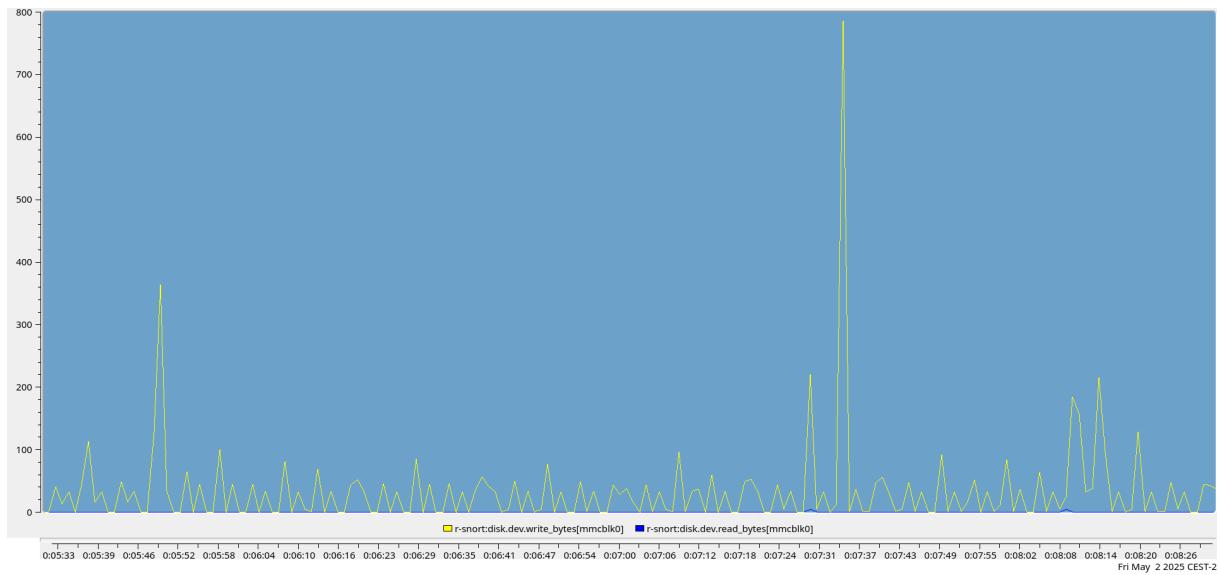


Figura 7.24: Actividad de disco con Snort desactivado.

Al desactivar Snort, los picos de escritura se reducen drásticamente, quedando solo operaciones menores relacionadas con el sistema. Este cambio confirma que la carga de I/O en disco generada por R-Snort es significativa y persistente durante su ejecución pasiva.

Prueba 6: Carga media del sistema (Load Average)

Objetivo: Observar el impacto prolongado de R-Snort sobre la carga media del sistema, utilizando la métrica de 15 minutos para evaluar si genera acumulación de procesos en cola o saturación progresiva.

Métrica monitorizada:

- `kernel.all.load[15 minute]` – Carga promedio del sistema durante los últimos 15 minutos.

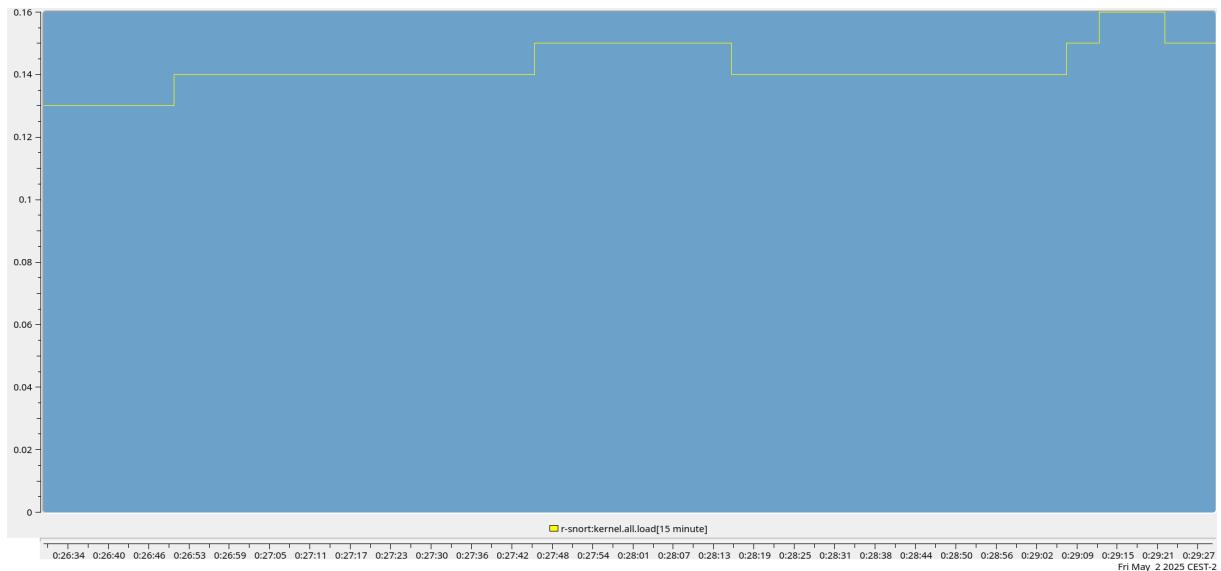


Figura 7.25: Carga media del sistema con y sin Snort activo (15 minutos).

En la figura se muestra la evolución de la carga media del sistema en intervalos de 15 minutos. Esta métrica representa el número promedio de procesos que están en ejecución o esperando acceso a la CPU. Dado que el sistema no está sometido a una carga pesada y Snort no induce tráfico masivo, los valores se mantienen bajos (en torno a 0.13 – 0.16), lo cual es normal en sistemas con múltiples núcleos.

Aunque se aprecian pequeñas fluctuaciones, estas no son significativas ni reflejan un impacto claro de Snort. Esto confirma que el servicio no genera bloqueos o acumulación de procesos cuando opera en segundo plano bajo condiciones normales de red.

7.3.3. Pruebas de rendimiento bajo carga masiva

Objetivo: Evaluar el comportamiento del sistema R-Snort cuando es sometido a tráfico de red masivo, simulando un entorno de alta exigencia como el de una red corporativa activa o un ataque volumétrico. Estas pruebas permiten analizar la capacidad de respuesta del sistema, su consumo de recursos y la estabilidad general del entorno.

Metodología: Se han lanzado múltiples flujos simultáneos desde el servidor Ubuntu (192.168.1.133) hacia la Raspberry Pi (192.168.1.132), utilizando la herramienta iperf3 en modo UDP. Para maximizar la presión sobre el sistema, se han abierto varias sesiones en paralelo y sin limitación de pacing, aumentando así la congestión de red y la carga sobre la CPU y la memoria del sistema.

```

1 # Ejecutar en 4 terminales distintas
2 iperf3 -c 192.168.1.132 -u -b 950M -t 600 --pacing-timer 0 -l 1470 -p 5201
3 iperf3 -c 192.168.1.132 -u -b 950M -t 600 --pacing-timer 0 -l 1470 -p 5202
4 iperf3 -c 192.168.1.132 -u -b 950M -t 600 --pacing-timer 0 -l 1470 -p 5203
5 iperf3 -c 192.168.1.132 -u -b 950M -t 600 --pacing-timer 0 -l 1470 -p 5204

```

Listing 7.1: Simulación de tráfico masivo desde Ubuntu Server hacia la Raspberry Pi

Prueba 1: Carga promedio del sistema (kernel.all.load)

Métrica monitorizada:

- kernel.all.load[15 minute] – Carga promedio del sistema en los últimos 15 minutos.

