



Escuela Técnica Superior de
Ingeniería Informática

ANEXO A

Manual de instalación, despliegue y configuración de ATLAS Broadsea

Realizado por
Da. María del Valle Alonso de Caso Ortiz

Dirigido por
Da. Silvia Rodríguez Mejías
Dr. Carlos Parra Calderón

En el departamento de
Innovación Tecnológica
Hospital Universitario Virgen del Rocío

Índice general

1 Introducción y descripción de Broadsea	1
1.1. Introducción al Manual	1
1.2. Descripción de Broadsea	2
1.3. Entorno Docker de Broadsea	3
1.4. Entorno PostgreSQL de Broadsea	6
1.4.1. La WebAPI	6
1.4.2. El Modelo de Datos Común (CDM)	8
1.4.3. Estructura de Broadsea	9
1.5. Recapitulación	10
2 Despliegue por defecto	11
2.1. Requisitos para el despliegue	11
2.2. Deployment	11
2.3. Comprobación de despliegue correcto	12
2.4. Solución de posibles errores	15
3 Conexión local con la BD por defecto	17
3.1. Requisitos para establecer la conexión	17
3.2. Deployment	17
3.3. Comprobación de conexión correcta	19
3.4. Solución de posibles problemas	21
4 Conexión local con BD externa	23
4.1. Configuración manual	23
4.1.1. Requisitos previos	23
4.1.2. Deployment	24
4.1.3. Comprobación de conexión correcta	27
4.1.4. Solución de posibles problemas	28
4.2. Otras configuraciones avanzadas	29
4.2.1. Configurar la seguridad de Broadsea	29
4.2.2. Descargar otras BD	29
5 Configuración del Vocabulario	31
5.1. Configuración manual	31
5.1.1. Requisitos previos	31
5.1.2. Deployment	33
5.1.3. Comprobación de configuración correcta	34
5.1.4. Solución de posibles errores	36
5.2. Otras configuraciones avanzadas	36
5.2.1. Configuración de Apache Solr	37
5.2.2. Configuración de PHOEBE	37

Bibliografía	38
-------------------------------	-----------

1. Introducción y descripción de Broadsea

1.1. Introducción al Manual

Este manual ha sido redactado con motivo de complementar como anexo al Trabajo de Fin de Grado **Estudio y aplicación de la herramienta ATLAS de OHDSI para la estandarización de la investigación clínica** de la misma autora, María del Valle Alonso de Caso Ortiz, y sobre la misma herramienta, ATLAS.

Esta herramienta, por ser de código abierto, presenta multitud de información repartida en la red de forma pseudo-ordenada entre repositorios de github y foros de la comunidad OHDSI pero no se encuentra ningún manual que recopile toda la información de instalación, despliegue y configuración en un único sitio. Por tanto, a la de realizar esta tarea, con objeto de la utilización de ATLAS en el TFG, se encontraron numerosas dificultades para encontrar procedimientos concretos y guiados.

Si bien había mucha información en la red sobre cómo realizar diferentes tipos de instalaciones, en la mayoría de los casos presentaban (i) información poco específica con asunción de conocimientos previos no mencionados (ii) información difícilmente accesible por presentarse en diferentes localizaciones en la red (iii) poca información de resolución de problemas, mayoritariamente presente en foros con problemas específicos de los cuales se debía inferir conocimientos generales, entre otros.

De estas dificultades experimentadas por la alumna se originó la idea de redactar este anexo, para aportar a la comunidad OHDSI y a cualquier usuario que pretendiese utilizar la herramienta, una guía detallada paso a paso que facilitase y agrupase toda la información necesaria y la resolución de posibles conflictos durante la instalación, despliegue y configuración de ATLAS en el entorno de Broadsea.

No obstante, debido al fin último de este manual de acompañar al Trabajo Fin de Grado desarrollado en compañía del grupo de Innovación Tecnológica del Hospital Universitario Virgen del Rocío, frente a la multitud de posibilidades de configuración de distintos aspectos de la herramienta, aunque el manual presenta todos ellos, en numerosas ocasiones solo se centra en los procedimientos que aplican a las necesidades del TFG y del departamento del Hospital.

Es decir, el manual se desarrolla en un contexto de implementación de ATLAS Broadsea bajo los requisitos de una organización pública, el HUVR, con fines de ayudar y dar soporte a las investigaciones realizadas en el mismo, y bajo la supervisión continua de Da. Silvia Rodríguez Mejías y Dr. Carlos Parra Calderón.

Toda la información que se ha generado durante y tras la redacción de este documento, y del TFG, se encuentra en un repositorio de github público, para permitir el acceso de cualquier usuario a comprobar archivos generados de variables, logs, scripts de código, etcétera. Para mayor información consultar el link del repositorio ([vallealonsodc, 2024](#)).

1.2. Descripción de Broadsea

Con objeto de la implementación de ATLAS satisfaciendo el marco del desarrollo del Trabajo Fin de Grado y el entorno de investigación del hospital (véase [1.1 "Introducción al manual"](#)), se decide adoptar Broadsea como la alternativa más sencilla para implementar, desplegar y configurar la herramienta.

Broadsea es un proyecto basado en Docker que permite desplegar un entorno de herramientas, configuraciones y dependencias OHDSI de la manera más sencilla hasta el momento. De hecho, la misma organización la presenta, textualmente, como "*la forma más sencilla de instalar (y actualizar) las herramientas OHDSI*" (Londhe, [2023](#)).

Lo que comenzó, en su primera versión, como un simple contenedor que albergase imágenes de la WebAPI de ATLAS y RStudio (Londhe, [2024](#)) ha evolucionado hasta la tercera versión en la que Broadsea alberga la mayoría de herramientas OHDSI, creando un entorno virtual de desarrollo muy completo.

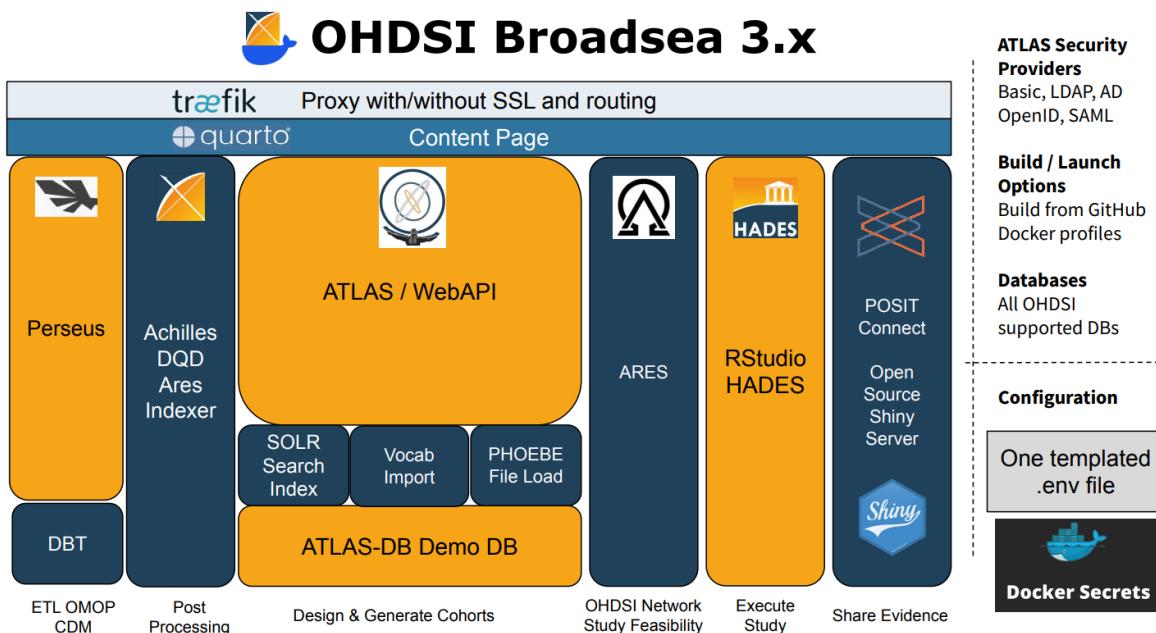


Figura 1.1: Vista general de todos los componentes de Broadsea. Extraída de ([Londhe, 2024](#)).

Este manual tan solo se centra en la instalación, despliegue y configuración de ATLAS (y la WebAPI) pero las posibilidades de utilización de otras herramientas

son múltiples. A partir de este momento se le denomina ATLAS Broadsea a la herramienta ATLAS que ofrece el entorno Broadsea.

1.3. Entorno Docker de Broadsea

En la práctica, el entorno de Broadsea se despliega como un multicontenedor Docker con varios perfiles preconfigurados que permiten ir añadiendo o eliminando configuraciones avanzadas del entorno. La descripción general del multicontenedor y sus perfiles se encuentra online en el repositorio de github de Broadsea (OHDSI, [2024d](#)).

Archivos de orquestación de contenedores

Existen dos archivos clave en el repositorio que orquestan y coordinan los parámetros de configuración del multicontenedor: el `docker-compose.yml` y el archivo `.env`.

1. **El `docker-compose.yml`.** También simplemente `docker-compose`, es el archivo docker que construye el entorno Broadsea, en él se describen los diferentes perfiles y sus parámetros y configuraciones más importantes. Es decir, cuando se construye el multicontenedor o se pretende ejecutar alguno de sus perfiles se llama a este archivo, que es el que contiene toda la información Docker relevante (véase [2.2 "Deployment"](#)).

Este archivo, por la relevancia que tiene en cuanto a la construcción del entorno Docker, no debería ser modificado, aunque puede ser de gran interés para comprobar la configuración o incluso la relación entre los diferentes perfiles, contenedores o volúmenes. A continuación se muestra una captura de pantalla a modo de ejemplo del archivo, abierto en Visual Studio Code.

```

version: '3.9'

volumes:
  atlasdb-postgres-data:
    name: atlasdb-postgres-data
  rstudio-home-data:
    name: rstudio-home-data
  rstudio-tmp-data:
    name: rstudio-tmp-data

services:
  traefik:
    image: docker.io/library/traefik:v2.9.4@sha256:4c388f477f5b7aa48420694d90db0ecb96b4ecede60b9b7589c87858abf87b60
    container_name: traefik
    restart: unless-stopped
    ipc: none
    read_only: true
    environment:
      BROADSEA_HOST: ${BROADSEA_HOST}
    labels:
      - "traefik.enable=true"
    ports:
      - "80:80"
      - "443:443"
    volumes:
      - ./traefik/traefik-${HTTP_TYPE}.yml:/etc/traefik/traefik.yml:ro
      - ./traefik/config.yml:/etc/traefik/config.yml:ro
      - ${BROADSEA_CERTS_FOLDER}:/etc/certs:ro
      - /var/run/docker.sock:/var/run/docker.sock:ro
  broadsea-content:

```

Figura 1.2: Captura de pantalla de las primeras líneas del docker-compose.yml

2. **El archivo .env.** Es el archivo que contiene todas las configuraciones y parámetros modificables o customizables del entorno de Broadsea.

A diferencia del docker-compose, la modificación de parámetros de este archivo será requerida en numerosas ocasiones para activar o desactivar ciertos parámetros o modificar algunas configuraciones del entorno. No obstante, también puede ser de gran interés para comprobar información relevante sobre los parámetros de funcionamiento del multicontenedor. A continuación se muestra una captura de pantalla a modo de ejemplo del archivo, abierto en Visual Studio Code.

```

#####
# Section 1:
# Broadsea Host
#####
DOCKER_ARCH="linux/amd64" # change this to linux/arm64 if using Mac Silicon, otherwise keep as-is
BROADSEA_HOST="127.0.0.1" # change to your host URL (without the http part)
HTTP_TYPE="http" # if using https, you need to add the crt and key files to the ./certs folder
BROADSEA_CERTS_FOLDER=".certs"

#####
# Section 2:
# Atlas GUI configuration
#####
ATLAS_INSTANCE_NAME="Broadsea"
ATLAS_COHORT_COMPARISON_RESULTS_ENABLED="false"
ATLAS_USER_AUTH_ENABLED="false" # set to true if using security, but ensure you fill out the WebAPI/Atlas security sections below
ATLAS_PLP_RESULTS_ENABLED="false"

#####
# Section 3:
# WebAPI Database configuration
#####

```

Figura 1.3: Captura de pantalla de las primeras líneas del archivo .env.

Como se puede apreciar en la imagen, este archivo está organizado en diferentes secciones, y presenta numerosos comentarios para facilitar al usuario la comprensión de los parámetros que debe modificar para establecer las configuraciones avanzadas del entorno.

Hay doce secciones distintas: (1) Contiene la configuración del servidor donde se aloja Broadsea, (2) contiene la configuración de la interfaz gráfica de ATLAS, (3) contiene la configuración de la base de datos de ATLAS, (4) contiene la configuración del protocolo de seguridad de ATLAS, (5) contiene la configuración del protocolo de seguridad de la WebAPI, (6) contiene la configuración de ATLAS y la WebAPI mediante Github, (7) contiene la configuración del vocabulario de Apache Solr, (8) contiene la configuración de identificación en HADES, (9) contiene la configuración del vocabulario de Postgres, (10) contiene la configuración de PHOEBE, (11) contiene la configuración de ARES, (12) contiene la configuración de la página inicial de Broadsea.

