



INGENIERÍA EN SISTEMAS
COMPUTACIONALES.

Sistemas Operativos.
Grupo: 5S11.

Proyecto.

Profesor: Romero González Gustavo Moises.

Integrantes:

- Alarcon Ramírez Tanya Kelly.
- Espinoza Hernandez Jonathan Alberto.
 - Franco Miranda Kendall Rafael.
 - Gómez Ramírez Zahidy Yarely.

Índice.

<i>Introducción</i>	3
<i>Desarrollo</i>	4
<i>Conclusión</i>	19
<i>Referencias</i>	20

Introducción

El siguiente documento describe el proceso de desarrollo de un sistema integral para recolectar, almacenar y procesar datos de estudiantes mediante tecnologías como MariaDB para la creación de una base de datos y MQTT (con Mosquitto) para la comunicación con la base de datos.

Además se detalla el proceso de instalación y configuración de las herramientas utilizadas dentro de una máquina virtual (Oracle VirtualBox) como parte de un entorno de desarrollo de sistemas operativos.

El desarrollo en general del proyecto describe la creación del diseño de la base de datos, la cual, incluye la creación de tablas para almacenar diversos datos de estudiantes como lo son nombre, grado, matrícula, entre otros, estableciendo la relaciones entre datos para garantizar la integridad de los mismos.

También, se implementó la opción de insertar nuevos datos a la base de datos, esto con la intención de mantener actualizadas las tablas cuando sea necesario el agregar nueva información.

Posteriormente se detalla el desarrollo del productor y consumidor dentro de Mosquitto. El productor se encarga de recopilar y publicar los datos del estudiante a través de los temas de la propia aplicación, mientras que el consumidor procesa y almacena los datos en la base de datos.

En este proyecto también se utiliza una librería de funciones, las cuales se utilizan para manejar la base de datos (inserción, consulta) y la comunicación MQTT (publicación y suscripción).

Desarrollo

Para la creación de este proyecto son necesarios diversos servicios tanto para la creación de una base de datos y una comunicación para consultar dichos datos.

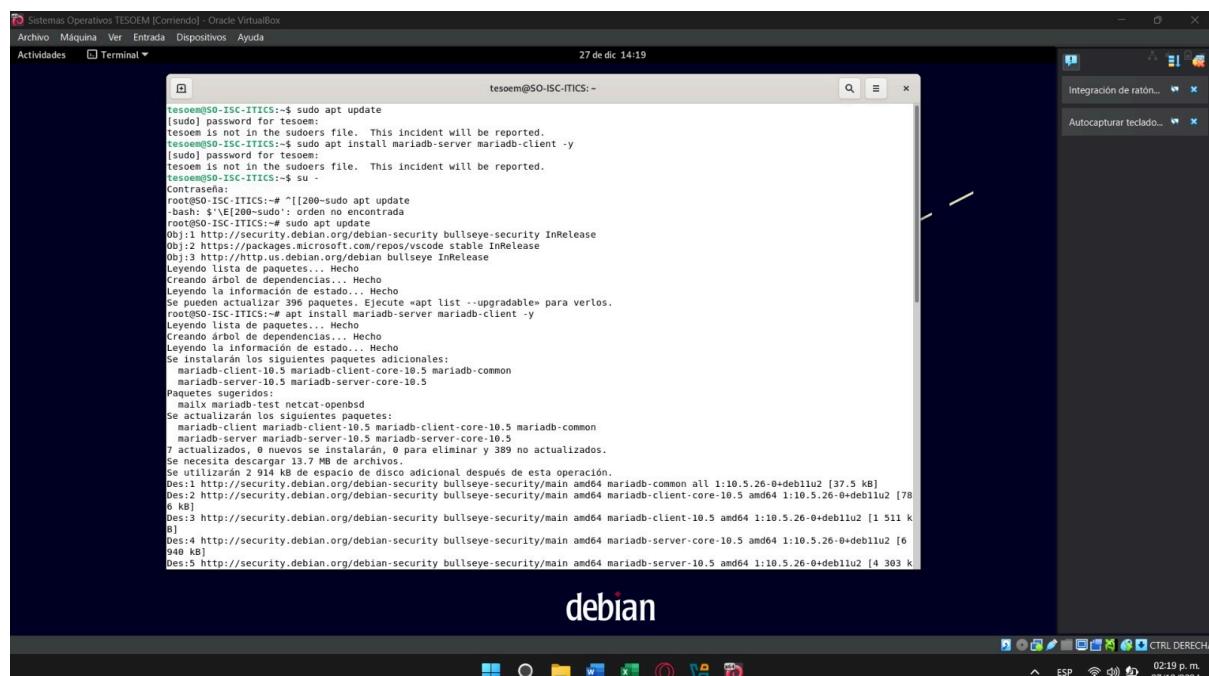
En este caso se utilizará un sistema de gestión de base de datos relacionales de código abierto llamado MariaDB Server, este ayuda a organizar la información contenida en tablas que se relacionan mediante claves primarias y foráneas. Es de código abierto y es compatible con múltiples sistemas operativos como Linux, Windows y macOS, y puede manejar datos estructurados y no estructurados.