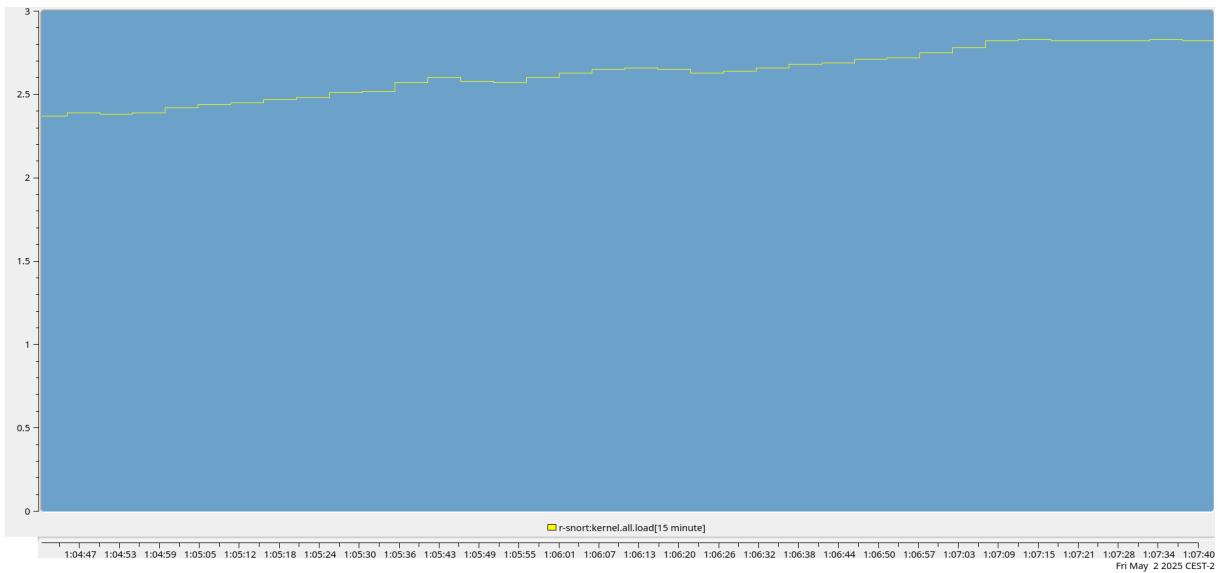


Figura 7.26: Carga promedio del sistema durante tráfico masivo.

Este gráfico representa la evolución de la carga del sistema a medida que se inducía tráfico de red extremo desde múltiples fuentes. A diferencia de las condiciones normales (donde la carga oscilaba en torno a 0.15), se observa una progresión ascendente constante hasta valores cercanos a 3.0. Esto indica que, aunque la Raspberry Pi logra mantener la estabilidad, comienza a saturarse al acercarse al límite de sus cuatro núcleos físicos.

La métrica de `load average` no refleja únicamente el uso de CPU, sino también la cantidad de procesos esperando ser ejecutados, incluyendo tareas bloqueadas por I/O. Por tanto, este resultado demuestra que Snort, bajo presión, sigue funcionando sin caídas, aunque con una carga crítica sostenida que evidencia el esfuerzo del sistema por procesar, analizar y registrar grandes volúmenes de datos en tiempo real.

Prueba 2: Utilización detallada de CPU (cpu.util)

Métricas monitorizadas:

- `kernel.cpu.util.user` – Porcentaje de tiempo en espacio de usuario (rojo).
- `kernel.cpu.util.sys` – Porcentaje de tiempo en espacio de kernel (azul).
- `kernel.cpu.util.idle` – Porcentaje de tiempo inactivo (amarillo).

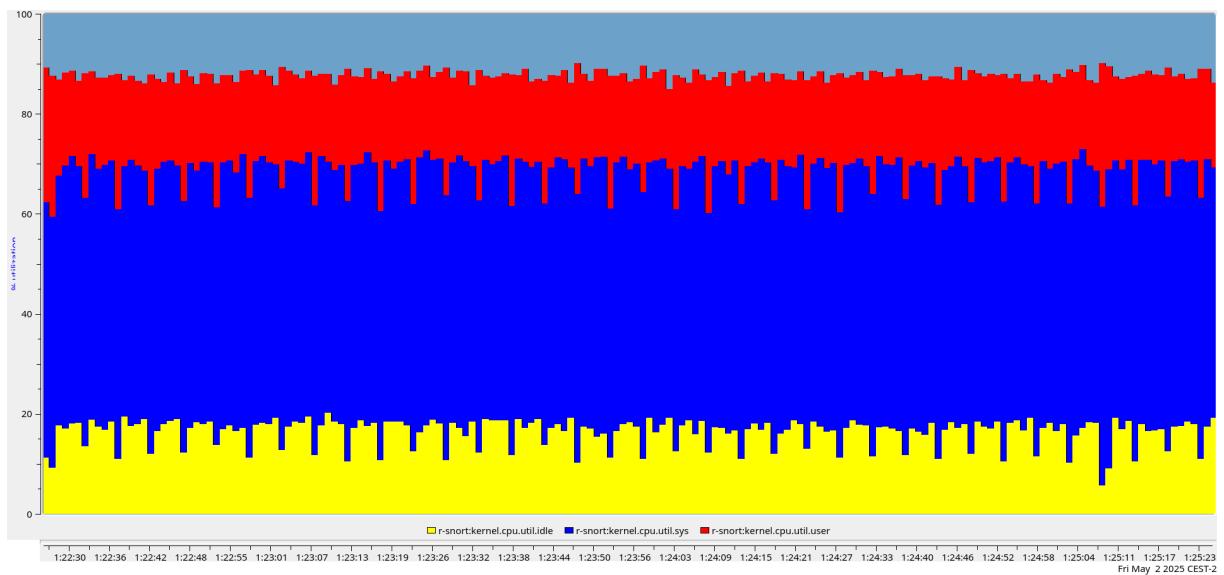


Figura 7.27: Utilización detallada de la CPU bajo tráfico extremo.

Este gráfico proporciona una visión más precisa del uso del procesador bajo condiciones de saturación. Se observa una clara reducción del tiempo inactivo (`idle`), que desciende a valores de entre 10 % y 20 %, en contraste con los valores habituales del sistema en reposo (superiores al 90 %).

Destaca el incremento del uso en espacio de kernel (`sys`), que supera con holgura al uso en espacio de usuario. Esto es coherente con el funcionamiento de Snort, ya que el procesamiento masivo de paquetes, junto con el acceso intensivo a red y disco, requiere una mayor interacción con funciones del sistema operativo.

La gráfica confirma que el sistema está operando al límite de su capacidad de procesamiento, con un reparto de carga constante y sostenido, validando el impacto real que un entorno de red cargado puede tener sobre la infraestructura de detección.

Prueba 3: Escritura y lectura en disco durante tráfico masivo

Métrica monitorizada:

- `disk.dev.write_bytes[mmcblk0]` – Escrituras en disco (amarillo).
- `disk.dev.read_bytes[mmcblk0]` – Lecturas desde disco (azul).

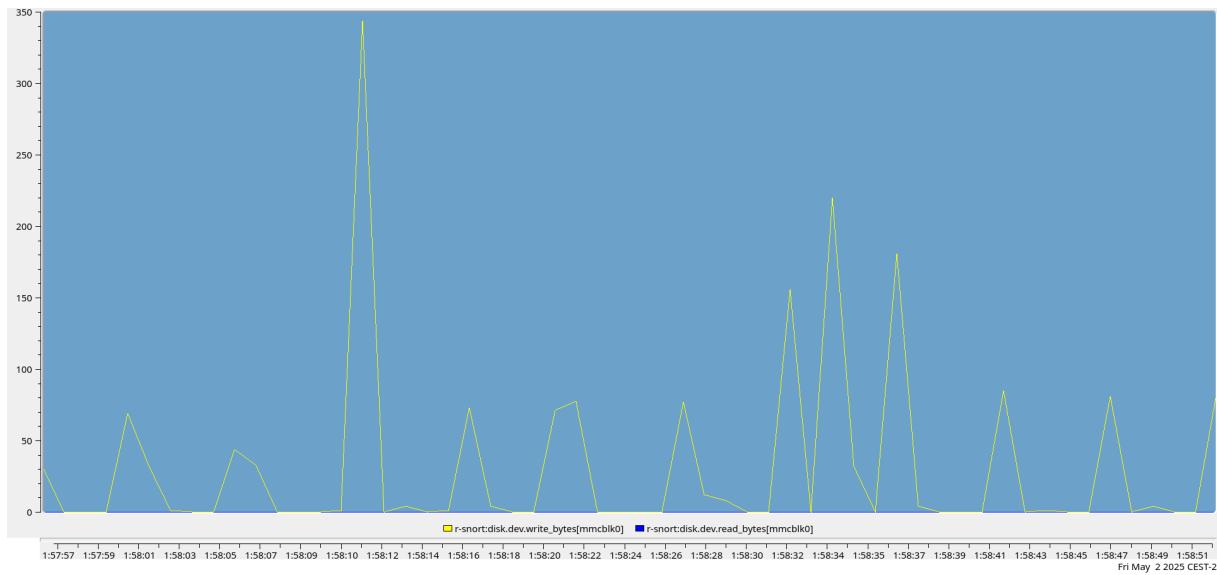


Figura 7.28: Lectura y escritura en disco durante tráfico masivo.