Perfiles de configuración

En cuanto a los perfiles, a la hora de desplegar por primera vez el multicontenedor (véase [2 "Despliegue por defecto"](#)), se ejecuta el perfil default, es decir, por defecto, que instala seis contenedores que proveen las herramientas básicas de Broadsea: la WebAPI, el traefik, ATLAS y HADES y la base de datos de ATLAS (véase Figura [1.1 "Vista general de todos los componentes de Broadsea"](#)). A partir de este momento, el resto de configuraciones adicionales se realizan a través de los once perfiles restantes, descritos en el docker-compose y en el repositorio ([OHDSI, 2024d](#))

Volúmenes de almacenamiento de datos

Además de los contenedores, Broadsea implementa tres volúmenes por defecto: un volumen para albergar la base de datos de ATLAS (atlasdb-postgres-data) y dos para la información de HADES (rstudio-home-data y rstudio-tmp-data).

Los volúmenes de docker proporcionan una forma de persistir datos más allá del ciclo de vida de un contenedor y permiten compartir datos entre contenedores o entre un contenedor y el host. La información sobre los volúmenes y las relaciones que guardan con los contenedores se encuentra en el docker-compose. Una vez que se despliegue Broadsea en el equipo, hay dos formas de comprobar qué volúmenes se están ejecutando: (i) a través de la interfaz gráfica de Docker Desktop - Figura [1.4 "Captura de pantalla del panel volumes de Docker Desktop"](#) (ii) a través del cmd - Figura [1.5 "Captura de pantalla del comando docker volume ls en el cmd"](#).

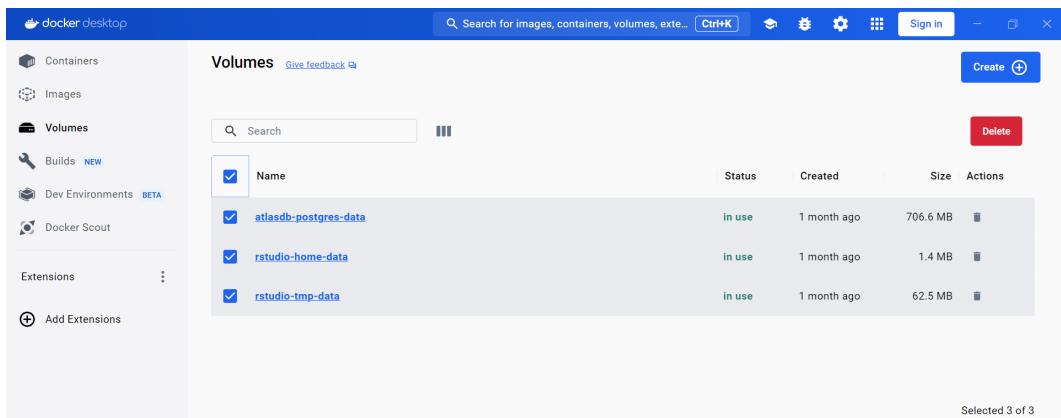


Figura 1.4: Captura de pantalla del panel volumes de Docker Desktop

```
C:\Users\valle>docker volume ls
DRIVER      VOLUME NAME
local      atlasdb-postgres-data
local      rstudio-home-data
local      rstudio-tmp-data
```

Figura 1.5: Captura de pantalla del comando docker volume ls en el cmd

El volumen (atlasdb-postgres-data) será de especial interés durante la configuración de la base de datos de ATLAS (véase [3 “Conexión local con la BD por defecto”](#)).

1.4. Entorno PostgreSQL de Broadsea

La configuración y relación entre las diferentes bases de datos que interactúan con Broadsea se realiza a través de la WebAPI de ATLAS, que se aloja en un servidor de base de datos PostgreSQL. La documentación sobre la WebAPI es muy extensa y se encuentra en un repositorio principal de github ([OHDSI, 2024o](#)) que se divide en diferentes secciones de interés.

1.4.1. La WebAPI

Estructura teórica

En la wiki del repositorio ([OHDSI, 2024p](#)) se da información más detallada sobre la webAPI y se define como “una aplicación basada en Java diseñada para proporcionar un conjunto de servicios web RESTful para interactuar con una o más bases de datos” y se caracteriza según la siguiente estructura:

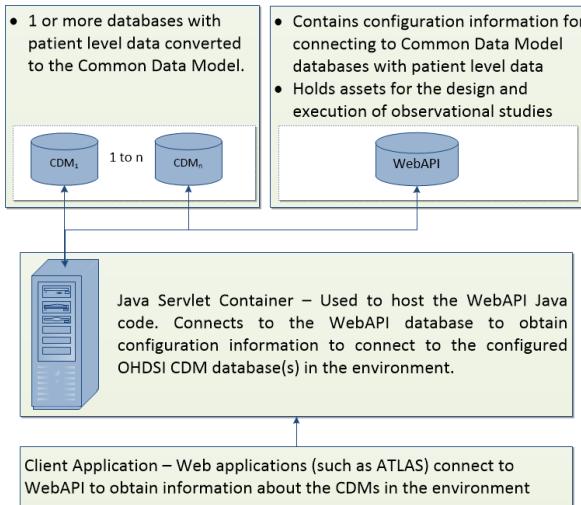


Figura 1.6: Estructura de la WebAPI. Extraída de ([OHDSI, 2024p](#))

En cuanto a esta estructura es importante anotar dos observaciones cruciales para el correcto funcionamiento de la WebAPI:

- La base de datos propia de la WebAPI, que almacena toda la información sobre su propia configuración, solo puede alojarse en una base de datos PostgreSQL. Por tanto, Broadsea solo puede desplegarse, necesariamente sobre un entorno PostgreSQL.
- Las bases de datos externas que se conecten a la WebAPI (véase [4 "Conexión local con BD externa"](#)), pueden alojarse en cualquier tipo de base de datos pero deben estar correctamente normalizadas al modelo común de datos (CDM) de OMOP.

Estructura en Postgre

Es muy importante conocer el papel de la WebAPI y su funcionamiento en PostgreSQL para el despliegue de todo el entorno de Broadsea. La documentación sobre la configuración de los esquemas de la WebAPI y el CDM puede consultarse en su repositorio de github ([OHDSI, 2024k](#)).

La WebAPI se implementa en Postgre a través del esquema `webapi`, que contiene entre otras muchas, dos tablas de especial relevancia:

- **`sources`**: Esta tabla es la que registra e integra las fuentes, es decir, las bases de datos externas, que se conectan a la WebAPI, según lo visto en la Figura 1.6 "Estructura de la WebAPI".
- **`sources_daimon`**: Esta tabla es la que registra la estructura de esquemas de cada fuente, y garantiza que se cumpla la estructura del modelo común de datos de OMOP, según lo visto en la Figura 1.6 "Estructura de la WebAPI".

Opcionalmente también puede añadirse el esquema `temp` para permitir a la WebAPI almacenar información de forma temporal y el esquema `webapi_security`

si se quiere configurar el protocolo de seguridad de Broadsea (véase [4.2.1](#) "Configurar la seguridad de Broadsea").

1.4.2. El Modelo de Datos Común (CDM)

Estructura teórica

La explicación en profundidad del modelo común de datos de OMOP es muy extensa y no concierne directamente a los contenidos que desarrolla este manual aunque sí es importante conocer, al menos brevemente, su estructura teórica y su implementación en Postgre. La documentación e información extensa sobre el CDM se encuentra en su repositorio de github ([OHDSI, 2024i](#)), en [github pages](#) ([OHDSI, 2024j](#)) y en el Libro de OHDSI ([OHDSI, 2024c](#)).

Recientemente OHDSI lanzó la sexta versión del CDM aunque aún no está totalmente integrada con todas las herramientas, por lo que el manual utiliza en la implementación de Broadsea la quinta versión del CDM. Esta versión, a modo visual, presenta la siguiente estructura:

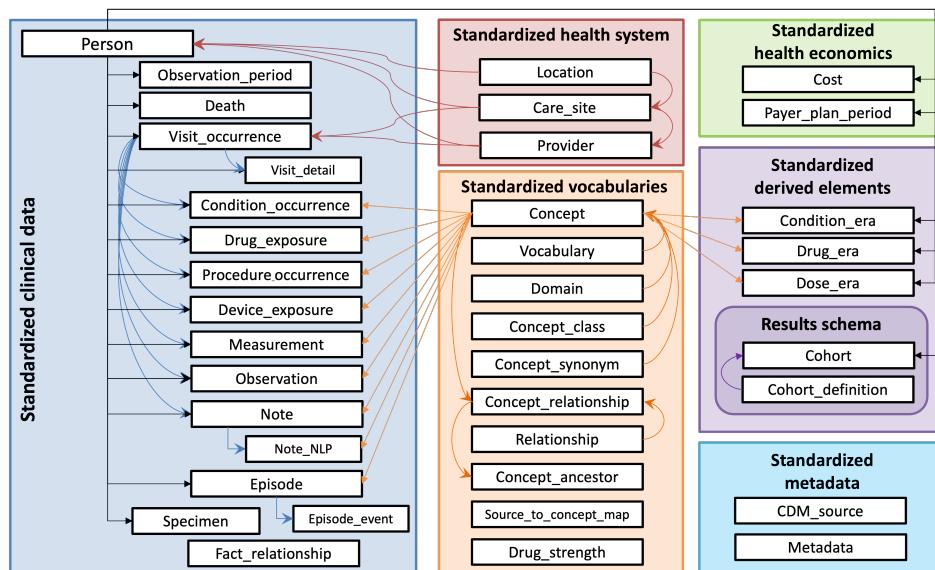


Figura 1.7: Estructura del CDM v5.4. Extraída de ([OHDSI, 2024j](#))

Es importante, realizar una observación relevante sobre la estructura del CDM, que es la interacción entre el modelo de datos con el Vocabulario. El vocabulario se representa como una tabla más en la estructura pero es una entidad externa muy extensa y con configuración propia. La documentación sobre el Vocabulario se encuentra en la wiki de su repositorio de github ([OHDSI, 2024n](#)) y en el Libro de OHDSI ([OHDSI, 2024c](#)).

Estructura en Postgre

Para interactuar correctamente con Broadsea, las bases de datos externas que se integren con la WebAPI deben estar estructuradas según el CDM de OMOP. La configuración e implementación del modelo de datos se describe en su repositorio de github (OHDSI, [2024k](#)). En resumen, una base de datos normalizada a OMOP debe contener al menos los siguientes esquemas:

- **cdm**: Es el esquema que contiene todas las tablas con la información clínica de la base de datos estructurada según el CDM (véase Figura 1.7 "Estructura del CDM v5.4"). Su presencia es obligatoria.
- **results**: Es el esquema donde se almacenan los resultados obtenidos tras los análisis que realiza la herramienta. Se separa del **cdm** para evitar mezclar la información de la base de datos de solo lectura y la información producida por el usuario. Su presencia es obligatoria.
- **vocab**: Es el esquema donde se almacena el Vocabulario. Su configuración es obligatoria aunque puede aparecer implícito en el **cdm** o como un esquema externo. Si hay varias bases de datos que utilicen el mismo Vocabulario no es necesario configurar un Vocabulario para cada una, basta con que se implemente uno y el resto apunten a él.

1.4.3. Estructura de Broadsea

Por último, presentar concretamente la estructura que adopta Broadsea al desplegarse en Postgre. Pues si bien Broadsea se virtualiza gracias a Docker, se puede acceder a su base de datos de forma local gracias a la conexión con el servidor Postgre de Broadsea. La información relevante a la base de datos de Broadsea se puede consultar en su repositorio de github (OHDSI, [2024h](#)).

En su configuración por defecto (véase 3 "Conexión local con la BD por defecto"), el servidor de Broadsea se configura en el localhost (bien en el 0.0.0.0 o en 127.0.0.1), en el puerto 5432 (OHDSI, [2024h](#)) y alberga una única base de datos en la que combina la información de la WebAPI y una pequeña muestra de la base de datos de Eunomia. Para acceder a la documentación sobre Eunomia se consultar su repositorio de github (OHDSI, [2024l](#)) o github pages (OHDSI, [2024m](#)).

Es decir, la base de datos inicial de Broadsea presenta cinco esquemas:

- **public**: Es el esquema por defecto que se crea con cualquier base de datos Postgre.
- **webapi**: Corresponde al esquema webapi de la estructura de la WebAPI. Presenta la información de configuración del entorno.
- **webapi_security**: Es un esquema opcional para activar la seguridad de la WebAPI y ATLAS. No se utiliza en el manual.
- **demo_cdm**: Corresponde al esquema **cdm** de la estructura del CDM. Alberga el contenido de la base de datos de Eunomia y una pequeña muestra implícita

del Vocabulario.

- **demo_cdm_results:** Es el esquema que corresponde al esquema results de la estructura del CDM.

Es importante anotar que la configuración por defecto de Broadsea trae una pequeña muestra del Vocabulario pero muy insignificante, por lo que para realizar análisis en profundidad será necesario configurar un esquema que albergue información más extensa (véase [5 "Configuración del Vocabulario"](#)).