Se caracteriza por ofrecer funciones avanzadas para trabajar con datos JSON y conectarse con fuentes externas. Se utiliza ampliamente en sitios web, comercio electrónico, análisis de datos, entre otros, siendo un ideal para proyectos que requieren una gestión eficiente y segura de grandes volúmenes de datos.

Por otra parte, también se utiliza el servicio Eclipse Mosquitto el cual es un broker (intermediario o mediador) de mensajería que utiliza el protocolo MQTT (*Message Queuing Telemetry Transport*). Este protocolo opera bajo un modelo de publicación/suscripción, lo que permite a los dispositivos intercambiar datos de forma eficiente, ligera y con bajo consumo de energía.

Con estos servicios se pretende desarrollar un sistema de recolección, almacenamiento y gestión de datos de los estudiantes. Para esto se siguieron una serie de pasos que describen el proceso de instalación de cada herramienta y el proceso de creación de la comunicación entre estas.

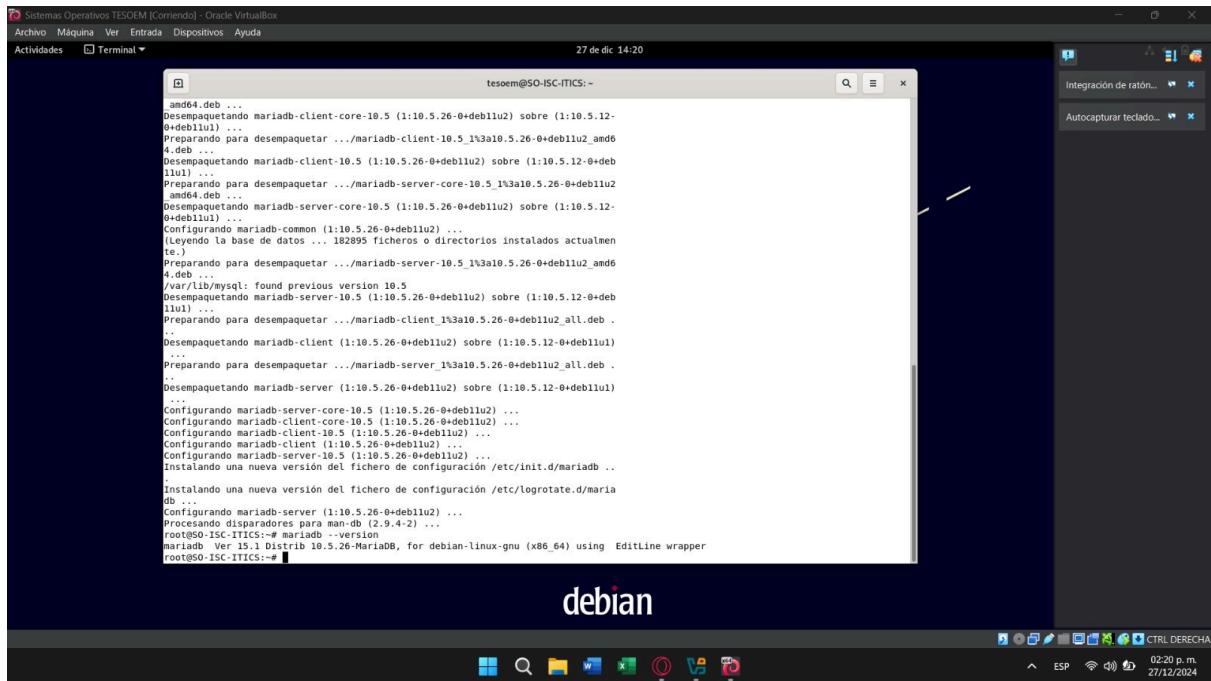
Primero se accede a la terminal en la maquina virtual Oracle VM VirtualBox como Usuario Root para posteriormente comprobar que esté actualizada



```
tesoem@SO-ISC-ITICS:~$ sudo apt update
[sudo] password for tesoem:
[todo] password for tesoem:
tesoem@SO-ISC-ITICS:~$ sudo apt install mariadb-server mariadb-client -y
[sudo] password for tesoem:
tesoem@SO-ISC-ITICS:~$ su -
Contraseña:
root@SO-ISC-ITICS:~# ^[[200~sudo apt update
-bash: ^[[200~sudo: orden no encontrada
root@SO-ISC-ITICS:~# sudo apt update
0b:1 http://security.debian.org/debian-security bullseye-security InRelease
0b:2 http://http://http://deb.debian.org/debian/repos/vscode stable InRelease
0b:3 http://http://http://deb.debian.org/debian bullseye InRelease
Leyendo lista de paquetes... Hecho
Creando árbol de dependencias... Hecho
Leyendo la información de estado... Hecho
Se instalarán los siguientes paquetes adicionales:
mariadb-client-10.5 mariadb-client-core-10.5 mariadb-common
mariadb-server-10.5 mariadb-server-core-10.5
Paquetes sugeridos:
mailx mariadb-test netcat-openbsd
Se actualizan los siguientes paquetes:
mariadb-client-10.5 mariadb-client-core-10.5 mariadb-common
mariadb-server-10.5 mariadb-server-core-10.5
7 actualizados, 0 nuevos se instalarán, 0 para eliminar y 389 no actualizados.
Se necesita descargar 13.7 MB de archivos.
Se utilizarán 2 914 kB de espacio en disco adicional después de esta operación.
Des:1 http://security.debian.org/debian-security/bullseye-security/main amd64 mariadb-common all 1:10.5.26-0+deb11u2 [37.5 kB]
Des:2 http://security.debian.org/debian-security/bullseye-security/main amd64 mariadb-client-core-10.5 amd64 1:10.5.26-0+deb11u2 [78.6 kB]
Des:3 http://security.debian.org/debian-security/bullseye-security/main amd64 mariadb-client-10.5 amd64 1:10.5.26-0+deb11u2 [1 511 kB]
Des:4 http://security.debian.org/debian-security/bullseye-security/main amd64 mariadb-server-core-10.5 amd64 1:10.5.26-0+deb11u2 [6 940 kB]
Des:5 http://security.debian.org/debian-security/bullseye-security/main amd64 mariadb-server-10.5 amd64 1:10.5.26-0+deb11u2 [4 303 kB]
```