En comparación con la prueba equivalente en la sección de tráfico normal, esta gráfica muestra un aumento en la escritura sobre el dispositivo mmcblk0, con picos más frecuentes y pronunciados. Esto sugiere que, aunque la carga generada por Snort no saturó el sistema de archivos, sí incrementó el volumen de logs y alertas procesadas en tiempo real. La lectura en disco, como antes, se mantiene prácticamente nula, confirmando que el sistema actúa como un sensor que escribe alertas, pero no requiere leer grandes volúmenes de datos almacenados para su funcionamiento operativo.

8. Resultados

A lo largo de las pruebas realizadas, R-Snort ha demostrado ser una herramienta eficaz para la detección de intrusos en redes SOHO, operando de forma continua en segundo plano sin interferir de manera significativa en el rendimiento general del sistema. Para evaluar su impacto, se ha realizado una batería de pruebas tanto funcionales como de rendimiento, monitorizando las métricas clave del sistema mediante la herramienta pmchart, parte del conjunto de Performance Co-Pilot (PCP).

Las gráficas generadas con pmchart han permitido visualizar el comportamiento del sistema en distintas condiciones: tráfico normal con Snort activo, tráfico normal con Snort desactivado, y finalmente tráfico masivo inducido. A partir de esta monitorización, se ha confirmado que el impacto sobre la CPU, la memoria y la E/S en disco es bajo en condiciones normales, manteniéndose dentro de los márgenes esperables para un sistema NIDS pasivo. Incluso en situaciones de carga elevada, Snort consigue mantenerse operativo, aunque con un incremento notable en el uso de CPU y escrituras a disco, especialmente cuando se multiplica el tráfico mediante herramientas como iperf3.

Las pruebas funcionales con tráfico real, tanto manual como automatizado, han validado el correcto funcionamiento de los preprocesadores de Snort, así como la eficacia de las reglas comunitarias y las personalizadas definidas para este proyecto. Casos como la detección de fugas de datos (emails, tarjetas de crédito, NUSS), escaneos SNMP, respuestas DNS sospechosas o tráfico ICMP fueron correctamente identificados y registrados. Esto respalda la solidez del sistema R-Snort como solución ligera y eficiente para redes de tipo SOHO o pequeñas empresas.

Limitaciones

A pesar de los buenos resultados, deben reconocerse varias limitaciones:

- Las pruebas se realizaron en un entorno de red pequeño, con tráfico mayoritariamente controlado. Aunque se ha simulado carga intensiva, no se ha evaluado su comportamiento bajo ataques combinados, tráfico cifrado masivo o patrones anómalos sostenidos.
- Snort no realiza inspección activa de contenido cifrado (TLS/HTTPS), limitándose a analizar metadatos del tráfico. Esto reduce su eficacia en entornos donde el cifrado extremo a extremo es la norma.
- La evaluación se ha centrado en métricas de uso de recursos del sistema. No se ha llevado a cabo un análisis exhaustivo de falsos positivos o falsos negativos, que sería necesario en una validación de campo más amplia.

8.1. Resumen

Una vez completada la instalación de R-Snort, se evaluó su comportamiento en un entorno de red real, midiendo tanto su impacto en los recursos del sistema como su capacidad de detección. Para ello, se utilizó la herramienta pmchart, parte del ecosistema de Performance Co-Pilot, con la que se monitorizaron métricas clave de CPU, uso de memoria, escritura en disco y carga del sistema, comparando el rendimiento con Snort activado y desactivado.

Los resultados indican que, bajo condiciones normales de tráfico, el impacto de Snort es reducido. Se observa un incremento leve pero constante en el uso de CPU y actividad de disco, coherente con el procesamiento de paquetes y la escritura de alertas en segundo plano. En cambio, en escenarios de tráfico masivo inducido mediante iperf3, el sistema respondió de forma estable aunque con un aumento significativo de la carga del kernel y el consumo de recursos, lo que permite delimitar sus márgenes operativos en redes con alta actividad.

Además, se realizaron múltiples pruebas funcionales orientadas a validar la eficacia del sistema de detección. Acciones como escaneos de puertos, respuestas DNS anómalas, tráfico ICMP inusual o el envío de datos sensibles (como correos electrónicos, números de tarjeta o identificadores NUSS) fueron correctamente identificadas y notificadas mediante alertas. Estas respuestas, capturadas en tiempo real y almacenadas en formato JSON, validan tanto la configuración del motor Snort como la integración completa con el panel web desarrollado para su visualización.

En conjunto, los resultados confirman que R-Snort es una solución eficaz para proteger redes pequeñas, ofreciendo capacidades avanzadas de detección sin comprometer la estabilidad del sistema ni requerir hardware de alto rendimiento. Esta propuesta permite acercar tecnologías de inspección profunda a entornos SOHO de manera accesible y profesional.

Conclusiones

Los resultados obtenidos durante el desarrollo y evaluación de R-Snort respaldan la viabilidad del proyecto: el sistema es capaz de proporcionar vigilancia activa sobre una red SOHO sin requerir hardware costoso ni administración compleja. Su desempeño, modularidad y facilidad de despliegue lo convierten en una alternativa prometedora para quienes buscan una solución IDS ligera, efectiva y de código abierto.

A lo largo de las pruebas, se ha demostrado que R-Snort puede ejecutarse de forma sostenida en una Raspberry Pi 5 sin comprometer la estabilidad del sistema. Las métricas obtenidas mediante pmchart indican que el impacto sobre el rendimiento es asumible en condiciones normales de tráfico, con una carga ligera y estable sobre la CPU y un aumento moderado en la escritura en disco. Incluso cuando se indujo tráfico masivo con iperf3, la plataforma se mantuvo operativa, mostrando únicamente un incremento considerable en la carga del sistema y en el uso de recursos del kernel, como es esperable en contextos de estrés.

Desde el punto de vista funcional, R-Snort ha logrado detectar correctamente una amplia variedad de eventos, desde paquetes ICMP y respuestas DNS anómalas hasta escaneos SNMP y transmisiones de datos sensibles como correos electrónicos, tarjetas de crédito y NUSS. Las alertas se generaron en tiempo real y fueron registradas adecuadamente, lo que valida tanto la configuración de los preprocesadores como la eficacia de las reglas, incluyendo las personalizadas.

Un aspecto clave ha sido la capacidad del sistema para operar como una sonda pasiva sin interferir de manera perceptible en el uso cotidiano de la red. Durante sesiones normales de navegación, descargas o conexiones remotas, no se detectaron ralentizaciones significativas. Esto demuestra que R-Snort puede integrarse en redes pequeñas como un mecanismo de defensa continuo y no invasivo.

No obstante, debe entenderse que este sistema representa una primera capa de defensa. En entornos más exigentes, con mayor volumen de tráfico o amenazas más complejas, podría ser recomendable complementarlo con herramientas adicionales como motores de correlación, análisis forense o sistemas de respuesta automática.

En resumen, desplegar R-Snort en una Raspberry Pi proporciona una solución de monitorización efectiva, de bajo impacto y con resultados fiables. Su capacidad para detectar comportamientos anómalos, generar alertas y operar de forma autónoma lo convierte en una herramienta idónea para entornos SOHO, acercando la ciberseguridad avanzada a usuarios con recursos limitados o sin formación técnica especializada.

Trabajo futuro

Si bien R-Snort demuestra ser una solución funcional y eficiente en entornos SOHO, existen múltiples líneas de mejora que podrían explorarse para ampliar sus capacidades. A continuación, se detallan algunas propuestas que podrían aportar valor al sistema en versiones futuras:

1. Soporte mejorado para tráfico cifrado

Snort puede detectar metadatos de sesiones TLS, pero no realiza inspección profunda del contenido cifrado. Para mejorar la cobertura:

- Se podría integrar un proxy TLS para inspección SSL mediante técnicas de *SSL interception*, aunque esto plantea implicaciones legales y éticas.
- Alternativamente, se podrían usar heurísticas sobre patrones de tráfico cifrado (frecuencia, duración, tamaño) para inferir comportamientos anómalos.