1.5. Recapitulación

A esta altura, queda recogida la introducción al manual, el motivo por el que se redacta, la necesidad que subyace al mismo y el contexto en el que se realiza la instalación y la descripción teórica de Broadsea y el desglose en las distintas herramientas que permiten su despliegue.

Por tanto, a partir de este momento comienza en [2](#), [3](#), [4](#) y [5](#) la implementación práctica de todos los contenidos presentados, orientados específicamente a la instalación y configuración de la herramienta ATLAS.

2. Despliegue por defecto.

El despliegue de ATLAS en Docker es muy sencillo y está muy bien documentado en su repositorio de github (OHDSI, [2024d](#)). Igualmente, en este manual se detallan nuevamente los pasos para la configuración y despliegue de la herramienta, añadiendo algunos pasos relevantes adicionales.

2.1. Requisitos para el despliegue

1. Descargar e instalar Docker. Lo más sencillo es seguir las instrucciones de la [página web oficial](#) para la descarga y seguir la configuración por defecto para la instalación.
2. Descargar e instalar Git. Lo más sencillo es seguir las instrucciones de la [página web oficial](#) para la descarga y seguir la configuración por defecto para la instalación.

2.2. Deployment

En este primer despliegue rápido de ATLAS, se desplegarán las configuraciones por defecto de la herramienta, siguiendo la guía de implementación rápida (*Quick Start*) del mismo repositorio de github.

1. Por tanto, el primer paso para desplegar ATLAS es clonar localmente el repositorio de github de Broadsea. Una forma rápida de hacerlo es copiar la siguiente línea de código en el cdm.

```
1 git clone https://github.com/OHDSI/Broadsea.git
```

2. El segundo paso, es desplegar el contenedor docker. Para ello, situar el puntero del cdm, en la carpeta donde se ha copiado el repositorio de github de Broadsea.

```
1 cd ruta\del\repositorio\Broadsea\local
```

Una vez situado en la carpeta raíz del repositorio, se ejecuta el comando que instalará y desplegará el perfil por defecto del contenedor docker en la máquina local.

```
1 docker compose pull && docker-compose --profile default up -d
```

2.3. Comprobación de despliegue correcto

Se puede comprobar que se ha instalado correctamente el contenedor de Broadsea en la máquina local de distintas formas, tal y como se presenta a continuación.

- a **Comprobación a través de Docker Desktop.** La forma más sencilla de interactuar con el contenedor de Broadsea es a través de Docker Desktop. Ejecutando dicho programa, en la sección “*containers*” se muestran todos los contenedores que están corriendo en el equipo. En este caso, debe aparecer un multi-contenedor llamado “broadsea” que contenga seis contenedores, tal y como se muestra en la Figura 2.1 “Captura de pantalla del contenedor Broadsea en Docker Desktop”.

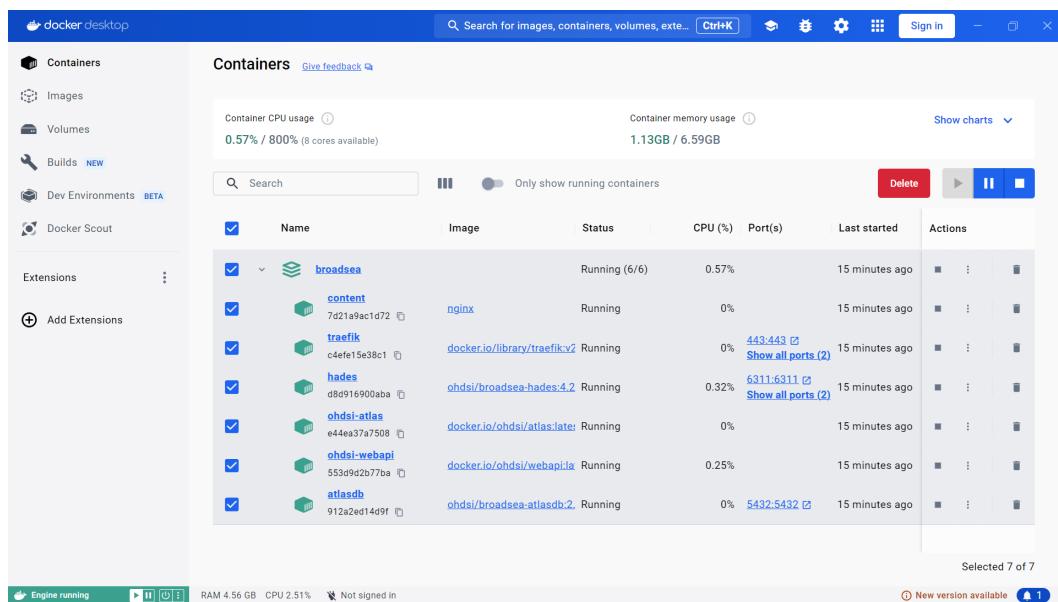


Figura 2.1: Captura de pantalla del contenedor Broadsea en Docker Desktop

Mediante el panel de control de Docker se puede iniciar, pausar o detener cada contenedor (o todos a la vez) fácilmente y en cualquier momento. Por esto se dice que Broadsea ofrece servicios *a-la-carte*.

- b **Comprobación a través del cmd.** Otra forma de interactuar con el contenedor Docker es a través del cmd, ejecutando el comando `docker ps`, que muestra un listado de todos los contenedores que está ejecutando la máquina local. Con esta estrategia deberían mostrarse igualmente los mismos seis contenedores pertenecientes a broadsea, tal y como se muestra en la Figura 2.2 “Captura de pantalla del comando docker ps en el cmd”

CONTAINER ID	IMAGE	COMMAND	CREATED	STATUS	PORTS
NAMES					
7d21a9ac1d72	nginx	"sh /tmp/envsubst.sh"	6 weeks ago	Up 23 minutes	80/tcp
c4ef15e38c1	traefik:v2.9.4	broadsea-content	6 weeks ago	Up 23 minutes	0.0.0.0:8
0->80/tcp, 0.0.0.0:443->443/tcp		"/entrypoint.sh traefik"	6 weeks ago	Up 23 minutes	0.0.0.0:6
d8d91690aba	ohdsi/broadsea-hades:4.2.1	"/usr/bin/supervisor..."	6 weeks ago	Up 23 minutes	311->6311/tcp, 0.0.0.0:8787->8787/tcp
e44ea37a7508	ohdsi/atlas:latest	broadsea-hades	6 weeks ago	Up 23 minutes	8080/tcp
553d9d2b77ba	ohdsi/webapi:latest	"sh /tmp/envsubst.sh"	6 weeks ago	Up 23 minutes	8080/tcp
912a2ed14d9f	ohdsi/broadsea-atlasdb:2.0.0	ohdsi-atlas	6 weeks ago	Up 23 minutes	432->5432/tcp
		"/bin/sh -c 'exec ja..."			
		ohdsi-webapi			
		"docker-entrypoint.s..."	6 weeks ago	Up 23 minutes (healthy)	0.0.0.0:5
		broadsea-atlasdb			

Figura 2.2: Captura de pantalla del comando docker ps en el cmd

- c **Comprobación a través del navegador.** Por último, para acceder a los servicios de Broadsea hay que abrir en el navegador web (Chrome recomendado) el servidor en el que se alojan los servicios. Por defecto, Broadsea se aloja en el servidor 127.0.0.1 (véase 1.4). Por tanto, introducir la dirección en el navegador para explorar las herramientas del contenedor, tal y como se muestra en la Figura 2.3 “Captura de pantalla del servidor Broadsea ejecutado en Chrome”.

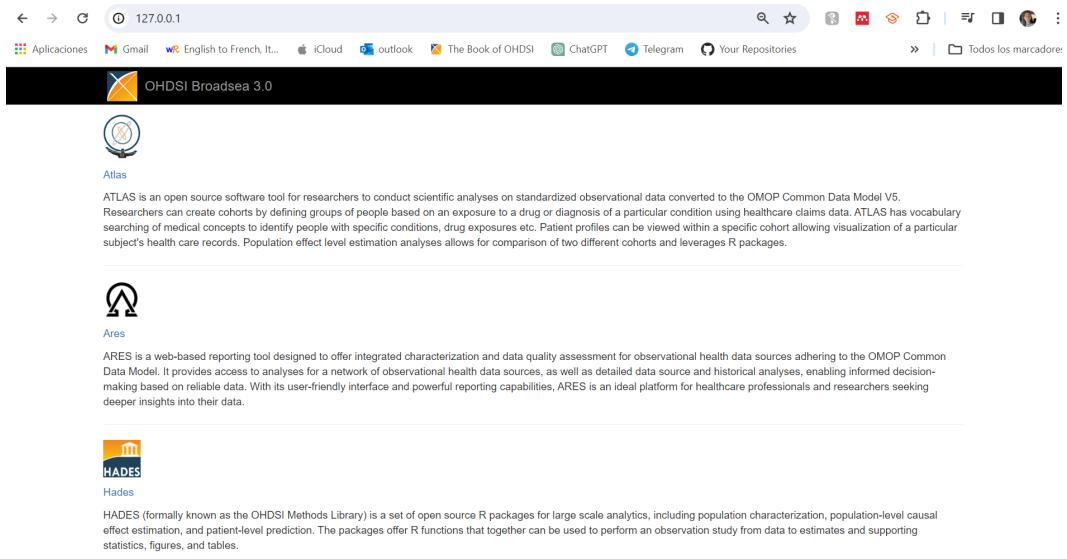


Figura 2.3: Captura de pantalla del servidor Broadsea ejecutado en Chrome

Se puede comprobar o modificar el servidor exacto dónde se aloja el contenedor revisando el parámetro BROADSEA_HOST de la sección 1 del archivo .env (para mayor información véase 1.3 “Entorno Docker de Broadsea”) de la ruta local del repositorio clonado .

```
C:\> Users > valle > Documents > GitHub > Broadsea > .env
1  #####
2  # Section 1:
3  # Broadsea Host
4  #####
5  DOCKER_ARCH="linux/amd64" # change this to linux/arm64 if using Mac Silicon, otherwise keep as-is
6  BROADSEA_HOST="127.0.0.1" # change to your host URL (without the http part)
7  HTTP_TYPE="http" # if using https, you need to add the crt and key files to the ./certs folder
8  BROADSEA_CERTS_FOLDER="./certs"
9
```

Figura 2.4: Captura de pantalla de la sección 1 del archivo .env.

En esta guía de implementación, no se va a modificar la dirección del servidor para la configuración de Broadsea, para no desconfigurar el entorno por defecto de la herramienta. Por tanto, el servidor de Broadsea durante todo el transcurso del manual será 127.0.0.1, tal y como se recomienda en (OHDSI, 2024h) y como se muestra en la Figura 2.3 “Captura de pantalla del servidor Broadsea ejecutado en Chrome”

La ejecución de ATLAS en Broadsea es similar a ATLAS demo (OHDSI, 2024g), aunque con algunas diferencias. En primer lugar, Broadsea solo ejecuta, por defecto, una base de datos, que es la base de datos de Eunomia (véase 1.4 “Entorno PostgreSQL de Broadsea”).

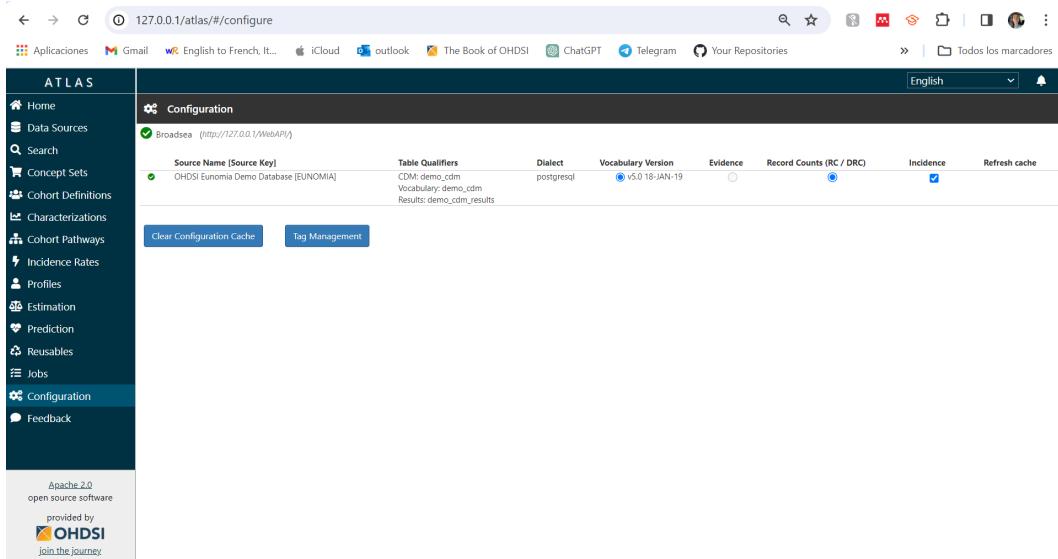


Figura 2.5: Captura de pantalla de base de datos que utiliza ATLAS Broadsea

Por otra parte, y en contraste con la versión demo, ya no aparecen las entradas y estructuras que generan otros usuarios. La herramienta se presenta vacía, para ser completada solo con la información que el usuario local introduzca.