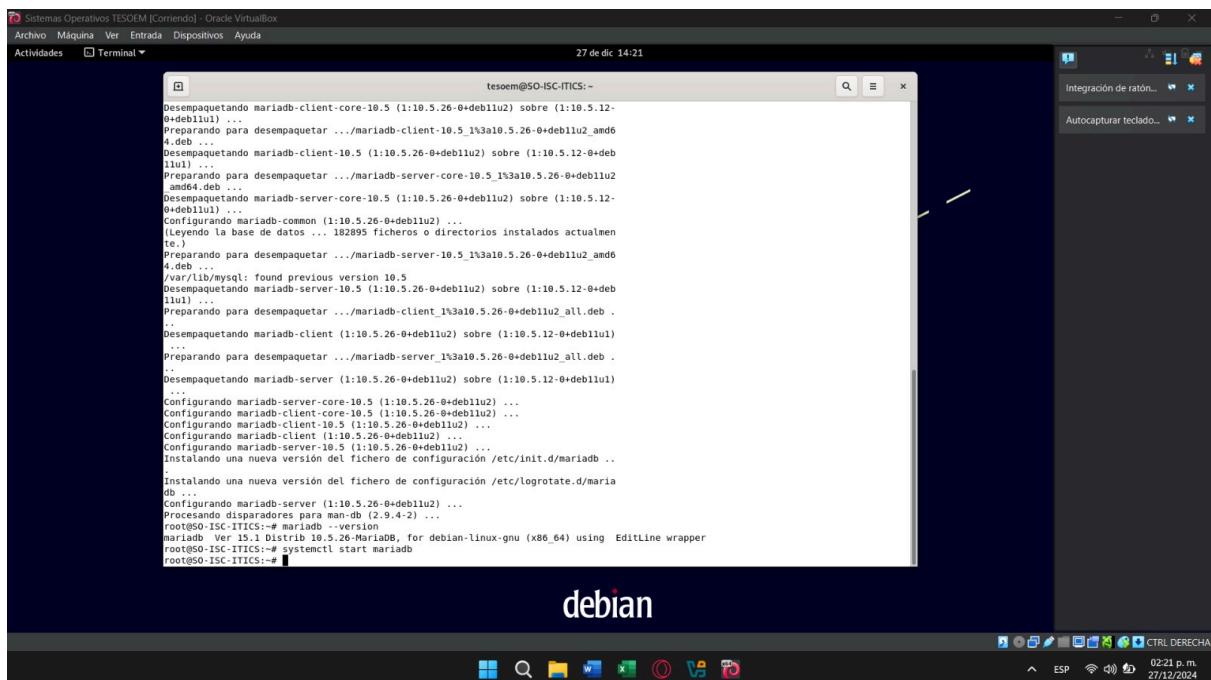
A continuación se instala la herramienta MariaDB utilizando el comando:

```
apt install mariadb-server mariadb-client -y
```