2. Correlación de eventos y análisis de comportamiento

El uso de reglas aisladas tiene limitaciones frente a ataques distribuidos o técnicas evasivas. Por ello, se propone:

- Integrar un motor de correlación simple que agrupe alertas relacionadas por IP, hora o tipo.
- Desarrollar reglas basadas en comportamiento (por ejemplo, múltiples conexiones en puertos no estándar en un corto intervalo de tiempo).
- Implementar funciones de *rate limiting* y alertas por umbral para detectar escaneos o ataques de fuerza bruta progresivos.

3. Integración con herramientas de respuesta activa

R-Snort actúa como sistema de detección pasiva. En un futuro, podría complementarse con capacidades de respuesta automatizada:

- Bloqueo temporal de IPs detectadas como maliciosas mediante reglas en iptables o listas negras.
- Integración con fail2ban o sistemas similares para el bloqueo parcial o definitivo de los atacantes.
- Notificaciones en tiempo real por correo o servicios como Telegram o Discord Webhooks.

4. Paquete multi-plataforma y documentación extendida

El actual instalador está optimizado para Raspberry Pi 5 y Ubuntu Server. Sería útil ampliar la compatibilidad para:

- Otras arquitecturas ARM (como Orange Pi, Odroid o Rock Pi).
- Versiones de Debian y derivados (como Raspberry Pi OS o Ubuntu Desktop).
- Profesionalizar más el repositorio con documentación técnica detallada, guía de usuario y plantilla de personalización de reglas. Actualmente el repositorio existe pero se podría mejorar.

5. Métricas de calidad y validación formal

Para futuras versiones se podrían incluir:

- Pruebas automáticas de regresión tras cada cambio en las reglas.
- Métricas de rendimiento bajo ataques reales generados con herramientas como Metasploit o Scapy.
- Evaluación sistemática del ratio de falsos positivos y negativos.

6. Incorporación de aprendizaje automático

Aunque Snort no está diseñado para detección basada en IA, podría integrarse con un módulo externo que analice el tráfico histórico y proponga reglas o patrones de interés. Se podría investigar:

- Detección de anomalías mediante clustering como k-means o DBSCAN.
- Clasificación binaria de tráfico legítimo vs malicioso con árboles de decisión o redes neuronales simples.

Bibliografía

- [1] European Union Agency for Cybersecurity (ENISA). *Cybersecurity for SMEs: Challenges and Recommendations*, 2021. Disponible en: <https://www.enisa.europa.eu/sites/default/files/publications/ENISA%20Report%20-%20Cybersecurity%20for%20SMEs%20Challenges%20and%20Recommendations.pdf>. Último acceso: 9 abril 2025.
- [2] Rodríguez Eguren, P. S., Chichizola, F., y Rucci, E. (2018). *Análisis del uso de un cluster de Raspberry Pi para cómputo de alto rendimiento*. En XXIV Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (CACIC 2018), La Plata, Argentina, pp. 134-144. Disponible en: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/73047>. Último acceso: 9 abril 2025.
- [3] M. Roesch, “Snort: Lightweight Intrusion Detection for Networks,” en *Proceedings of the 13th USENIX Conference on System Administration (LISA '99)*, Seattle, Washington, USA, 1999. Disponible en: https://www.usenix.org/legacy/event/lisa99/full_papers/roesch/roesch.pdf.
- [4] Cisco Systems. *Snort 3 Official Website*. Disponible en: <https://www.snort.org/snort3>. Último acceso: 9 abril 2025.
- [5] Insani, P. P., Kanedi, I., y Al Akbar, A. (2023). *Implementation of Snort as a Wireless Network Security Detection Tool Using Linux Ubuntu*. *Jurnal Komputer, Informasi dan Teknologi*, 3(2), 443–458.
- [6] Gkamas, T., Karaikos, V., y Kontogiannis, S. (2022). *Performance evaluation of distributed database strategies using Docker as a Service for industrial IoT data: Application to Industry 4.0*. *Information*, 13(4), 190. MDPI.
- [7] O’Leary, M. (2015). *Snort*. En *Cyber Operations: Building, Defending, and Attacking Modern Computer Networks* (pp. 605–641). Springer.
- [8] Snort Team. *Snort 3 version 3.1.84.0 Release Notes*. GitHub, 2023. Disponible en: <https://github.com/snort3/snort3/releases/tag/3.1.84.0>. Último acceso: 9 abril 2025.
- [9] Kuruvila, A. P., Meng, X., Kundu, S., Pandey, G., y Basu, K. (2022). *Explainable machine learning for intrusion detection via hardware performance counters*. *IEEE Transactions on Computer-Aided Design of Integrated Circuits and Systems*, 41(11), 4952–4964. IEEE.
- [10] Coşar, M., y Karasartova, S. (2017). *A firewall application on SOHO networks with Raspberry Pi and Snort*. En *2017 International Conference on Computer Science and Engineering (UBMK)* (pp. 1000–1003). IEEE.
- [11] P. Cichonski, T. Millar, T. Grance, K. Scarfone. *Guide to Intrusion Detection and Prevention Systems (IDPS)*. NIST Special Publication 800-94, 2012. Disponible en: <https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/Legacy/SP/nistspecialpublication800-94.pdf>.

- [12] Abbas, S., Naser, W., y Kadhim, A. *Subject review: Intrusion detection system (IDS) and intrusion prevention system (IPS)*. Global Journal of Engineering and Technology Advances, vol. 2, nº 14, pp. 155–158, 2023.
- [13] Garcia-Teodoro, P., Diaz-Verdejo, J., Maciá-Fernández, G., y Vázquez, E. (2009). *Anomaly-based network intrusion detection: Techniques, systems and challenges*. *Computers & Security*, 28(1–2), 18–28. Elsevier.
- [14] Signature-based Detection. (2005). *Signature-based Intrusion Detection*.
- [15] Younus, Z. S., y Alanezi, M. (2023). *Detect and Mitigate Cyberattacks Using SIEM*. En *2023 16th International Conference on Developments in eSystems Engineering (DeSE)* (pp. 510–515). IEEE.
- [16] Cortés Novoa, A. F. (2017). *Amenazas persistentes avanzadas (APT): modelo de funcionamiento y análisis al caso de estudio ProjectSauron* (Tesis de grado). Universidad Piloto de Colombia.
- [17] Travis, G., Balas, E., Ripley, D., y Wallace, S. (2004). *Analysis of the “SQL Slammer” worm and its effects on Indiana University and related institutions*. Indiana University. Disponible en: <https://www.megasecurity.org/papers/Back-Doored%20by%20the%20Slammer.pdf>. Último acceso: 9 abril 2025.
- [18] Kerr, P. K., Rollins, J., y Theohary, C. A. (2010). *The Stuxnet computer worm: Harbinger of an emerging warfare capability*. Congressional Research Service, Washington, DC. Disponible en: <https://cyberwar.nrl.dodlive.mil/R41524.pdf>. Último acceso: 9 abril 2025.
- [19] Al-Rabiahah, S. (2018). *The “Stuxnet” virus of 2010 as an example of a “APT” and its “Recent” variances*. En *2018 21st Saudi Computer Society National Computer Conference (NCC)* (pp. 1–5). IEEE.
- [20] Snort. *Página oficial de Snort*. Disponible en: <https://www.snort.org/>
- [21] Cisco Systems. *Rule Writer’s Guide to Snort 3 Rules*. Disponible en: https://snort-org-site.s3.amazonaws.com/production/document_files/files/000/000/596/original/Rules_Writers_Guide_to_Snort_3_Rules.pdf. Último acceso: 9 abril 2025.
- [22] Open Information Security Foundation (OISF). *Suricata Official Website*. Disponible en: <https://suricata.io/>. Último acceso: 9 abril 2025.
- [23] Cisco Talos. *Registered vs. Subscriber Rules*. Snort.org. Disponible en: <https://snort.org/documents/registered-vs-subscriber>.
- [24] Rueda, Á. F., Rodríguez García, J. A., y Sanz de Castro, I. (s.f.). *Revisiting SOHO Router Attacks*. En *In Depth Security Vol. II* (p. 135). Disponible en: <https://d-nb.info/115018552X/34#page=143>. Último acceso: 9 abril 2025.
- [25] Bakhshi, T., Ghita, B., & Kuzminykh, I. (2024). *A review of IoT firmware vulnerabilities and auditing techniques*. Sensors, 24(2), 708. MDPI. Recuperado de <https://www.mdpi.com/1424-8220/24/2/708/pdf>. Último acceso: 9 abril 2025.