Created	Updated	Author	Designs
2+ Weeks Ago (1)	2+ Weeks Ago (1)	ohdsi (1)	Other designs (1)
Demo new users of diclofenac			

Figura 2.6: Captura de pantalla señalando el número de entradas de definición de cohorte que almacena ATLAS Broadsea

2.4. Solución de posibles errores

Error: No se puede acceder a este sitio web. La página 127.0.0.1 ha rechazado la conexión.

Problema: Al introducir el servidor de Broadsea en el buscador del navegador aparece esta página de error que impide conectar con el entorno.

No se puede acceder a este sitio web
La página 127.0.0.1 ha rechazado la conexión.
Prueba a:
• Comprobar la conexión
• Comprobar el proxy y el cortafuegos
ERR_CONNECTION_REFUSED

Figura 2.7: Captura de pantalla del error

Motivo: No se puede acceder al entorno Broadsea porque los contenedores Docker están detenidos.

Solución: Comprobar que todos los contenedores de docker implicados están corriendo. Para ello acceder a Docker Desktop y ejecutar todos los contenedores del multicontenedor de Broadsea. Una vez ejecutados todos los contenedores, si el problema persiste recargar varias veces la página.

Error: Application initialization failed. Unable to connect to an instance of the WebAPI. Please contact your administrator to resolve this issue.

Problema: Al abrir la herramienta ATLAS Broadsea aparece en rojo este error que impide conectar con la herramienta.

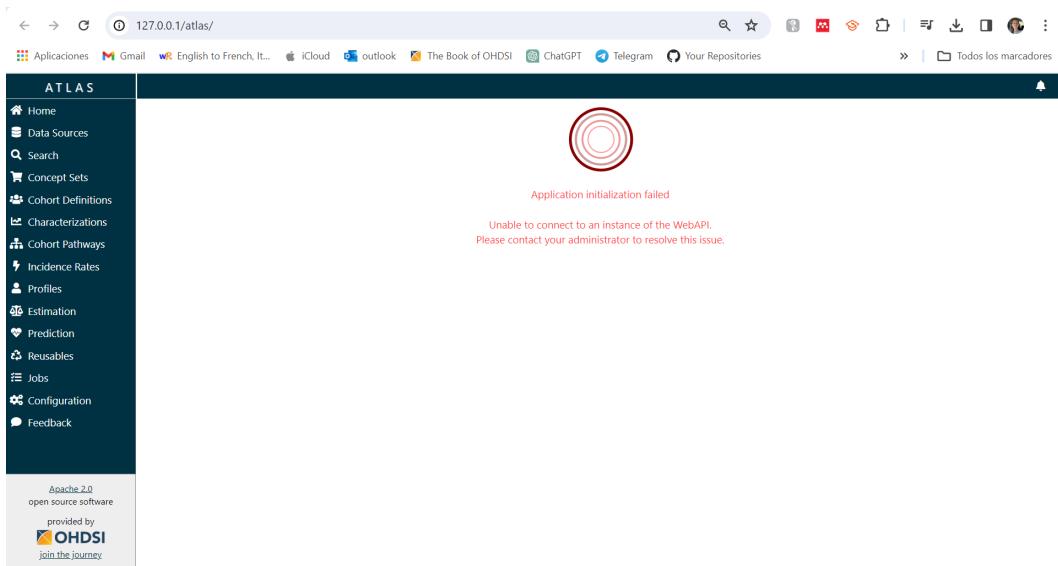


Figura 2.8: Captura de pantalla del error

Motivo: La aplicación falla al inicializarse porque no se está ejecutando correctamente el entorno docker de Broadsea.

Solución: Comprobar que todos los contenedores de docker implicados están corriendo. Para ello acceder a Docker Desktop y ejecutar todos los contenedores del multicontenedor de Broadsea. Una vez ejecutados todos los contenedores, si el problema persiste recargar varias veces la página.

3. Conexión local con la BD por defecto

Generalmente, resulta de interés acceder a la base de datos remota de Broadsea desde un administrador de bases de datos local. Docker almacena la base de datos de Broadsea en el volumen `atlasdb-postgres-data` (véase 1.3 "Entorno Docker de Broadsea") y crea un entorno de interoperabilidad e interconectividad a través de la WebAPI, que se aloja en un servidor Postgre (véase 1.4 "Entorno PostgreSQL de Broadsea").

Por tanto, para acceder a la base de datos de ATLAS Broadsea se requiere acceder al servidor remoto de Broadsea, alojado en el `127.0.0.1` (véase 2 "Despliegue por defecto"), desde la instancia local de Postgres. La información relevante para esta implementación se encuentra en los siguientes repositorios de github (OHDSI, 2024d) y (OHDSI, 2024h) y en el foro de OHDSI "Question about Broadsea default database" (Forum, 2023e).

3.1. Requisitos para establecer la conexión

1. Descargar e instalar la base de datos PostgreSQL. Lo más sencillo es seguir las instrucciones de la [página web oficial](#) para la descarga y seguir la configuración por defecto para la instalación.
2. Descargar e instalar una administrador de base de datos PostgreSQL. Se recomienda utilizar el administrador pgAdmin. Para ello, lo más sencillo es seguir las instrucciones de la [página web oficial](#) para la descarga y seguir la configuración por defecto para la instalación.

3.2. Deployment

Para establecer la conexión con la base de datos que utiliza ATLAS Broadsea, primero se debe establecer la conexión con la WebAPI. Se recomienda seguir las siguientes instrucciones:

1. En primer lugar, comprobar los parámetros de configuración de la WebAPI. Para ello, consultar la sección 3 del archivo `.env`.

```

18 #####
19 # Section 3:
20 # WebAPI Database configuration
21 #####
22 WEBAPI_DATASOURCE_URL='jdbc:postgresql://broadsea-atlasdb:5432/postgres'
23 WEBAPI_DATASOURCE_USERNAME='postgres'
24 WEBAPI_DATASOURCE_PASSWORD='mypass'
25 WEBAPI_DATASOURCE_OHOST_SCHEMA='webapi'
26
27
28
29
30

```

Figura 3.1: Captura de pantalla de la sección 3 del archivo .env.

Tal y como se muestra en la Figura 3.1 “Captura de pantalla de la sección 3 del archivo .env”, en el archivo por defecto, se presenta la contraseña para acceder a la WebAPI (password=mypass) y el puerto que utiliza (port=5432).

2. El servidor por defecto de Broadsea se solapa con el servidor local por defecto de PostgreSQL puesto que ambos se alojan en la dirección 127.0.0.1 y en el puerto 5432.

Por tanto, para evitar este solapamiento existen varias estrategias. Una estrategia podría ser cambiar el puerto de la instancia local de Postgre para que cada instancia se aloje en espacios distintos sin solapamiento. Sin embargo, en este caso, directamente se ha detenido el servicio local de PostgreSQL, de forma que el servidor quede totalmente libre para albergar la base de datos de Broadsea.

Para detener el servicio local de PostgreSQL lo más sencillo es abrir la aplicación *servicios* buscar el servidor de postgres y deterlo, tal y como se muestra en la Figura 3.2 “Captura de pantalla de la aplicación de servicios”.

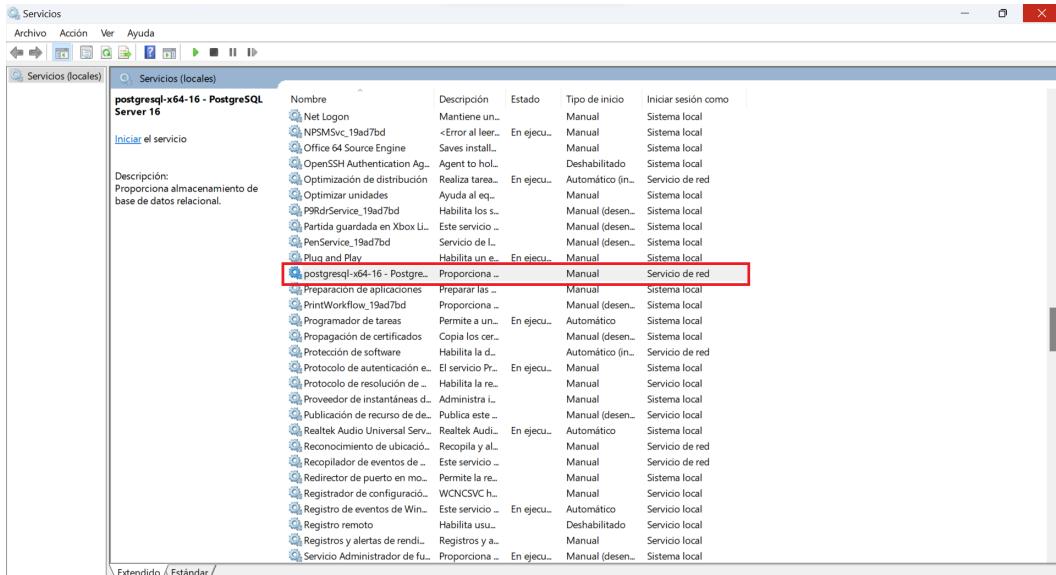


Figura 3.2: Captura de pantalla de la aplicación de servicios.

3. El último paso consiste en registrar el servidor a través del administrador de base de datos instalado en el equipo, en este caso pgAdmin.

Una vez que se haya liberado el puerto 5432, se puede registrar un nuevo servidor en dicho puerto que acceda a la base de datos de Broadsea. Para ello, abrir el administrador de la base de datos PostgreSQL, pgAdmin 4, y registrar un nuevo servidor. Los parámetros de configuración de este nuevo servidor deben ser los mismos que se establecen en la sección 3 del archivo `.env`. Los parámetros fundamentales son:

```

1 host = 127.0.0.1
2 port = 5432
3 user = postgres
4 password = mypass

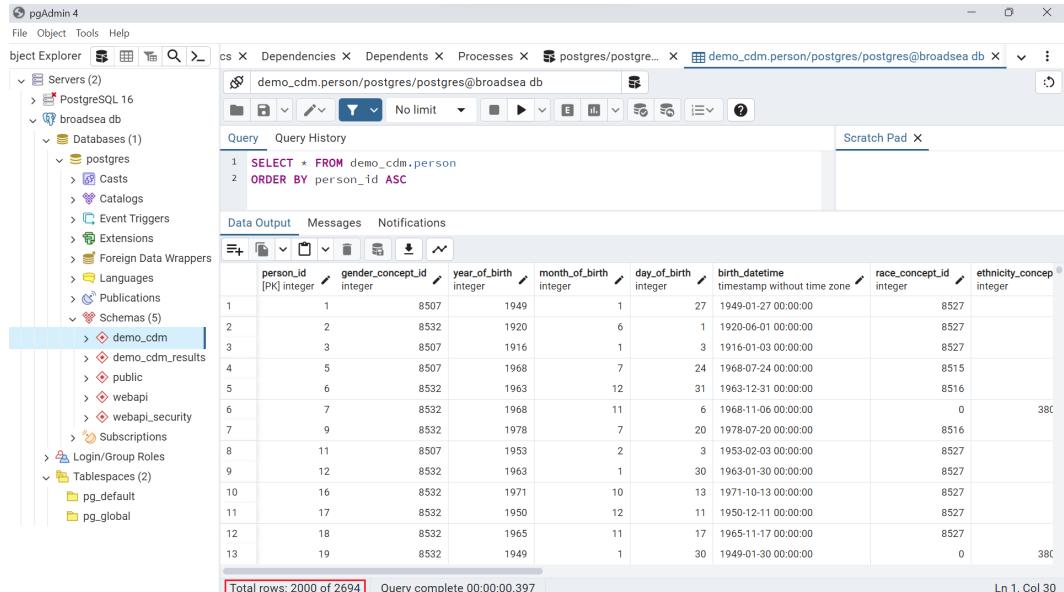
```

4. Tras registrar el servidor correctamente, debe aparecer una base de datos con cinco esquemas: `demo_cdm`, `demo_cdm_results`, `public`, `webapi`, `webapi_security` (véase [1.4 "Entorno PostgreSQL de Broadsea"](#)).

3.3. Comprobación de conexión correcta

Una vez se ha registrado el servidor de Broadsea a través de pgAdmin es importante comprobar que la conexión se ha realizado correctamente, sin pérdida de información. Para ello se pueden realizar distintas comprobaciones:

- a **Comprobación a través de pgAdmin.** Por ejemplo, comprobar el número de filas que recupera pgAdmin de la tabla `person` del esquema `demo_cdm`, tal y como se muestra en la Figura [3.3 "Captura de pantalla de pgAdmin"](#).