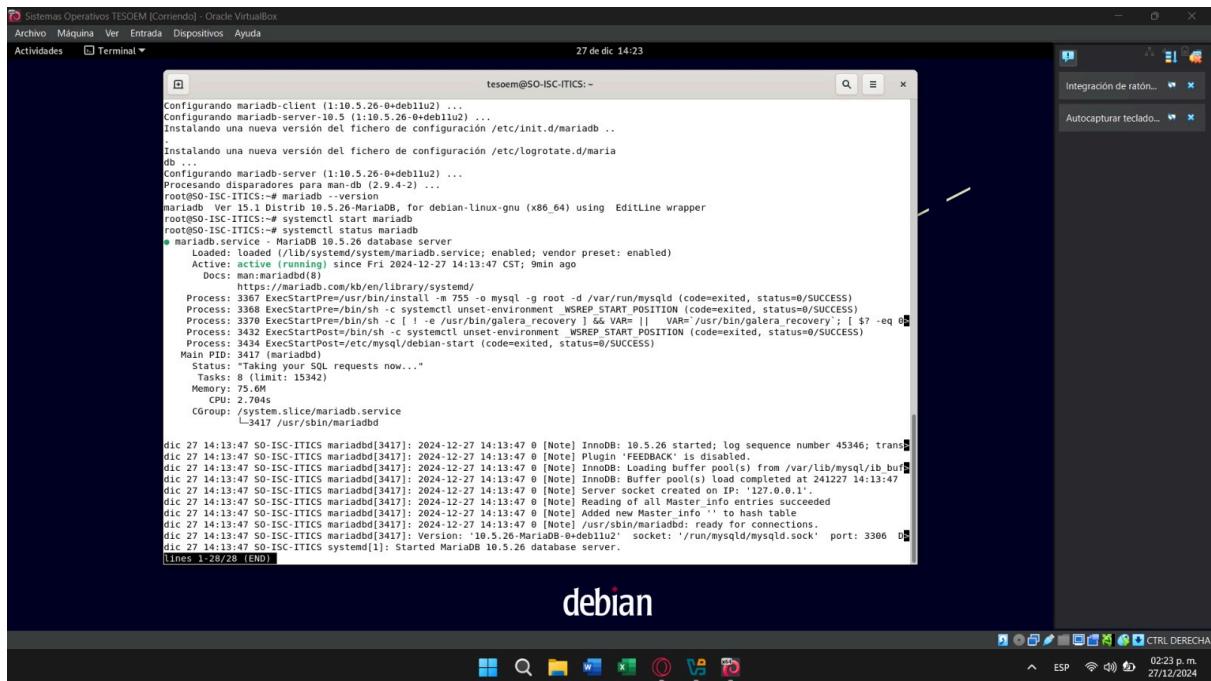
Posteriormente se inicia servicio de MariaDB con los siguientes comandos:

```
systemctl start mariadb  
systemctl status mariadb  
systemctl enable mariadb
```



Después de instalar el servicio se verifica que el servicio esté funcionando correctamente con el siguiente comando:

```
systemctl status mariadb
```