- [26] Park, W., y Ahn, S. (2017). *Performance comparison and detection analysis in Snort and Suricata environment*. *Wireless Personal Communications*, 94, 241–252. Springer.
- [27] Netgate. *Snort 3.2.9.14 and Snort 4.1.1 Updates – Release Notes for pfSense 2.4.5_p1 and pfSense 2.5*, 2020. Disponible en: <https://forum.netgate.com/topic/155429/snort-3-2-9-14-and-snort-4-1-1-updates-release-notes-for-pfsense-2-4-5-p1-and-pfsense-2-5>. Último acceso: 9 abril 2025.
- [28] Combs, R., & Munshaw, J. (2020). *The major differences that set Snort 3 apart from Snort 2*. Recuperado de <https://blog.snort.org/2020/08/snort-3-2-differences.html>. Último acceso: 9 abril 2025.
- [29] Cisco Systems. *Snort 3.1.8.0 Installation Guide for Ubuntu 18 and 20*. Disponible en: https://snort-org-site.s3.amazonaws.com/production/document_files/files/000/012/147/original/Snort_3.1.8.0_on_Ubuntu_18_and_20.pdf. Último acceso: 9 abril 2025.
- [30] Cisco. (2023). *Snort 3.1.84.0 User Manual*. La documentación oficial proporciona una guía detallada sobre la configuración de snort.lua. Recuperado de https://snort-org-site.s3.amazonaws.com/production/release_files/files/000/038/976/original/snort_user.html. Último acceso: 10 abril 2025.
- [31] Emerging Threats. (2025). *Emerging Threats Firewall Block List*. Recuperado de <https://rules.emergingthreats.net/fwrules/emerging-Block-IPs.txt>. Último acceso: 10 abril 2025.
- [32] Song, W., Beshley, M., Przystupa, K., Beshley, H., Kochan, O., Pryslupskyi, A., & Su, J. (2020). *A software deep packet inspection system for network traffic analysis and anomaly detection*. Sensors, 20(6), 1637. Recuperado de <https://www.mdpi.com/1424-8220/20/6/1637/pdf>. Último acceso: 10 abril 2025.
- [33] Debian Project. (2024). *Debian New Maintainers' Guide – Chapter 6: Good packaging practices*. Recuperado de <https://www.debian.org/doc/manuals/debmake-doc/ch06.en.html>. Último acceso: 10 abril 2025.
- [34] Bartman, T., & Kraft, J. (2016). *An introduction to applying network intrusion detection for industrial control systems*. Iron & Steel Technology, 13(12), 70–77. En este trabajo se describe cómo emplear Snort en entornos industriales mediante un switch configurado con port mirroring, lo que permite la inspección pasiva del tráfico sin afectar la red productiva. Recuperado de https://assets.contentstack.io/v3/assets/bltea08f3d94a418a1b/bltfe74dab1ab1bc726/62e949c0e791ec0dc5db3668/6753_IntroductionApplying_TB_20160212_Web2.pdf. Último acceso: 10 abril 2025.
- [35] PCP Project. (2025). *Port Control Protocol (PCP) Project*. Recuperado de <https://pcp.io/>.

A. Anexo A: Repositorio de R-SNORT

El código completo del instalador R-Snort, incluyendo los scripts modulares, archivos de configuración, reglas y paquetes necesarios para compilar Snort 3 en sistemas ARM como Raspberry Pi 5, se encuentra disponible en el siguiente repositorio:

- **Repositorio GitHub:** <https://github.com/deianp189/r-snort-installer.git>
- **Última versión estable:** v1.0.0
- **Tipo de licencia:** Creative Commons (CC BY-NC-SA 4.0)

Este repositorio puede ser clonado con el siguiente comando:

```
1 git clone https://github.com/deianp189/r-snort-installer.git
```

Dependencias del sistema

El instalador de R-Snort gestiona automáticamente la instalación de todas las dependencias necesarias. Estas se dividen en dos grupos:

Dependencias instaladas mediante APT

Las siguientes bibliotecas y herramientas se instalan desde los repositorios oficiales de Ubuntu:

- build-essential, cmake, libtool, pkg-config
- libpcap-dev, libpcre3-dev, libpcre2-dev
- libdumbnet-dev, libhwloc-dev, liblzma-dev
- libssl-dev, libnuma-dev, uuid-dev
- libunwind-dev, libsafec-dev, zlib1g-dev
- bison, flex, autoconf, automake
- git, wget, curl, check, w3m

Dependencias compiladas desde código fuente

Además, se compilan manualmente (o mediante scripts) los siguientes paquetes a partir de archivos comprimidos incluidos en el directorio `software/` del instalador:

- `daq.tar.gz` – Data Acquisition Library (DAQ)
- `hwloc.tar.gz` – Portable Hardware Locality
- `libdnet.tar.gz` – DumbNet
- `libpcap.tar.gz` – Packet capture library
- `luajit.tar.gz` – Lightweight Lua JIT compiler
- `lzma.tar.gz` – LZMA compression library
- `openssl.tar.gz` – OpenSSL cryptographic library
- `pcre2.tar.gz` – Perl Compatible Regular Expressions v2
- `zlib.tar.gz` – Compression library
- `snort3.tar.gz` – Snort 3 engine (principal)

Estas dependencias se integran automáticamente durante la ejecución de los scripts incluidos en el instalador.

Capturas del repositorio en GitHub

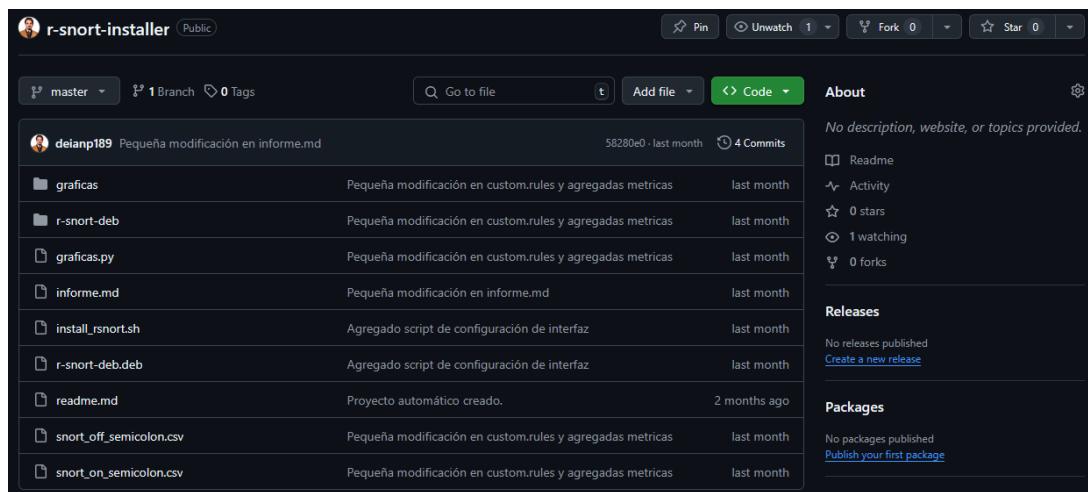


Figura A.1: Vista general del repositorio `r-snort-installer`.

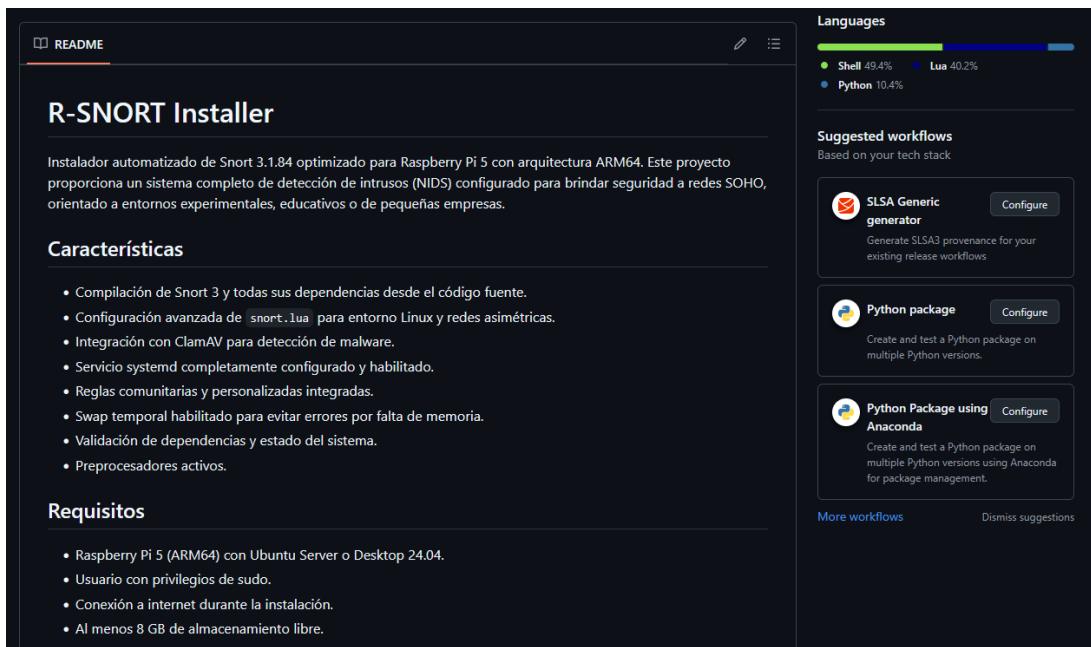


Figura A.2: Sección de características.