The screenshot shows the pgAdmin 4 interface with the following details:

- Servers:** PostgreSQL 16, broadsea db
- Databases:** postgres (selected), demo_cdm, demo_cdm_results, public, webapi, webapi_security
- Tables:** person (selected)
- Query History:**

```

1 SELECT * FROM demo_cdm.person
2 ORDER BY person_id ASC

```
- Data Output:** A table showing 13 rows of data from the 'person' table.

person_id	gender_concept_id	year_of_birth	month_of_birth	day_of_birth	birth_datetime	race_concept_id	ethnicity_concept_id
1	1	8507	1949	1	27 1949-01-27 00:00:00	8527	
2	2	8532	1920	6	1 1920-06-01 00:00:00	8527	
3	3	8507	1916	1	3 1916-01-03 00:00:00	8527	
4	5	8507	1968	7	24 1968-07-24 00:00:00	8515	
5	6	8532	1963	12	31 1963-12-31 00:00:00	8516	
6	7	8532	1968	11	6 1968-11-06 00:00:00	0	380
7	9	8532	1978	7	20 1978-07-20 00:00:00	8516	
8	11	8507	1953	2	3 1953-02-03 00:00:00	8527	
9	12	8532	1963	1	30 1963-01-30 00:00:00	8527	
10	16	8532	1971	10	13 1971-10-13 00:00:00	8527	
11	17	8532	1950	12	11 1950-12-11 00:00:00	8527	
12	18	8532	1965	11	17 1965-11-17 00:00:00	8527	
13	19	8532	1949	1	30 1949-01-30 00:00:00	0	380

Total rows: 2694 Query complete 00:00:00.397 Ln 1, Col 30

Figura 3.3: Captura de pantalla de pgAdmin.

El número de filas que recupere pgAdmin debe ser igual al número de personas que muestra ATLAS en la sección Data Sorce/Dashboard, en este

caso son 2694 personas (Figura 3.4 "Captura de pantalla de ATLAS Data Sources/Dashboard").

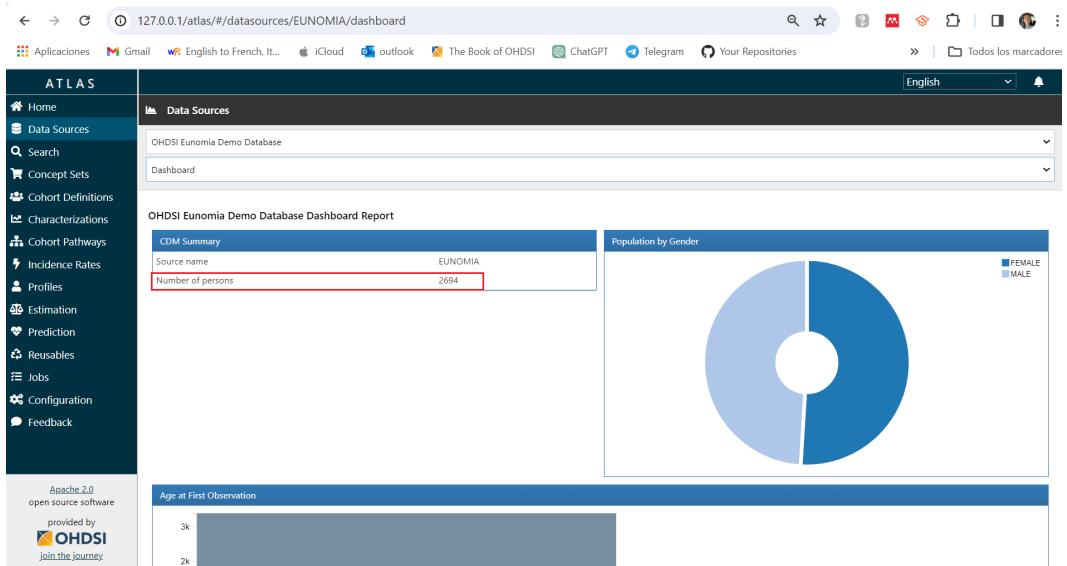


Figura 3.4: Captura de pantalla de ATLAS Data Sources/Dashboard.

- b **Comprobación a través de RStudio.** Otra forma de comprobar que la conexión es correcta y una forma alternativa de realizarla, con el fin de detectar posibles problemas durante la implementación, es ejecutar el siguiente script de código en R, que realiza la conexión con la base de datos a través de RStudio:

```

1 #!Rscript para conexión de RSTUDIO con Postgres
2
3 #Instalación de librerías necesarias
4 install.packages("DatabaseConnector")
5 library(DatabaseConnector)
6
7 #Instalación de Driver necesario
8 downloadRDBCDrivers(),
9         #Selección de la ruta donde almacenar el driver
10        pathToDriver = "C:/Users/valle/Documents/PostgreSQL",
11        method = "auto")
12
13 #Conexión con la BD
14 connectionDetails <- DatabaseConnector::createConnectionDetails(dbms = "postgresql", user = "postgres",
15                     password = "mypass", server = "127.0.0.1/postgres",
16                     port = 5432,
17                     pathToDriver = "C:/Users/valle/Documents/PostgreSQL")
18
19 connection <- DatabaseConnector::connect(connectionDetails = connectionDetails)
20
21
22

```

Figura 3.5: Captura de pantalla de script de RStudio.

El código que se muestra en la Figura está extraído (modificado) del foro (Forum, 2023e) y está disponible en el repositorio de github del TFG en la

ruta Thesis-ATLAS-OHDSI/files/manual/BroadseaDBconexionTest.txt
(vallealonsodc, 2024).

3.4. Solución de posibles problemas

Al registrar el servidor se queda pillado en "Saving"

Problema: A la hora de registrar el servidor por primera vez a través de pgAdmin y pulsar la opción "save", se mantiene cargando "saving" eternamente.

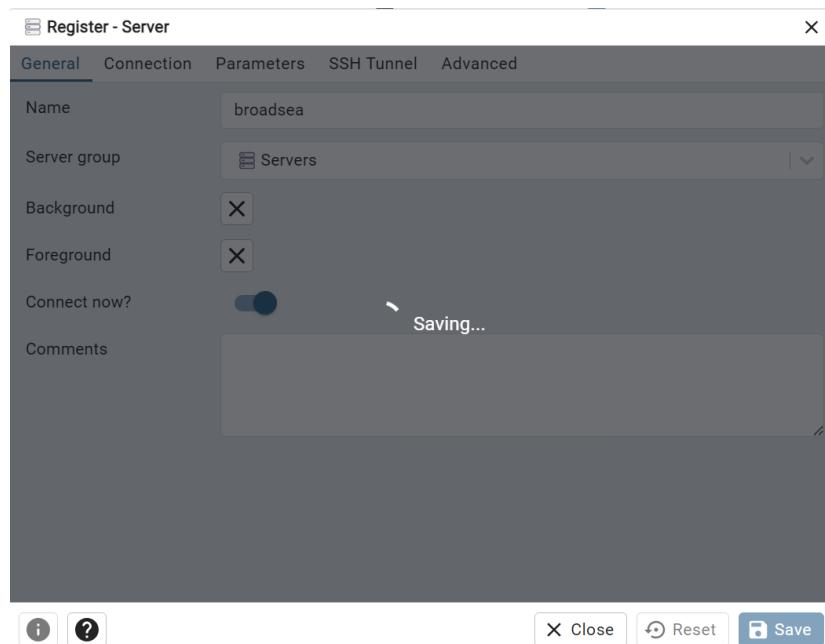


Figura 3.6: Captura de pantalla de error.

Motivo: No permite registrar el servidor, probablemente porque el puerto que se pretende utilizar ya está en uso.

Solución: Tal y como se sugiere en [3.2 "Deployment"](#) o bien cambiar el puerto que utiliza la instancia local de Postgre o bien directamente detener todo el servicio local de Postgre a través de la aplicación "Servicios".

Error: Connection timeout expired

Problema: Al acceder al servidor de Broadsea e introducir la contraseña correctamente aparece dicho error que impide acceder al servidor.

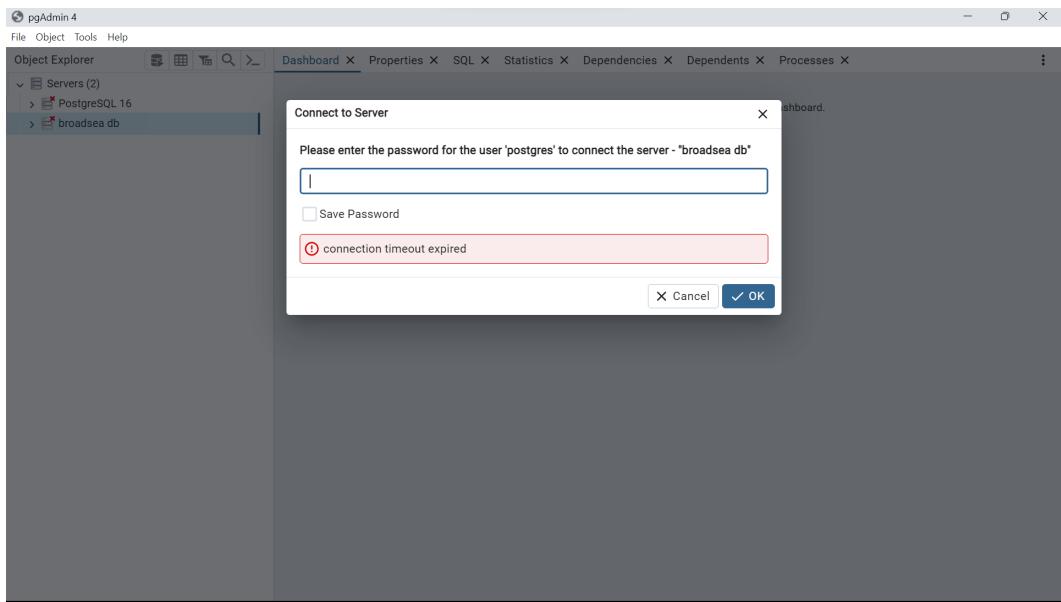


Figura 3.7: Captura de pantalla de error.

Motivo: El tiempo de conexión con el servidor espira porque no se puede acceder a él porque el contenedor Docker que alberga la base de datos de Broadsea no está ejecutándose.

Solución: Comprobar que todos los contenedores de docker implicados están corriendo, especialmente el contenedor atlasdb. Para ello acceder a Docker Desktop y ejecutar los contenedores implicados o directamente todos los pertenecientes al multicontenedor de Broadsea.

4. Conexión local con BD externa

Aunque la base de datos de Eunomia permite satisfacer las necesidades "demo" de la herramienta, en la mayoría de las ocasiones el objetivo final de la implementación de ATLAS es realizar un estudio o investigación específica sobre una base de datos externa, propiedad del usuario o la organización que incopora la herramienta de análisis. Por tanto, es de gran interés presentar cómo establecer una conexión entre ATLAS Broadsea y una base de datos personalizada o propia.

Esta conexión se realiza a través de la WebAPI de Broadsea (véase [1.4 "Entorno PostgreSQL de Broadsea"](#)) y, en la práctica, se puede realizar de dos formas distintas:

- [4.1 Configuración manual](#). Utiliza directamente el administrador de la base de datos .
- [4.2 Configuración avanzada](#). Utiliza los protocolos de seguridad de ATLAS y la webAPI .

El manual presenta ambas opciones aunque solo se seguirá en profundidad la configuración manual, ya que es la opción más sencilla y que los propios desarrolladores recomiendan para una implementación rápida ([Forum, 2023a](#)). Por otra parte, por la naturaleza del entorno de instalación al que se enfoca este manual (véase [1.1 "Introducción al manual"](#)), no es de interés activar el protocolo de seguridad de ATLAS , que debería ser la opción preferente para el despliegue de la herramienta en organizaciones donde haya una necesaria diferenciación entre usuarios administradores con privilegios y usuarios sin privilegios.

4.1. Configuración manual

La configuración manual consiste en interactuar con la WebAPI directamente a través de pgAdmin para establecer la conexión con la base de datos externa.

Esta implementación se describe de forma muy completa en la documentación correspondiente al repositorio de github de CDM Configuration ([OHDSI, 2024k](#)) y en los foros ([Forum, 2023a](#))([Forum, 2023c](#)).

4.1.1. Requisitos previos

El único requisito que se necesita para poder integrar la base de datos externa con la WebAPI de ATLAS es que la base de datos externa esté estructurada según el CDM.

Esto implica una serie de características que se detallan en mayor profundidad en [1.4 "Entorno PostgreSQL de Broadsea"](#), aunque se presentan otra vez a modo de resumen en este apartado:

1. La base de datos debe estar conformada por los esquemas requeridos por el CDM (OHDSI, 2024k), al menos: cdm y results
2. Los datos y tablas de cdm deben estar normalizados a OMOP.
3. No se requiere que haya un vocabulario explícitamente configurado para la base de datos externa pero debe haber un vocabulario configurado en Broadsea.
4. Por último, no se requiere un estilo de base de datos concreto para la base de datos externa, puede ser Postgre o cualquier otro.

Para realizar esta implementación, según el fin educacional del manual, se utiliza la base de datos de synthetica, que reúne todos estos requisitos. Para mayor información sobre la configuración de synthetica consultar [4.2.2](#).

4.1.2. Deployment

La integración de la base de datos con la WebAPI es bastante sencilla, basta con configurar los parámetros correspondientes en el esquema webapi de la base de datos de Broadsea. Para ello se utiliza un listado de queries sql extraído de (OHDSI, 2024k). También se puede descargar el archivo sql completo del repositorio del TFG (vallealonsodc, 2024).