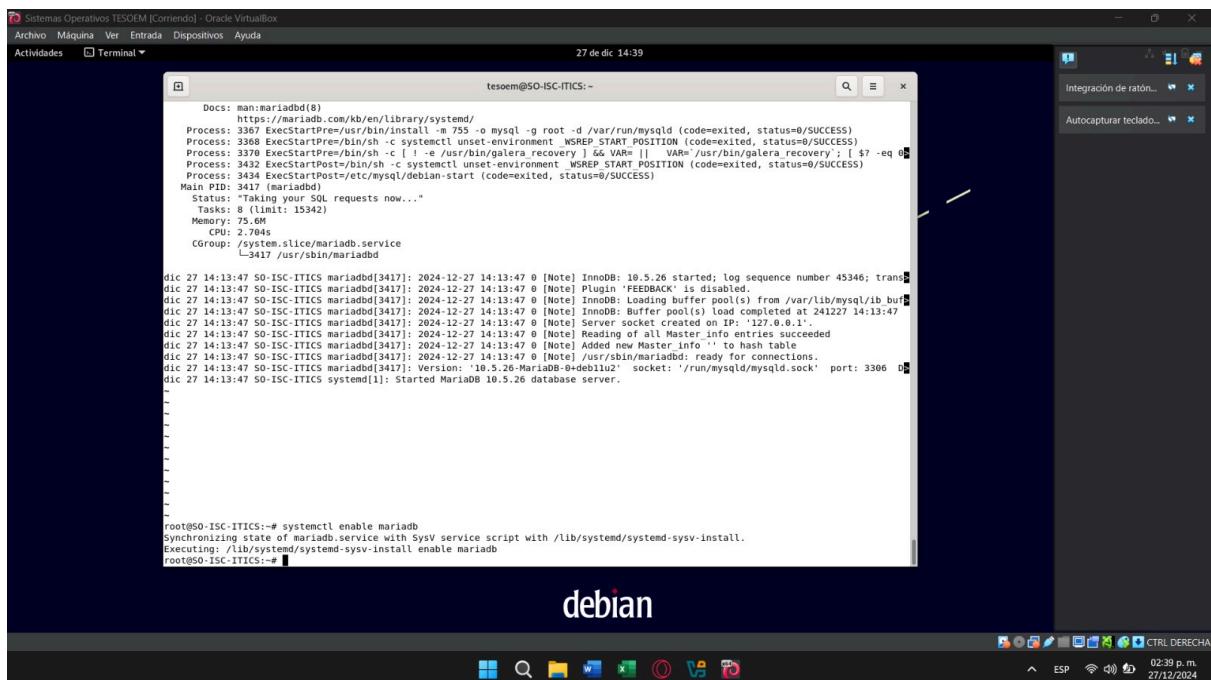


```
tesoem@SO-ISC-ITICS: ~
Archivo Máquina Ver Entrada Dispositivos Ayuda
Actividades Terminal 27 de dic 14:23
[tesoem@SO-ISC-ITICS ~]# systemctl status mariadb
● mariadb.service - Mariadb 10.5.26 database server
   Loaded: loaded (/lib/systemd/system/mariadb.service; enabled; vendor preset: enabled)
     Active: active (running) since Fri 2024-12-27 14:13:47 CST; 9min ago
       Docs: man:mariadb(8)
          http://mariadb.com/kb/en/library/systemd/
    Process: 3367 ExecStartPre=/usr/bin/install -m 755 -o mysql -g root -d /var/run/mysqld (code=exited, status=0/SUCCESS)
    Process: 3368 ExecStartPre=/bin/sh -c systemctl unset-environment WSREP_START_POSITION (code=exited, status=0/SUCCESS)
    Process: 3370 ExecStartPre=/bin/sh -c '[' ! -e /usr/bin/galera_recovery ] && VAR= || VAR='/usr/bin/galera_recovery'; [ $? -eq 0 ]
    Process: 3432 ExecStartPost=/bin/sh -c systemctl unset-environment WSREP_START_POSITION (code=exited, status=0/SUCCESS)
    Process: 3434 ExecStartPost=/etc/mysql/debian-start (code=exited, status=0/SUCCESS)
Main PID: 3417 (mariadb)
  Status: "Taking your SQL requests now..."
 Tasks: 8 (limit: 15342)
  Memory: 75.6M
    CPU: 2.7604s
   CGroup: /system.slice/mariadb.service
           └─3417 /usr/sbin/mariadb

dic 27 14:13:47 SO-ISC-ITICS mariadb[3417]: 2024-12-27 14:13:47 [ Note] InnoDB: 10.5.26 started; log sequence number 45346; trans...
dic 27 14:13:47 SO-ISC-ITICS mariadb[3417]: 2024-12-27 14:13:47 [ Note] InnoDB: Plugin 'FEEDBACK' is disabled.
dic 27 14:13:47 SO-ISC-ITICS mariadb[3417]: 2024-12-27 14:13:47 [ Note] InnoDB: Loading buffer pool(s) from '/var/lib/mysql/ibuf...
dic 27 14:13:47 SO-ISC-ITICS mariadb[3417]: 2024-12-27 14:13:47 [ Note] InnoDB: Buffer pool(s) load completed at 241227 14:13:47
dic 27 14:13:47 SO-ISC-ITICS mariadb[3417]: 2024-12-27 14:13:47 [ Note] Server socket created on IP: '127.0.0.1'.
dic 27 14:13:47 SO-ISC-ITICS mariadb[3417]: 2024-12-27 14:13:47 [ Note] Reading of all Master.info entries succeeded
dic 27 14:13:47 SO-ISC-ITICS mariadb[3417]: 2024-12-27 14:13:47 [ Note] Added new Master.info entry to hash table
dic 27 14:13:47 SO-ISC-ITICS mariadb[3417]: 2024-12-27 14:13:47 [ Note] Added 'mariadb' to hash table
dic 27 14:13:47 SO-ISC-ITICS mariadb[3417]: Version: '10.5.26-MariaDB-0+deb11u2' socket: '/run/mysqld/mysqld.sock' port: 3306
dic 27 14:13:47 SO-ISC-ITICS systemd[1]: Started MariaDB 10.5.26 database server.
[lines 1-28/28 (END)]
```

Y se termina de configurar el servicio para que se inicie automáticamente al encender el sistema con la siguiente línea:

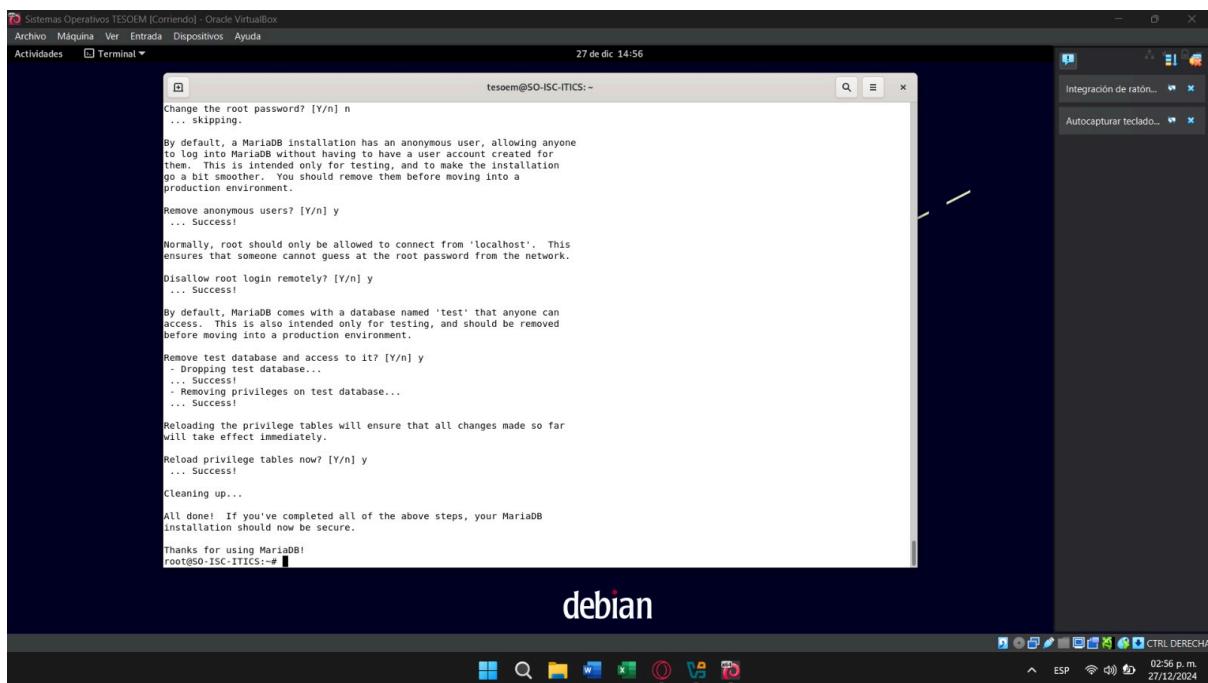
```
systemctl enable mariadb
```



```
tesoem@SO-ISC-ITICS: ~
Archivo Máquina Ver Entrada Dispositivos Ayuda
Actividades Terminal 27 de dic 14:39
[root@SO-ISC-ITICS ~]# systemctl enable mariadb
Synchronizing state of mariadb.service with SysV service script with /lib/systemd/systemd-sysv-install.
Executing: /lib/systemd/systemd-sysv-install enable mariadb
[root@SO-ISC-ITICS ~]#
```

Después de configurar el servicio se configurar la Seguridad de MariaDB:

mysql_secure_installation



```
tesoem@SO-ISC-ITICS:~$ mysql_secure_installation
Change the root password? [Y/n] n
... skipping.

By default, a MariaDB installation has an anonymous user, allowing anyone
to log into MariaDB without having to have a user account created for
them. This is intended only for testing, and to make the installation
go a bit smoother. You should remove them before moving into a
production environment.

Remove anonymous users? [Y/n] y
... Success!

Normally, root should only be allowed to connect from 'localhost'. This
ensures that someone cannot guess at the root password from the network.

Disallow root login remotely? [Y/n] y
... Success!

By default, MariaDB comes with a database named 'test' that anyone can
access. This is also intended only for testing, and should be removed
before moving into a production environment.

Remove test database and access to it? [Y/n] y
- Dropping test database...
... Success!
- Removing privileges on test database...
... Success!

Reloading the privilege tables will ensure that all changes made so far
will take effect immediately.

Reload privilege tables now? [Y/n] y
... Success!

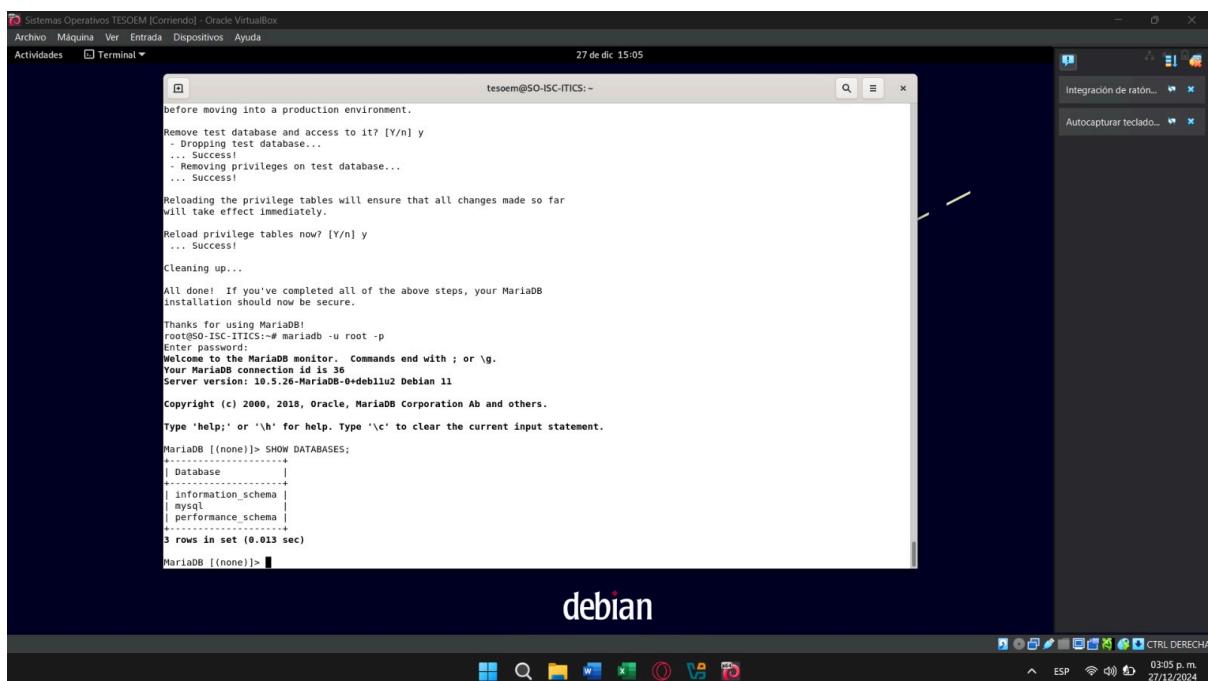
Cleaning up...

All done! If you've completed all of the above steps, your MariaDB
installation should now be secure.

Thanks for using MariaDB!
root@SO-ISC-ITICS:~#
```