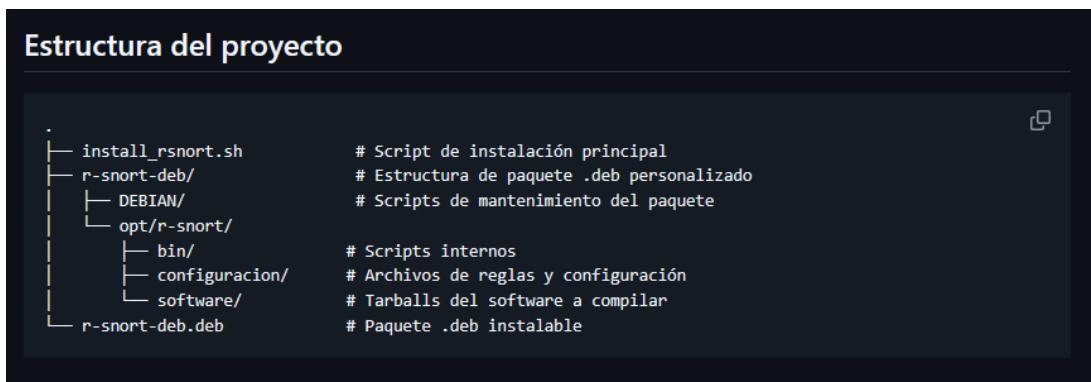


Figura A.3: Estructura del proyecto y árbol de carpetas.

Instalación

Opcion A: desde código fuente

```
git clone https://github.com/deianp189/r-snort-installer.git  
cd r-snort-installer  
sudo ./install_rsnort.sh
```

Este script:

- Actualiza el sistema
- Instala dependencias con apt
- Instala r-snort-deb.deb o lo construye si no existe
- Ejecuta todo el flujo de instalación automatizado

Opcion B: instalación directa del paquete .deb

```
sudo dpkg -i r-snort-deb.deb  
sudo apt --fix-broken install -y
```

Figura A.4: Instrucciones de instalación.

Uso del sistema

El servicio Snort queda instalado como snort.service y se activa al arranque:

```
sudo systemctl status snort  
sudo journalctl -u snort -f
```

Los binarios, configuraciones y reglas están instalados bajo /usr/local/snort/ .

Actualizaciones y mantenimiento

- Para actualizar firmas de ClamAV:

```
sudo freshclam
```

- Para editar reglas personalizadas:

```
sudo nano /usr/local/snort/etc/snort/custom.rules  
sudo systemctl restart snort
```

- Para desinstalar el sistema:

```
sudo systemctl stop snort  
sudo systemctl disable snort  
sudo rm -rf /usr/local/snort /etc/systemd/system/snort.service /var/log/snort  
sudo apt remove --purge r-snort -y  
sudo apt autoremove -y
```

Figura A.5: Uso del sistema.

B. Anexo B: Scripts y archivos del instalador R-Snort

Este anexo contiene el contenido completo de los scripts y archivos de control del sistema de instalación R-Snort. Los archivos están clasificados según su ubicación en la estructura de directorios del proyecto.

1. Script principal de instalación (nivel raíz)

install_rsnort.sh

```
1  #!/bin/bash
2  set -e
3
4  echo "[R-SNORT] Actualizando lista de paquetes..."
5  sudo apt update
6
7  echo "[R-SNORT] Instalando dependencias..."
8  sudo apt install -y bash build-essential libpcap-dev xz-utils liblzma-dev clamav
9    ↪ clamav-daemon
10
11 echo "[R-SNORT] Dependencias instaladas."
12
13 # Buscar interfaces Ethernet conectadas
14 echo "Buscando interfaces Ethernet disponibles..."
15 interfaces=$(ip -o link show | awk -F': ' '/^[0-9]+: e/ {print $2}')
16
17 if [[ ${#interfaces[@]} -eq 0 ]]; then
18   echo "No se encontraron interfaces Ethernet. ¿Está el adaptador conectado?"
19   exit 1
20 fi
21
22 echo "Interfaces disponibles:"
23 for i in "${!interfaces[@]}"; do
24   echo "  [$i] ${interfaces[$i]}"
25 done
26
27 read -rp "Elige la interfaz para analizar tráfico (la del switch): " index
28 IFACE="${interfaces[$index]}"
29
30 # Guardar la interfaz en archivo para que el script dentro del .deb la use
31 echo "$IFACE" | sudo tee /etc/rsnort_iface > /dev/null
32
33 # Verificación
34 echo "Interfaz seleccionada: $IFACE"
35 echo
36
37 # Instalación del paquete
38 if [ ! -f r-snort-deb.deb ]; then
39   echo "[ERROR] No se encontró el archivo r-snort-deb.deb"
```

```

39 echo "Ejecuta: dpkg-deb --build r-snort-deb"
40 exit 1
41 fi

43 echo "[R-SNORT] Instalando paquete .deb..."
44 sudo dpkg -i r-snort-deb.deb || {
45     echo "dpkg reportó errores. Intentando solucionarlos..."
46     sudo apt --fix-broken install -y
47 }

49 echo "[R-SNORT] Instalación completa."

```

Listing B.1: Script principal install_rsnort.sh

2. Scripts del directorio **opt/r-snort/bin**

build_from_source.sh

```

1 #!/bin/bash

3 package_install() {
4     local archivo="$1"

5     # Validar integridad antes de intentar descomprimir
6     if [[ "$archivo" == *.tar.gz ]]; then
7         gzip -t "$archivo" || error "Archivo corrupto (gzip): $archivo"
8     fi

11    log "Instalando: $(basename \"$archivo\")"
12    tar -xf "$archivo"
13    dir=$(find . -mindepth 1 -maxdepth 1 -type d | grep -v '^./\.' | head -n 1)

15    if [[ -z "$dir" || ! -d "$dir" ]]; then
16        error "No se encontró un directorio válido tras descomprimir $archivo"
17    fi

19    log "Entrando en directorio: $dir"
20    cd "$dir"

23    case "$archivo" in
24        *luajit*)
25            make -j"${nproc}"
26            make install PREFIX=/usr
27        ;;

29        *openssl*)
30            local target
31            if uname -m | grep -q aarch64; then
32                target="linux-aarch64"
33            else
34                target="linux-generic32"
35            fi
36            ./Configure --prefix=/usr --openssldir=/etc/ssl "$target"

```

```

37      make -j"${nproc}"
make install
;;
41
41      *daq*)
log "Instalando DAQ con precauciones (desactivando 'set -e' temporalmente)..."
43      set +e
44      if [[ -f "bootstrap" ]]; then
45          chmod +x bootstrap
46          ./bootstrap
47          bootstrap_status=$?
48      else
49          bootstrap_status=1
50      fi
51      if [[ $bootstrap_status -ne 0 && -f "configure.ac" && ! -f "configure" ]]; then
52          autoreconf -fi
53      fi
54      set -e
55      ./configure --prefix=/usr --enable-shared
56      make -j"${nproc}"
57      make install || error "Fallo al instalar DAQ"
58      ;;
59
60      *)
61      if [[ -f "configure.ac" && ! -f "configure" ]]; then
62          [[ -f "bootstrap" ]] && chmod +x bootstrap && ./bootstrap || autoreconf -fi
63      fi
64      if [[ -f "configure" ]]; then
65          ./configure --prefix=/usr --enable-shared
66      else
67          cmake . -DCMAKE_INSTALL_PREFIX=/usr
68      fi
69      make -j"${nproc}"
70      make install || error "Fallo al instalar ${basename "$archivo"}"
71      ;;
72      esac
73
74      cd ..
75      rm -rf "$dir"
76      success "${basename "$archivo"} instalado."
77  }

78  software_package_install() {
79      cd "$SOFTWARE_DIR"
80      log "Ordenando paquetes para instalación de dependencias primero..."
81      for f in $(ls *.tar.gz *.tar.xz 2>/dev/null | sort | grep -vi snort); do
82          package_install "$f"
83      done
84      log "Snort se instalará en una fase posterior. Omitido aquí."
85
86      for pkg in clamav clamav-daemon; do
87          if ! dpkg -s "$pkg" >/dev/null 2>&1; then
88              log "[!] El paquete '$pkg' no está instalado. Instálalo manualmente con: sudo"
89              ↳ apt install clamav clamav-daemon"
90          continue