1. En primer lugar, se debe añadir la nueva fuente en la tabla sources del esquema webapi. De este modo se registra la nueva fuente y el string jdbc que apunta hacia ella permitiendo la conexión. Para ello se puede utilizar la siguiente query:

```

1 INSERT INTO webapi.source (source_id, source_name, source_key,
    source_connection, source_dialect)
2 SELECT nextval('webapi.source_sequence'), 'My Cdm', 'MY_CDM', ' jdbc
    :postgresql://server:5432/cdm?user={user}&password={password}', ' postgresql';

```

Donde:

- **source_id**: Es el identificador de la fuente. Se asigna por defecto.
- **source_name**: Es el nombre personalizado de la fuente.
- **source_key**: Es la clave que utilizarán otras tablas para referirse a la fuente.
- **source_connection**: Es el string de conexión jdbc, que debe seguir la estructura por defecto que se sugiere en la query. Si la
- **source_dialect**: El dialecto que utiliza la base de datos. Por defecto sería postgresql.

Para el ejemplo de synthetica, se aplica la siguiente query:

```

1 INSERT INTO webapi.source (source_id, source_name, source_key,
  source_connection, source_dialect)
2 SELECT nextval('webapi.source_sequence'), 'synthea1k', 'SYNTHEA1K',
  'jdbc:postgresql://broadsea-atlasdb:5432/synthea1k?user=postgres
&password=mypass', 'postgresql';

```

Esto obtiene como resultado global:

The screenshot shows a PostgreSQL query interface with two tabs: 'Query' and 'Query History'. The 'Query' tab contains the following SQL code:

```

1 SELECT * FROM webapi.source
2 ORDER BY source_id ASC

```

The 'Data Output' tab displays the results of the query. The table has four columns: source_id, source_name, source_key, and source_connection. There are two rows of data:

	source_id	source_name	source_key	source_connection	source_dialect
1	1	OHDSI Eunomia Demo Database	EUNOMIA	jdbc:postgresql://broadsea-atlasdb:5432/postgres?user=postgres&password=mypass	postgresql
2	2	synthea1k	SYNTHEA1K	jdbc:postgresql://broadsea-atlasdb:5432/synthea1k?user=postgres&password=mypass	postgresql

Figura 4.1: Captura de pantalla de las fuentes registradas en la tabla sources.

- En primer lugar, se debe registrar la fuente en la tabla source del esquema webapi. Para ello se deben utilizar las siguientes queries genéricas:
- En segundo lugar, y por último, se debe registrar cada esquema que utiliza la nueva fuente en la tabla source_daimon del esquema webapi. Para ello se pueden utilizar las siguientes queries genéricas:

```

1 INSERT INTO webapi.source_daimon (source_daimon_id, source_id,
  daimon_type, table_qualifier, priority)
2 SELECT nextval('webapi.source_daimon_sequence'), source_id, 0, 'cdm'
  ,
  0
3 FROM webapi.source
4 WHERE source_key = 'MY_CDM';
5
6 INSERT INTO webapi.source_daimon (source_daimon_id, source_id,
  daimon_type, table_qualifier, priority)
7 SELECT nextval('webapi.source_daimon_sequence'), source_id, 1, '
  vocab', 1
8 FROM webapi.source
9 WHERE source_key = 'MY_CDM';
10
11 INSERT INTO webapi.source_daimon (source_daimon_id, source_id,
  daimon_type, table_qualifier, priority)
12 SELECT nextval('webapi.source_daimon_sequence'), source_id, 2, '
  results', 1
13 FROM webapi.source
14 WHERE source_key = 'MY_CDM';
15
16 INSERT INTO webapi.source_daimon (source_daimon_id, source_id,
  daimon_type, table_qualifier, priority)
17 SELECT nextval('webapi.source_daimon_sequence'), source_id, 5, 'temp
  ', 0
18 FROM webapi.source

```

```
19 WHERE source_key = 'MY_CDM';
```

Donde:

- `source_daimon_id`: Es el identificador del daimon. Se asigna por defecto.
- `source_id`: Es el identificador de la nueva fuente, según el valor obtenido al registrar la fuente en la tabla `sources`.
- `daimon_type`: Es el identificador que designa tipo de daimon que se está registrando, es decir, el tipo de esquema. Este identificador puede ser "0" para el esquema del cdm, "1" para el vocab, "2" para results y, opcionalmente, "5" para temp.
- `table_qualifier`: Es el nombre concreto del esquema al que se está apuntando.
- `priority`: Es un valor entero mayor o menor que uno que sirve para distinguir cuál es la fuente prioritaria. Para el vocabulario y results, al menos debe haber un daimon con priority ≥ 1 .

Para la realización de esta implementación de ejemplo se ha seguido el ejemplo de synthea (véase 4.1.1 "Requisitos previos"), que aplica las siguiente queries:

```
1 INSERT INTO webapi.source_daimon (source_daimon_id, source_id,
  daimon_type, table_qualifier, priority)
2 SELECT nextval('webapi.source_daimon_sequence'), source_id, 0, '
  synthea', 0
3 FROM webapi.source
4 WHERE source_key = 'SYNTHEA1K';
5
6 INSERT INTO webapi.source_daimon (source_daimon_id, source_id,
  daimon_type, table_qualifier, priority)
7 SELECT nextval('webapi.source_daimon_sequence'), 2, 1, 'cdm', 1
8 FROM webapi.source
9 WHERE source_key = 'SYNTHEA1K';
10
11 INSERT INTO webapi.source_daimon (source_daimon_id, source_id,
  daimon_type, table_qualifier, priority)
12 SELECT nextval('webapi.source_daimon_sequence'), 2, 2, 'cdm_results'
  , 0
13 FROM webapi.source
14 WHERE source_key = 'SYNTHEA1K';
```

Esto se obtiene como resultado global:

The screenshot shows a database interface with a query editor at the top containing the following SQL code:

```

1 SELECT * FROM webapi.source_daimon
2 ORDER BY source_daimon_id ASC

```

Below the query editor is a "Data Output" tab showing the results of the query. The results are presented in a table with the following columns and data:

	source_daimon_id [PK] integer	source_id integer	daimon_type integer	table_qualifier character varying (255)	priority integer
1		1	0	demo_cdm	0
2		2	1	demo_cdm	10
3		3	1	demo_cdm_results	0
4		4	2	cdm	1
5		5	2	demo_cdm	1
6		6	2	cdm_results	0

Figura 4.2: Captura de pantalla de los daimon registrados en la tabla source_daimon.

Observe que si se agrupase por source_id hay dos fuentes distintas: (1) la fuente demo que viene preconfigurada con Broadsea y (2) la fuente que se acaba de registrar.

Así de sencillo, ya estaría registrada la nueva fuente, y establecida la conexión con la misma a través de la webAPI de Broadsea.

4.1.3. Comprobación de conexión correcta

Para comprobar que la conexión con la BD externa se ha realizado correctamente y se ha integrado correctamente con la WebAPI y con ATLAS se puede realizar dos estrategias:

- a **Comprobación a través del navegador.** Acceder a la dirección <http://server/WebAPI/source/refresh> en el buscador del navegador y comprobar que aparece como primera fuente la base de datos de Eunomia y los esquemas que utiliza y, como segunda fuente, la base de datos añadida. El resultado debe ser similar al siguiente código:

```

1 [{"sourceId":1,"sourceName":"OHDSI Eunomia Demo Database",
  "sourceDialect":"postgresql","sourceKey":"EUNOMIA","daimons":[{
    "sourceDaimonId":1,"daimonType":"CDM","tableQualifier":"demo_cdm",
    "priority":0},{"sourceDaimonId":3,"daimonType":"Results",
    "tableQualifier":"demo_cdm_results","priority":0},{"sourceDaimonId":
    2,"daimonType":"Vocabulary","tableQualifier":"omop_vocab",
    "priority":10}]},
2 {"sourceId":2,"sourceName":"synthea1k","sourceDialect":"postgresql",
  "sourceKey":"SYNTHEA1K","daimons":[{"sourceDaimonId":4,
  "daimonType":"CDM","tableQualifier":"cdm\nn","priority":1},
  {"sourceDaimonId":5,"daimonType":"Vocabulary","tableQualifier":
  "omop_vocab","priority":1}, {"sourceDaimonId":6,"daimonType":
  "Results","tableQualifier":"cdm_results","priority":0}]]
```

- b **Comprobación a través de ATLAS.** Comprobar a través de la interfaz gráfica de ATLAS que aparece la nueva fuente, a través del menú desplegable del

en el apartado Data sources o en el apartado Configuration de la herramienta.

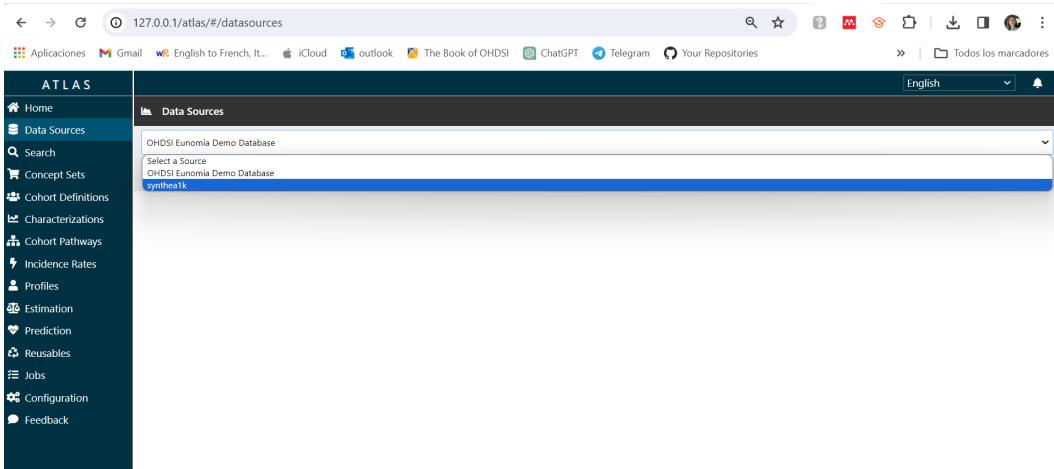


Figura 4.3: Captura de pantalla del menú Data sources de ATLAS Broadsea

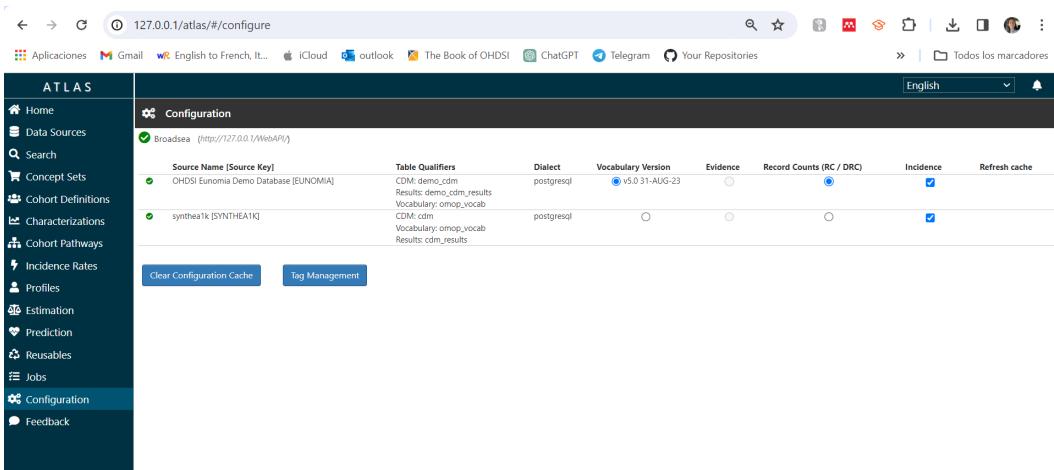


Figura 4.4: Captura de pantalla del menú Configuration de ATLAS Broadsea

4.1.4. Solución de posibles problemas

Valores mal introducidos

Problema: Al realizar las queries para introducir la base de datos la query no se ejecuta correctamente.

Motivo: No se reconoce el comando porque se ha introducido alguna palabra con error ortográfico.

Solución: Revisar las queries.

4.2. Otras configuraciones avanzadas

4.2.1. Configurar la seguridad de Broadsea

Otra forma de establecer conexiones con bases de datos externas es activando el protocolo de seguridad de ATLAS y de la WebAPI. Esta configuración posibilita la adición de fuentes a través de la interfaz gráfica de ATLAS, pues crea en el menú Configuration un nuevo botón para añadir fuentes intuitivamente.



Figura 4.5: Imagen extraída de (Forum, 2023a) donde aparece el botón para añadir fuentes desde la interfaz gráfica de ATLAS

No obstante, esta forma tan aparentemente sencilla de conexión, verdaderamente se establece a través de protocolos complejos y configuraciones avanzadas de ATLAS y la WebAPI que resultan en grandes cantidades de problemas y errores. De hecho, en varias ocasiones los propios desarrolladores a través de los foros recomiendan su uso solo cuando sea estrictamente necesario (Forum, 2023a)(Forum, 2023b).

Si bien la configuración es compleja, aporta, además de la facilidad de adición de fuentes mediante el botón en ATLAS, la posibilidad de distinguir entre distintos usuarios y roles con distintos permisos y privilegios, lo cual puede ser de gran interés en ciertos entornos u organizaciones. La configuración de la seguridad de ATLAS empieza por la configuración de la seguridad de la WebAPI y ambas están descritas detalladamente en los correspondientes repositorios de Github (OHDSI, 2024q)(OHDSI, 2024b). También hay un foro de gran interés en el que se describen aspectos de utilidad sobre la configuración de la seguridad en una organización (Forum, 2023b).