El siguiente paso es probar la conexión a MariaDB y verificar las bases de datos existentes:

```
mariadb -u root -p
SHOW DATABASES;
```



```
tesoem@SO-ISC-ITICS:~$ mariadb -u root -p
Enter password:
Welcome to the MariaDB monitor. Commands end with ; or \g.
Your MariaDB connection id is 36
Server version: 10.5.26-MariaDB-0+deb11u2 Debian 11

Copyright (c) 2000, 2018, Oracle, MariaDB Corporation Ab and others.

Type 'help;' or '\h' for help. Type '\c' to clear the current input statement.

MariaDB [(none)]> SHOW DATABASES;
+--------------------+
| Database           |
+--------------------+
| information_schema |
| mysql              |
| performance_schema |
+--------------------+
3 rows in set (0.013 sec)

MariaDB [(none)]>
```

Posteriormente se crea una base de datos para el proyecto y se confirma que la base de datos fue creada:

```
CREATE DATABASE sistema_educativo;  
SHOW DATABASES;
```

The screenshot shows a terminal window titled "tesoem@50-ISC-ITICS:~" running on a Debian system. The window displays the following MySQL session:

```
Cleaning up...  
All done! If you've completed all of the above steps, your MariaDB  
installation should now be secure.  
Thanks for using MariaDB!  
root@50-ISC-ITICS:~# mariadb -u root -p  
Enter password:  
Welcome to the MariaDB monitor. Commands end with ; or \g.  
Your MariaDB connection id is 36  
Server version: 10.5.26-MariaDB-0+deb11u2 Debian 11  
Copyright (c) 2000, 2018, Oracle, MariaDB Corporation Ab and others.  
Type 'help;' or '\h' for help. Type '\c' to clear the current input statement.  
MariaDB [(none)]> SHOW DATABASES;  
+-----+  
| Database |  
+-----+  
| information_schema |  
| mysql |  
| performance_schema |  
+-----+  
3 rows in set (0.013 sec)  
MariaDB [(none)]> CREATE DATABASE sistema_educativo;  
Query OK, 1 row affected (0.001 sec)  
MariaDB [(none)]> SHOW DATABASES;  
+-----+  
| Database |  
+-----+  
| information_schema |  
| mysql |  
| performance_schema |  
| sistema_educativo |  
+-----+  
4 rows in set (0.001 sec)  
MariaDB [(none)]> 
```

Después de confirmar la base de datos se crean las tablas necesarias para el proyecto:

```
USE sistema_educativo;
```

```
CREATE TABLE estudiantes (  
    id INT AUTO_INCREMENT PRIMARY KEY,  
    nombre VARCHAR(50),  
    primer_apellido VARCHAR(50),  
    segundo_apellido VARCHAR(50),  
    edad INT,  
    matricula INT UNIQUE,  
    grado INT,  
    materias TEXT  
) ;
```

```

Sistemas Operativos TESOEM [Corriendo] - Oracle VirtualBox
Archivo Máquina Ver Entrada Dispositivos Ayuda
Actividades Terminal 27 de dic 15:14
tesoem@SO-ISC-ITICS:~ Type 'help;' or '\h' for help. Type '\c' to clear the current input statement.
MariaDB [(none)]> SHOW DATABASES;
+-----+
| Database |
+-----+
| information_schema |
| mysql |
| performance_schema |
| sistema_educativo |
+-----+
3 rows in set (0.013 sec)

MariaDB [(none)]> CREATE DATABASE sistema_educativo;
Query OK, 1 row affected (0.001 sec)

MariaDB [(none)]> SHOW DATABASES;
+-----+
| Database |
+-----+
| information_schema |
| mysql |
| performance_schema |
| sistema_educativo |
+-----+
4 rows in set (0.001 sec)

MariaDB [(none)]> USE sistema_educativo;
Database changed
MariaDB [sistema_educativo]> CREATE TABLE estudiantes (
    >     id INT AUTO_INCREMENT PRIMARY KEY,
    >     nombre VARCHAR(50),
    >     primer_apellido VARCHAR(50),
    >     segundo_apellido VARCHAR(50),
    >     edad INT,
    >     matricula INT UNIQUE,
    >     grado INT,
    >     materias TEXT
    > );
Query OK, 0 rows affected (0.067 sec)

MariaDB [sistema_educativo]>