```

```
91     fi
92     done
93
94     freshclam || log "No se pudo actualizar la base de firmas en este momento"
95     systemctl enable clamav-freshclam
96     systemctl enable clamav-daemon
97     systemctl restart clamav-daemon
98     systemctl is-active --quiet clamav-daemon && success "ClamAV está activo." ||
99     ↪ log "ClamAV instalado pero no activo."
}
```

Listing B.2: build_from_source.sh

checks.sh

```
1 #!/bin/bash
2
3  check_root() {
4      [ "$(id -u)" -eq 0 ] || error "Este script debe ejecutarse como root."
5  }
6
7  interface_selection() {
8      if [[ -f /etc/rsnort_iface ]]; then
9          IFACE=$(cat /etc/rsnort_iface)
10         log "Interfaz cargada desde configuración previa: $IFACE"
11     else
12         error "No se encontró el archivo /etc/rsnort_iface con la interfaz seleccionada.
13         ↪ "
14     fi
15 }
```

Listing B.3: checks.sh

configure_snort.sh

```
1 #!/bin/bash
2
3  snort_config() {
4      local CONFIG_DIR="$1"
5      local INSTALL_DIR="$2"
6      local IFACE="$3"
7
8      log "Copiando configuración..."
9      mkdir -p "$INSTALL_DIR/etc/snort"
10     cp "$CONFIG_DIR/snort.lua" "$INSTALL_DIR/etc/snort/"
11     cp "$CONFIG_DIR/custom.rules" "$INSTALL_DIR/etc/snort/"
12
13     if [[ -f "$CONFIG_DIR/blocklist.rules" ]]; then
14         cp "$CONFIG_DIR/blocklist.rules" "$INSTALL_DIR/etc/snort/"
15     else
16         log "No se encontró blocklist.rules, creando archivo vacío..."
17         touch "$INSTALL_DIR/etc/snort/blocklist.rules"
18     fi
19 }
```

```

20 mkdir -p "$INSTALL_DIR/etc/snort/reputation" "$INSTALL_DIR/etc/snort/snort3-
21 ↵ community-rules"
22 touch "$INSTALL_DIR/etc/snort/reputation/interface.info"
23 tar -xzf "$CONFIG_DIR/snort3-community-rules.tar.gz" -C "$INSTALL_DIR/etc/snort/
24 ↵ snort3-community-rules" --strip-components=1

25 if [ -f /etc/systemd/system/snort.service ]; then
26 cp /etc/systemd/system/snort.service /etc/systemd/system/snort.service.bak
27 log "Backup del servicio original guardado."
28 fi

29 cat > /etc/systemd/system/snort.service <<EOF
30 [Unit]
31 Description=Snort NIDS Daemon
32 After=network.target

33 [Service]
34 ExecStart=$INSTALL_DIR/bin/snort -c $INSTALL_DIR/etc/snort/snort.lua -i $IFACE -
35 ↵ A alert_fast
36 ExecReload=/bin/kill -HUP ${MAINPID}
37 Restart=always
38 User=root
39 Group=root
40 LimitCORE=infinity
41 LimitNOFILE=65536
42 LimitNPROC=65536
43 PIDFile=/var/run/snort.pid

44 [Install]
45 WantedBy=multi-user.target
46 EOF

47 systemctl daemon-reexec
48 systemctl daemon-reload
49 systemctl enable snort.service
50 systemctl restart snort.service || error "No se pudo iniciar Snort."
51 sleep 2
52 systemctl status snort.service --no-pager
53 success "Servicio Snort configurado y activo."
54 }

```

Listing B.4: configure_snort.sh

core.sh

```

#!/bin/bash

2 RED='\033;31m'; GREEN='\033;32m'; BLUE='\033;34m'; NC='\033m'

4 ascii_banner() {
5   cat << 'EOF'
6   ##### R-SNORT BANNER #####
7   Snort 3 Installer
8   EOF
9 }

```

```

12 log() { echo -e "${BLUE}[*] $1${NC}"; }
13 success() { echo -e "${GREEN} $1${NC}"; }
14 error() { echo -e "${RED} $1${NC}" >&2; exit 1; }
```

Listing B.5: core.sh

dependencies.sh

```

#!/bin/bash

dependencies_install() {
    log "Verificando dependencias del sistema..."

    local pkgs=(build-essential libpcap-dev xz-utils liblzma-dev clamav clamav-
    ↪ daemon)
    local faltantes=()

    for pkg in "${pkgs[@]}"; do
        if ! dpkg -s "$pkg" >/dev/null 2>&1; then
            faltantes+=("$pkg")
        fi
    done

    if (( ${#faltantes[@]} > 0 )); then
        error "Faltan las siguientes dependencias del sistema: ${faltantes[*]}. Instá-
    ↪ lalas manualmente con: sudo apt install ${faltantes[*]}"
    fi
}

log "Todas las dependencias están satisfechas."
}
```

Listing B.6: dependencies.sh

install_snort.sh

```

#!/bin/bash

snort_install() {
    local SOFTWARE_DIR="$1"
    local INSTALL_DIR="$2"

    log "Preparando instalación de Snort 3 (versión estable sin soporte NUMA)..."

    cd "$SOFTWARE_DIR"
    tar -xzf snort3.tar.gz
    cd "$(find . -maxdepth 1 -type d -name 'snort3*' | head -n 1)"

    # Corrige bug de hilos si es necesario (solo versiones antiguas)
    sed -i 's/\[\ \"\$NUMTHREADS\" -lt \"\$MINTHREADS\" \]/[ \"${NUMTHREADS:-0}\"]'-
    ↪ lt \"${MINTHREADS:-1}\"]/' configure_cmake.sh

    # Prevenir advertencias por OpenSSL 3+
    unset LDFLAGS
}
```

```

18 unset CXXFLAGS
19 export LDFLAGS=""
20 export CXXFLAGS="-Wno-deprecated-declarations"

22 ./configure_cmake.sh --prefix="$INSTALL_DIR"

24 cd build
25 temp_swap_if_necessary

26 log "Compilando Snort 3. Puede tardar varios minutos..."
27 make -j$(nproc) || error "Fallo en make al compilar Snort 3."
28 make install
29 ldconfig

32 ln -sf "$INSTALL_DIR/bin/snort" /usr/local/bin/snort

34 success "Snort 3 instalado con éxito."
}

```

Listing B.7: install_snort.sh

interface_setup.sh

```

1 #!/bin/bash

3 interface_setup() {
4     local iface="$1"

5     log "Verificando estado de la interfaz $iface..."
6     state=$(ip link show "$iface" | grep -o 'state [A-Z]*' | awk '{print $2}')

8     if [[ "$state" != "UP" ]]; then
9         log "La interfaz $iface está DOWN. Activando..."
10        ip link set dev "$iface" up || error "No se pudo activar la interfaz $iface."
11    else
12        log "La interfaz $iface ya está UP."
13    fi

15    # Verificar si tiene IP y eliminarla (para sniffeo puro)
16    if ip addr show "$iface" | grep -q 'inet'; then
17        log "Eliminando IP de $iface para sniffeo sin interferencias..."
18        ip addr flush dev "$iface"
19    fi

21    # Establecer modo promiscuo si no lo está
22    if ! ip link show "$iface" | grep -q PROMISC; then
23        log "Activando modo promiscuo en $iface..."
24        ip link set "$iface" promisc on || error "No se pudo activar modo promiscuo en $iface."
25    else
26        log "$iface ya está en modo promiscuo."
27    fi

29    success "Interfaz $iface preparada para análisis de red."
30 }