4.2.2. Descargar otras BD

Esta alternativa no es una configuración avanzada en sí misma pero si es una configuración opcional por lo que se encuadra en este marco.

En principio, puede no ser de interés descargar otra base de datos demo si el objetivo del usuario es analizar con ATLAS su propia base de datos, pero puede ser de interés si tan solo se quiere probar el despliegue de la herramienta o su funcionalidad con una base de datos algo más extensa que la la base de datos de Eunomia, que es muy pequeña.

En este caso, precisamente para satisfacer esa necesidad, se ha descargado la base de datos de synthia.

Synthea

Realmente, synthea es un generador de datos sintéticos, no una base de datos por sí misma. Synthea permite construir una base de datos con parámetros configurables con información que no es real, pero podría serlo. La documentación de synthea se encuentra en su repositorio de github (Health, 2024a) y en github pages (Health, 2024b). Los datos de synthea no se crean por defecto estandarizados a OMOP pero OHDSI recoge también en un repositorio de github el rscript necesario para realizar el mapeo (OHDSI, 2024f).

Para la realización de la configuración de la base de datos externa se ha creado manualmente una base de datos en Postgre, dentro del mismo servidor de Broadsea, con los esquemas public, cdm y results.

5. Configuración del Vocabulario

El vocabulario no viene enteramente configurado en ATLAS Broadsea sino tan solo una pequeña demo adjunta a la base de datos de Eunomia.

Por tanto, para utilizar ATLAS se requiere la instalación y configuración del Vocabulario más extenso. OHDSI propone, en el repositorio de github de Broadsea (OHDSI, 2024d) dos formas de configurar el vocabulario de Broadsea: (1) de forma manual (2) a través de Apache Solr.

5.1. Configuración manual

La configuración manual del vocabulario requiere descargar el vocabulario directamente desde ATHENA (OHDSI, 2024a), instalarlo manualmente en el directorio local de Broadsea y ejecutar el contenedor docker encargado de montar el vocabulario en Broadsea.

5.1.1. Requisitos previos

Para configurar el vocabulario manualmente, se debe haber descargado el vocabulario y configurado el directorio local de Broadsea. Este procedimiento se ha seguido gracias a los foros "Downloading OMOP cdm version 5 vocabulary data" (Forums, 2017) y "March to the Broadsea" (Forum, 2023d) y el tutorial de youtube "Demo: Getting Vocabularies Into My OMOP CDM" (Youtube, 2021)

1. Descargar el vocabulario desde la herramienta online de ATHENA. Para ello, acceder al menú de descarga Download. En este momento se presenta un listado de todos los vocabularios que contiene ATHENA entre los que algunos aparecen preseleccionados. Cada usuario puede seleccionar o deseleccionar los vocabularios que le interesen para el estudio que esté realizando. En este caso, se descargará el vocabulario que ATHENA sugiere por defecto.

The screenshot shows a web-based application interface for managing vocabularies. At the top, there's a navigation bar with links to various applications like Gmail, English to French, iCloud, Outlook, The Book of OHDSI, ChatGPT, Telegram, and Your Repositories. Below the navigation bar is a header with the ATHENA logo, a search bar, a download button, and a user profile for 'Maria del Valle Ortiz'. A dropdown menu shows 'Todos los marcadores'. The main content area is titled 'VOCABULARIES' and displays a table of preselected vocabularies. The columns are: ID (CDM V4.5), CODE (CDM V5), NAME, REQUIRED, and LATEST UPDATE. The table lists nine entries:

ID (CDM V4.5)	CODE (CDM V5)	NAME	REQUIRED	LATEST UPDATE
1	SNOMED	Systematic Nomenclature of Medicine - Clinical Terms (IHTSDO)		28-Jan-2022
2	ICD9CM	International Classification of Diseases, Ninth Revision, Clinical Modification, Volume 1 and 2 (NCHS)		01-Oct-2014
3	ICD9Proc	International Classification of Diseases, Ninth Revision, Clinical Modification, Volume 3 (NCHS)		01-Oct-2014
4	CPT4	Current Procedural Terminology version 4 (AMA)	EULA required	01-May-2023
5	HCPSCS	Healthcare Common Procedure Coding System (CMS)		01-Jul-2023
6	LOINC	Logical Observation Identifiers Names and Codes (Regenstrief Institute)		15-Aug-2023
7	NDFRT	National Drug File - Reference Terminology (VA)		06-Aug-2018
8	RxNorm	RxNorm (NLM)		03-Jul-2023
9	NDC	National Drug Code (FDA and manufacturers)		27-Aug-2023

Figura 5.1: Captura de pantalla de la preselección de vocabularios para descargar.

2. La descarga requiere registrar un usuario con un correo electrónico válido al que se enviará un link personal que permitirá la descarga de un archivo .zip con el vocabulario seleccionado. También desde ATHENA en la pestaña SHOW HISTORY muestra el estado en el que se encuentra la descarga del vocabulario y, una vez que esté listo, permite la descarga directa del zip.
3. El archivo zip que se descarga, una vez descomprimido, muestra varios archivos .csv con las tablas que conforman el Vocabulario y otros archivos CPT4 que requieren de una configuración adicional. En este caso, no se utilizará el vocabulario de CPT4 por lo que no se realizará esta configuración, sin embargo, viene bien explicada en el tutorial de youtube adjunto al principio de la sección.

```
C:\Users\valle\Downloads\vocabulary_download_v5_{d6368ff7-27c4-41c9-afaf-c0f0764ff716}_1708516913493>dir
El volumen de la unidad C es OS
El número de serie del volumen es: 6416-7C02

Directorio de C:\Users\valle\Downloads\vocabulary_download_v5_{d6368ff7-27c4-41c9-afaf-c0f0764ff716}_1708516913493

21/02/2024 13:43    <DIR>          .
04/03/2024 12:55    <DIR>          ..
21/02/2024 13:41      793.956.864 CONCEPT.csv
21/02/2024 13:42      1.573.127.294 CONCEPT_ANCESTOR.csv
21/02/2024 13:41      17.697 CONCEPT_CLASS.csv
21/02/2024 13:41      1.017.865 CONCEPT_CPT4.csv
21/02/2024 13:43      2.361.915.901 CONCEPT_RELATIONSHIP.csv
21/02/2024 13:41      181.476.737 CONCEPT_SYNONYM.csv
21/02/2024 13:43          48 cpt.bat
21/02/2024 13:43          50 cpt.sh
21/02/2024 13:43          8.737.387 cpt4.jar
21/02/2024 13:41          1.745 DOMAIN.csv
21/02/2024 13:41      158.691.287 DRUG_STRENGTH.csv
21/02/2024 13:43          510 readme.txt
21/02/2024 13:41          51.698 RELATIONSHIP.csv
21/02/2024 13:41          6.138 VOCABULARY.csv
               14 archivos   5.079.001.221 bytes
                  2 dirs     327.704.576 bytes libres
```

Figura 5.2: Captura de pantalla de archivos descargados del vocabulario.

4. Por último, los archivos descargados del vocabulario deben almacenarse en el directorio local de Broadsea, concretamente en la ruta Broadsea/omop_vocab/files. En caso de no existir la carpeta /files, crearla manualmente. Este paso es muy importante.

5.1.2. Deployment

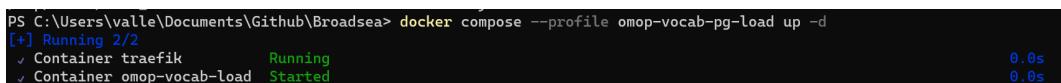
Configurar el vocabulario requiere establecer una configuración avanzada del contenedor Docker de Broadsea. Si bien, la primera vez que se inicializó el contenedor se ejecutó el perfil default ahora se va a ejecutar específicamente el perfil omop-vocab-pg-load. Esta opción se especifica en la sección OMOP Vocab Loading del repositorio de Broadsea. También ha sido de utilidad el repositorio (OHDSI, 2024k) y el mismo foro (Forum, 2023d).

Para acceder a la información y configuración avanzada del perfil se puede acceder al docker-compose.yml y a la sección 9 del archivo .env, aunque este caso no será necesario realizar ninguna modificación sobre los mismos.

1. Para comenzar la configuración del vocabulario es necesario inicializar el contenedor omop-vocab-load. Ejecutar la siguiente línea de código en el cmd:

```
1 docker compose --profile omop-vocab-pg-load up -d
```

Este comando da lugar el siguiente resultado.



```
PS C:\Users\valle\Documents\Github\Broadsea> docker compose --profile omop-vocab-pg-load up -d
[+] Running 2/2
  ✓ Container traefik           Running
  ✓ Container omop-vocab-load   Started
                                         0.0s
                                         0.0s
```

Figura 5.3: Captura de pantalla de comando para iniciar el perfil docker.

2. A partir de este momento comienza la instalación del perfil, por lo que es muy importante tener abierto el logs de Docker para poder observar que el proceso se realiza correctamente. El proceso puede durar unas horas y una vez que se finaliza, el log muestra un mensaje que advierte que el contenedor puede ser eliminado y el estado del contenedor pasa a ser "Exited". El resultado es la creación de un nuevo esquema en la base de datos llamado "omop_vocab" con todos los archivos descargados del vocabulario.
3. El último paso de la configuración es integrar este nuevo esquema a la WebAPI de Broadsea. Este último paso se puede realizar fácilmente de forma manual a través de pgAdmin, abriendo la tabla source_daimon del esquema webapi de la bd de Broadsea.

La instalación por defecto de Broadsea adjudica la fuente del vocabulario (daimon_type=1) al demo_cdm, sin embargo, se debe modificar para que apunte al nuevo esquema omop_vocab que se ha instalado. Esta modificación se puede realizar directamente haciendo click ssobre la tabla que devuelve la siguiente consulta.

```
1 SELECT * FROM webapi.source_daimon
2 ORDER BY source_daimon_id ASC
```

El resultado final debe ser similar a la siguiente figura.

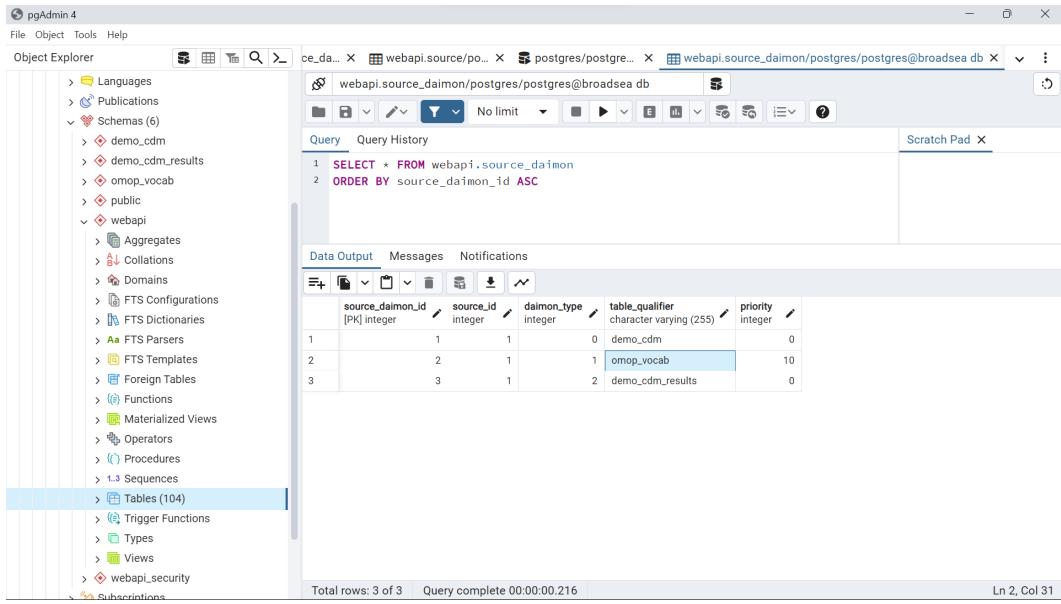


Figura 5.4: Captura de pantalla de la integración final del vocabulario descargado con la webapi

5.1.3. Comprobación de configuración correcta

Para comprobar que se ha configurado correctamente el vocabulario en la base de datos de Broadsea, se puede consultar el administrador de la base de datos o realizar directamente una búsqueda en ATLAS.

a **Comprobación a través de pgAdmin.** Desde el administrador de la base de datos, pgAdmin, se debe comprobar que el vocabulario se ha instalado correctamente y no se han instalado tablas vacías. Para ello basta con seleccionar cualquier tabla del esquema omop_vocab y mostrar todas las filas. Las tablas más significativas son la tabla vocabulary, que muestra todos los vocabularios que se han insertado, y la tabla concept que reúne todos los conceptos definidos en cada vocabulario. Para esta implementación la primera tabla muestra un total de 59 filas y la segunda, 5.975.392 filas.

b **Comprobación a través de ATLAS.** También se puede comprobar que la integración del nuevo esquema con el vocabulario haya sido exitosa realizando una búsqueda en el vocabulario directamente desde ATLAS Broadsea.

El vocabulario demo que venía incluido con Eunomia presentaba muy pocos conceptos por lo que muchas búsquedas de conceptos no devolvían resultado o devolvían muy pocos. Para este manual, se comprobó que antes de realizar la configuración del vocabulario, al buscar "diabetes" solo se obtenía un resultado, como se muestra en la figura 5.5 "Captura de pantalla de la búsqueda en el vocabulario antes de la configuración". Sin embargo, después de configurar correctamente, se obtienen hasta 20602 resultados, como muestra la figura 5.6 "Captura de pantalla de la búsqueda en el vocabulario después de la configuración".

The screenshot shows the OHDSI ATLAS search interface. The search bar at the top contains the query 'DIABETES'. Below the search bar, a table displays one entry: 'Diabetes mellitus due to cystic fibrosis' (Id: 4144583, Code: 427089005). The table includes columns for Id, Code, Name, Class, and various domain and vocabulary flags. The 'Vocabulary' column shows 'SNOMED (1)'. The 'Class' column shows 'Clinical Finding'. The 'Domain' column shows 'timeout'. The 'Vocabulary' column shows 'SNOMED'. At the bottom of the table, there are buttons for 'Exclude', 'Descendants', 'Mapped', 'Preview...', and 'Add to New Concept Set'.

Figura 5.5: Captura de pantalla de la búsqueda en el vocabulario antes de la configuración

The screenshot shows the OHDSI ATLAS search interface after configuration. The search bar at the top contains the query 'diabetes'. Below the search bar, a table displays 50 of 2,602 entries. The first few entries include: '(Diabetes insipidus [& pituitary]) or (vasopressin deficiency)' (Id: 40387272, Code: 190759004), '(Renal glycosuria) or (renal diabetes)' (Id: 40388210, Code: 190759004), '80000 MG Calendula officinalis extract 0.02 MG/MG / Centaunum erythraea preparation 0.05 MG/MG / Cynara scolymus leaf extract 0.04 MG/MG / Fucus vesiculosus extract 0.06 MG/MG / - Oral Solution [Diabetette] Box of 1' (Id: 41504196, Code: OMOP2702158), and '80000 MG Calendula officinalis extract 0.02 MG/MG / Centaunum erythraea preparation 0.05 MG/MG / Cynara scolymus leaf extract 0.04 MG/MG / Fucus vesiculosus extract 0.06 MG/MG / Juglans regia leaf extract 0.03 MG/MG / - Oral Solution [Diabetette]' (Id: 41504137, Code: OMOP2702099). The table includes columns for Id, Code, Name, Class, and various domain and vocabulary flags. The 'Vocabulary' column shows 'SNOMED' for most entries. The 'Class' column shows 'Clinical Finding' for many entries. The 'Domain' column shows 'timeout' for many entries. The 'Vocabulary' column shows 'RxNorm Extension' for some entries. At the bottom of the table, there are buttons for 'Exclude', 'Descendants', 'Mapped', 'Preview...', and 'Add to New Concept Set'.

Figura 5.6: Captura de pantalla de la búsqueda en el vocabulario después de la configuración

c **Comprobación a través del navegador** Por último, se puede realizar una comprobación extra accediendo a la dirección <http://127.0.0.1/WebAPI/source/refresh> en el navegador, que imprime en pantalla las fuentes que se están utilizando en la configuración de Broadsea. El resultado debe ser similar al siguiente, prestando especial atención a que aparezca `omop_vocab` como fuente del vocabulario:

```
1  [{"sourceId":1,"sourceName":"OHDSI Eunomia Demo Database","sourceDialect":"postgresql","sourceKey":"EUNOMIA","daimons":[{"sourceDaimonId":1,"daimonType":"CDM","tableQualifier":"demo_cdm",
```

```
"priority":0}, {"sourceDaimonId":3, "daimonType": "Results", "tableQualifier": "demo_cdm_results", "priority":0}, {"sourceDaimonId":2, "daimonType": "Vocabulary", "tableQualifier": "omop_vocab", "priority":10}]]
```

5.1.4. Solución de posibles errores

Error: can't cd to /temp/files: No such files or directory

Problema: Al inicializar el perfil omop-vocab-load el contenedor no se construye correctamente y el log muestra el siguiente aviso, tal y como se muestra en la figura.

```
PS C:\Users\valle\Documents\Github\Broadsea> docker logs omop-vocab-load
fetch https://dl-cdn.alpinelinux.org/alpine/v3.17/main/x86_64/APKINDEX.tar.gz
fetch https://dl-cdn.alpinelinux.org/alpine/v3.17/community/x86_64/APKINDEX.tar.gz
(1/8) Installing postgresql-common (1.1-r3)
Executing postgresql-common-1.1-r3.pre-install
(2/8) Installing lz4-libs (1.9.4-r1)
(3/8) Installing libpq (15.6-r0)
(4/8) Installing ncurses-terminfo-base (6.3_p20221119-r1)
(5/8) Installing ncurses-libs (6.3_p20221119-r1)
(6/8) Installing readline (8.2.0-r0)
(7/8) Installing zstd-libs (1.5.5-r0)
(8/8) Installing postgresql15-client (15.6-r0)
Executing busybox-1.35.0-r29.trigger
Executing postgresql-common-1.1-r3.trigger
* Setting postgresql15 as the default version
OK: 12 MiB in 23 packages
/tmp/scripts/load_omop_vocab.sh: cd: line 7: can't cd to /tmp/files: No such file or directory
```

Figura 5.7: Captura de pantalla de la búsqueda en el vocabulario después de la configuración

Solución: Crear manualmente la carpeta /files

Error: El contenedor se construye correctamente pero se construye vacío

Problema: Al inicializar el perfil omop-vocab-load el contenedor se construye en pocos segundos aparentemente correctamente. Incluso es posible que aparezca en el administrador de la base de datos pero aparece el esquema vacío o las tablas del esquema vacías, sin filas.

Solución: La carpeta /files debe contener los archivos .csv que se han descargado de ATHENA.

5.2. Otras configuraciones avanzadas

En este punto el vocabulario ya está perfectamente instalado y configurado, sin embargo, Broadsea ofrece más opciones avanzadas para sacar aún mayor partido de la herramienta. En este manual se presentan dichas opciones aunque no se procederá a su configuración.

5.2.1. Configuración de Apache Solr

ATLAS Broadsea hace uso de Apache Solr a través de diferentes perfiles docker para facilitar la importación del vocabulario y la búsqueda en el mismo. Sin embargo, ambas características aún se encuentran en desarrollo, según la información facilitada en el repositorio de github de Broadsea Solr (OHDSI, 2024e).

El proceso de configuración de Broadsea Solr se encuentra en aquel mismo repositorio y la descripción de los perfiles que ejecutan los contenedores Solr se presentan en el de Broadsea (OHDSI, 2024d).

1. Con el perfil `solr-vocab-with-import` se puede automatizar la importación del vocabulario desde el servidor de Apache en vez de tener que configurarlo manualmente. Sin embargo, esta opción que parece facilitar el trabajo al usuario en la práctica resulta engorrosa, por ello no ha sido cubierta en este manual.
2. El otro perfil, `solr-vocab-no-import` simplemente lanza el servidor Apache "vacío" permitiendo la configuración manual del vocabulario desde la GUI de Apache Solr.

Para mayor información o resolución de conflictos consultar los foros de OHDSI o los "issue" del repositorio de github.

5.2.2. Configuración de PHOEBE

ATLAS Broadsea puede configurarse junto a PHOEBE, que es una herramienta OHDSI, también disponible [online](#), que consiste en un recomendador de conceptos del vocabulario, de forma que facilite la construcción de conjuntos de conceptos durante la realización de estudios con ATLAS.

No existe un repositorio concreto de esta herramienta pero el perfil que implementa el contenedor docker se presenta brevemente en el repositorio de [Broadsea](#). También se puede encontrar información relevante en algunos foros de OHDSI como en el de [Phoebe 2.0](#).

De igual forma, para mayor información o resolución de conflictos consultar otros foros de OHDSI o los "issue" del repositorio de github de Broadsea o ATLAS.

Bibliografía

- Forum, O. (2023a). Adding a new MS SQL CDM database to Atlas using Broadsea. Consultado el 11 de marzo de 2024, desde <https://forums.ohdsi.org/t/adding-a-new-ms-sql-cdm-database-to-atlas-using-broadsea/19404/3>
- Forum, O. (2023b). Adding Security in Atlas. Consultado el 11 de marzo de 2024, desde <https://forums.ohdsi.org/t/adding-security-in-atlas/6542/13>
- Forum, O. (2023c). Broadsea 3.0 Quick Start: How to add my own DB in Atlas OMOP. Consultado el 11 de marzo de 2024, desde <https://forums.ohdsi.org/t/broadsea-3-0-quick-start-how-to-add-my-own-db-in-atlas-omop/20617/21>
- Forum, O. (2023d). March to Broadsea. Consultado el 14 de marzo de 2024, desde <https://forums.ohdsi.org/t/march-to-the-broadsea/20576>
- Forum, O. (2023e). Question about Broadsea default database. Consultado el 14 de marzo de 2024, desde <https://forums.ohdsi.org/t/question-about-broadsea-default-database/18431>
- Forums, O. (2017, septiembre). Downloading OMOP CDM Version 5 Vocabulary Data.
- Health, S. (2024a). Synthea. Consultado el 14 de marzo de 2024, desde <https://github.com/synthetichealth/synthea>
- Health, S. (2024b). Synthea (Github Pages). Consultado el 14 de marzo de 2024, desde <https://github.com/synthetichealth/synthea>
- Londhe, A. e. a. (2023). Broadsea 3.0: "BROADening the ohdSEA". https://www.ohdsi.org/wp-content/uploads/2023/10/Londhe-Ajit_Broadsea-3.0-BROADening-the-ohdSEA_2023symposium-Ajit-Londhe.pdf
- Londhe, A. e. a. (2024). Slides from the 2023 OHDSI Global Symposium. <https://www.ohdsi.org/wp-content/uploads/2023/10/419-Londhe-Slides.pdf>
- OHDSI. (2024a). Athena Search Terms [Accessed from the OHDSI Athena platform (dynamic web page)]. Consultado el 14 de marzo de 2024, desde <https://athena.ohdsi.org/search-terms/start>
- OHDSI. (2024b). Atlas Security. Consultado el 11 de marzo de 2024, desde <https://github.com/OHDSI/WebAPI/wiki/Atlas-Security>
- OHDSI. (2024c). *The Book of OHDSI*. Consultado el 14 de marzo de 2024, desde <https://ohdsi.github.io/TheBookOfOhdsi/>
- OHDSI. (2024d). Broadsea. Consultado el 11 de marzo de 2024, desde <https://github.com/OHDSI/Broadsea>
- OHDSI. (2024e). Broadsea Solr. Consultado el 14 de marzo de 2024, desde <https://github.com/OHDSI/Broadsea-Solr>
- OHDSI. (2024f). ETL-Synthea. Consultado el 14 de marzo de 2024, desde <https://github.com/OHDSI/ETL-Synthea>
- OHDSI. (2024g). OHDSI Atlas Demo [Accessed from the OHDSI Atlas demo platform (dynamic web page)]. Consultado el 14 de marzo de 2024, desde <https://atlas-demo.ohdsi.org/>

- OHDSI. (2024h). OHDSI Broadsea Atlasdb. Consultado el 14 de marzo de 2024, desde <https://github.com/OHDSI/Broadsea-Atlasdb>
- OHDSI. (2024i). OHDSI Common Data Model. Consultado el 11 de marzo de 2024, desde <https://github.com/OHDSI/CommonDataModel>
- OHDSI. (2024j). OHDSI Common Data Model (Github Pages). Consultado el 11 de marzo de 2024, desde <https://ohdsi.github.io/CommonDataModel/>
- OHDSI. (2024k). OHDSI Common Data Model Configuration (Wiki). Consultado el 11 de marzo de 2024, desde <https://github.com/OHDSI/WebAPI/wiki/CDM-Configuration>
- OHDSI. (2024l). OHDSI Eunomia. Consultado el 14 de marzo de 2024, desde <https://github.com/OHDSI/Eunomia>
- OHDSI. (2024m). OHDSI Eunomia (Github Pages). Consultado el 14 de marzo de 2024, desde <https://github.com/OHDSI/Eunomia>
- OHDSI. (2024n). OHDSI Vocabulary v5.0 (Wiki). Consultado el 14 de marzo de 2024, desde <https://github.com/OHDSI/Vocabulary-v5.0/wiki>
- OHDSI. (2024o). OHDSI WebAPI. Consultado el 11 de marzo de 2024, desde <https://github.com/OHDSI/WebAPI>
- OHDSI. (2024p). OHDSI WebAPI Wiki. Consultado el 11 de marzo de 2024, desde <https://github.com/OHDSI/WebAPI/wiki>
- OHDSI. (2024q). WebAPI Security Configuration. Consultado el 11 de marzo de 2024, desde <https://github.com/OHDSI/WebAPI/wiki/Security-Configuration>
- vallealonsodc. (2024). Thesis-ATLAS-OHDSI.
- Youtube, O. (2021, noviembre). Demo: Getting Vocabularies Into My OMOP CDM.