```

```
33 [[ -n "${IFACE:-}" ]] && interface_setup "$IFACE"
```

Listing B.8: interface_setup.sh

stats.sh

```
1 #!/bin/bash

3 show_stats() {
5     local IFACE="$1"
5     local INSTALL_DIR="$2"

7     echo
9     log "Resumen del sistema tras la instalación:"
10    uptime_str=$(uptime -p)
11    total_ram=$(free -h | awk '/Mem:/ {print $2}')
12    used_ram=$(free -h | awk '/Mem:/ {print $3}')
13    swap_enabled=$(swapon --noheadings | wc -l)
14    swap_used=$(free -h | awk '/Swap:/ {print $3 "/" $2}')
15    disk_usage=$(df -h / | awk 'NR==2 {print $3 " usados de " $2}')
16    cpu_model=$(lscpu | grep "Model name" | sed 's/Model name:\s*//')
17    cpu_cores=$(nproc)
18    snort_version=$(("$INSTALL_DIR/bin/snort" -V 2>/dev/null | awk '/Version/{print $
19      4; exit}' || echo "No encontrado")
20    clamav_version=$(clamscan -V 2>/dev/null | awk '{print $2}' || echo "No
21      encontrado")

22    echo "-----"
23    echo -e "Hostname:          $(hostname)"
24    echo -e "Uptime:            $uptime_str"
25    echo -e "RAM usada:        $used_ram / $total_ram"
26    echo -e "Swap activa:      $([ "$swap_enabled" -eq 0 ] && echo "No" || echo "S
27      i ($swap_used) ")"
28    echo -e "Espacio raíz:    $disk_usage"
29    echo -e "CPU:              $cpu_model ($cpu_cores núcleos)"
30    echo -e "Snort versión:    ${snort_version:-No encontrado}"
31    echo -e "ClamAV versión:   ${clamav_version:-No encontrado, falta instalar}"
32    echo -e "Interfaz activa:   $IFACE"
33    echo "-----"
34
35    success "Snort 3 está en ejecución en la interfaz: $IFACE."
36}
```

Listing B.9: stats.sh

swap.sh

```
1 #!/bin/bash

3 temp_swap_if_necessary() {
4     local mem_kb
5     mem_kb=$(grep MemTotal /proc/meminfo | awk '{print $2}')
```

```

7   if [ "$mem_kb" -lt 1500000 ]; then
8     if ! free | awk '/^Swap:/ {exit !$2}'; then
9       log "Creando swap temporal..."
10
11    if ! fallocate -l 2G /swapfile_snort; then
12      log "fallocate falló, usando dd como alternativa..."
13      dd if=/dev/zero of=/swapfile_snort bs=1M count=2048 || {
14        error "No se pudo crear swap con dd tampoco. Abortando."
15        return 1
16      }
17    fi
18
19    chmod 600 /swapfile_snort
20    mkswap /swapfile_snort
21    swapon /swapfile_snort
22    success "Swap temporal creada en /swapfile_snort"
23  else
24    log "Swap ya activa. No se necesita crear otra."
25  fi
26 else
27  log "RAM suficiente ( $\geq$ 1.5 GB). No se necesita swap temporal."
28  fi
29 }
30
31 temp_swap_clean() {
32   if swapon --show | grep -q "/swapfile_snort"; then
33     log "Desactivando swap temporal..."
34     if swapoff /swapfile_snort; then
35       rm -f /swapfile_snort
36       success "Swap temporal eliminada."
37     else
38       log "Swap ya estaba desactivada o no se pudo eliminar. Continuando."
39     fi
40   else
41     log "No hay swap temporal activa. Nada que limpiar."
42   fi
43 }

```

Listing B.10: swap.sh

3. Script general de orquestación

r-snort_installer.sh

```

1 #!/bin/bash
#####
2 # R-SNORT INSTALLER #
#####
3 set -euo pipefail
4 trap 'echo -e "\n\033[31m Fallo en línea $LINENO del script principal\033[0m"' ERR
5
6 CONFIG_DIR=$(pwd)/configuracion
7 SOFTWARE_DIR=$(pwd)/software
8 INSTALL_DIR=/usr/local/snort

```

```
11 LOG_FILE="/var/log/snort_install.log"

13 # Redirigir salida a log inmediatamente
14 exec > >(tee -a "$LOG_FILE") 2>&1

15 # Importar funciones
16 source ./bin/core.sh
17 source ./bin/checks.sh
18 source ./bin/swap.sh
19 source ./bin/dependencies.sh
20 source ./bin/build_from_source.sh
21 source ./bin/install_snort.sh
22 source ./bin/configure_snort.sh
23 source ./bin/stats.sh

25 # Verificación mínima
26 type snort_config >/dev/null || { echo "La función snort_config no está disponible
27   ↪ "; exit 1; }

29 # Comprobaciones iniciales
30 check_root
31 ascii_banner
32 log "Instalador R-SNORT iniciado"

33 # Selección de interfaz
34 interface_selection
35 export IFACE

37 # Configuración automática de la interfaz de sniffeo
38 source ./bin/interface_setup.sh

41 # Crear estructura de directorios
42 mkdir -p "$INSTALL_DIR"/{bin,etc/snort,lib,include,share,logs,rules}

43 ##### Ejecución modular #####
44 #
45 dependencies_install
46 software_package_install
47 snort_install "$SOFTWARE_DIR" "$INSTALL_DIR"
48 temp_swap_clean

50 # Configuración final
51 if snort_config "$CONFIG_DIR" "$INSTALL_DIR" "$IFACE"; then
52 log "Configurador de Snort ejecutado correctamente."
53 else
54 error "El configurador de Snort falló."
55 fi

57 # Comprobación de estado del servicio
58 log "Comprobando estado del servicio Snort..."
59 if systemctl is-enabled --quiet snort && systemctl is-active --quiet snort; then
60 log "Snort está activo y habilitado."
61 else
```

```

65     error "Snort no se encuentra activo o habilitado. Verifica manualmente con:
66         ↳ systemctl status snort"
67     fi
68
69 # Estadísticas
70 show_stats "$IFACE" "$INSTALL_DIR"

```

Listing B.11: r-snort_installer.sh

4. Archivos de control del paquete DEBIAN/control

```

1 Package: r-snort
2 Version: 1.0
3 Section: net
4 Priority: optional
5 Architecture: all
6 Depends: bash, build-essential, libpcap-dev
7 Maintainer: Deian Orlando Petrovics T. <deian.petrovics@gmail.com>
8 Description: Instalador automático de R-Snort para sistemas ARM
9 Automatiza la compilación, instalación y configuración de R-Snort con reglas
   ↳ locales y servicio systemd.

```

Listing B.12: Archivo lst:control

postinst

```

1 #!/bin/bash
2 set -e
3
4 echo "[R-SNORT] postinst ejecutado..."
5
6 if [ ! -d /opt/r-snort ]; then
7     echo "[R-SNORT] ERROR: /opt/r-snort no existe. Instalación corrupta."
8     exit 1
9 fi
10
11 chmod +x /opt/r-snort/*.sh /opt/r-snort/bin/*.sh
12
13 if [ ! -f /etc/rsnort_iface ]; then
14     echo "[R-SNORT] Instalación inicial aún no realizada."
15     echo "[R-SNORT] Ejecuta manualmente: sudo /opt/r-snort/r-snort_installer.sh"
16 else
17     echo "[R-SNORT] Interfaz detectada. No se requiere reinstalación automática."
18 fi
19
20 echo "[R-SNORT] postinst completado correctamente."

```

Listing B.13: Script postinst

prerm

```
1 #!/bin/bash
2 echo "[R-SNORT] Deteniendo servicio Snort antes de eliminar el paquete..."
3 systemctl stop snort.service 2>/dev/null || true
4 systemctl disable snort.service 2>/dev/null || true
5 echo "[R-SNORT] Snort detenido correctamente (si estaba en ejecución)."
```

Listing B.14: Script prerm

postrm

```
1 #!/bin/bash
2 set -e
3
4 case "$1" in
5 remove|purge)
6 echo "[R-SNORT] Eliminando restos del paquete..."
7 rm -rf /opt/r-snort 2>/dev/null || true
8 rm -f /etc/systemd/system/snort.service 2>/dev/null || true
9 systemctl daemon-reexec 2>/dev/null || true
10 systemctl daemon-reload 2>/dev/null || true
11 echo "[R-SNORT] Limpieza completada."
12 ;;
13 *)
14 echo "[R-SNORT] postrm ejecutado con modo '$1' (sin limpiar)."
15 ;;
16 esac
```

Listing B.15: Script postrm