```

Una vez creadas la tablas se insertan y se verifican los datos que se utilizarán:

```

INSERT INTO estudiantes (nombre, primer_apellido,
segundo_apellido, edad, matricula, grado, materias) VALUES
('Kelly', 'Alarcon', 'Ramirez', 21, 226020001, 5, 'Taller de
base de datos, Simulacion' ),
('Jonathan', 'Espinoza', 'Hernandez', 20, 226020024, 5,
'Arquitectura de Computadoras, Principios Eléctricos'),
('Kendall', 'Franco', 'Miranda', 20, 226020032, 5, 'Sistemas
Operativos, Ingenieria en software'),
('Zahidy', 'Gómez', 'Ramirez', 20, 226020002, 5, 'Graficación,
Taller de base de datos');

```

```
SELECT * FROM estudiantes;
```

Sistemas Operativos TESOEM [Corriendo] - Oracle VirtualBox

Archivo Máquina Ver Entrada Dispositivos Ayuda

Actividades Terminal ▾ 27 de dic 15:51

```
tesoem@SO-ISC-ITICS: ~
--> VALUES
--> ('Juan', 'Pérez', 'López', 20, 12345, 3, 'Matemáticas, Física, Química'),
--> ('Juan', 'Pérez', 'López', 20, 12345, 3, 'Matemáticas, Física, Química'),
--> ('Juan', 'Pérez', 'López', 20, 12345, 3, 'Matemáticas, Física, Química'),
--> ('Juan', 'Pérez', 'López', 20, 12345, 3, 'Matemáticas, Física, Química')
ERROR 1062 (23000): Duplicate entry '12345' for key 'matrícula'
MariaDB [sistema_educativo]> TRUNCATE TABLE estudiantes;
Query OK, 0 rows affected (0.091 sec)

MariaDB [sistema_educativo]> SELECT * FROM estudiantes;
Empty set (0.001 sec)

MariaDB [sistema_educativo]> INSERT INTO estudiantes (nombre, primer_apellido, segundo_apellido, edad, matricula, grado, materias)
--> VALUES
--> ('Kelly', 'Alarcon', 'Ramírez', 21, 226020001, 5, 'Taller de base de datos, Simulación'),
--> ('Jonathan', 'Espinosa', 'Hernández', 20, 226020024, 5, 'Arquitectura de Computadoras, Principios Eléctricos'),
--> ('Kendall', 'Franco', 'Miranda', 20, 226020032, 5, 'Sistemas Operativos, Ingeniería en software')
--> ('Zahidy', 'Gómez', 'Ramírez', 20, 226020002, 5, 'Graficación, Taller de base de datos');
Query OK, 4 rows affected (0.020 sec)
Records: 4 Duplicates: 0 Warnings: 0

MariaDB [sistema_educativo]> SELECT * FROM estudiantes;
+----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| id | nombre | primer_apellido | segundo_apellido | edad | matricula | grado | materias
+----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| 1 | Kelly | Alarcon | Ramírez | 21 | 226020001 | 5 | Taller de base de datos, Simulación
| 2 | Jonathan | Espinosa | Hernández | 20 | 226020024 | 5 | Arquitectura de Computadoras, Principios Eléctrico
| 3 | Kendall | Franco | Miranda | 20 | 226020032 | 5 | Sistemas Operativos, Ingeniería en software
| 4 | Zahidy | Gómez | Ramírez | 20 | 226020002 | 5 | Graficación, Taller de base de datos
+----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
4 rows in set (0.000 sec)

MariaDB [sistema_educativo]> ▶
```

El siguiente paso es instalar las librerías necesarias y verificar que la instalación fue exitosa:

```
apt install libmariadb-dev libmariadb-dev-compat -y
```

Sistemas Operativos TESOEM [Corriendo] - Oracle VirtualBox

Archivo Máquina Ver Entrada Dispositivos Ayuda

Actividades Terminal ▾ 27 de dic 16:35

```
tesoem@SO-ISC-ITICs: ~
```

```
Des:3 http://security.debian.org/debian-security/bullseye-security/main amd64 libmariadb-dev amd64 1:10.5.26-0+deb11u2 [186 kB]
Des:4 http://security.debian.org/debian-security/bullseye-security/main amd64 libmariadb-dev-compat amd64 1:10.5.26-0+deb11u2 [36.3 kB]

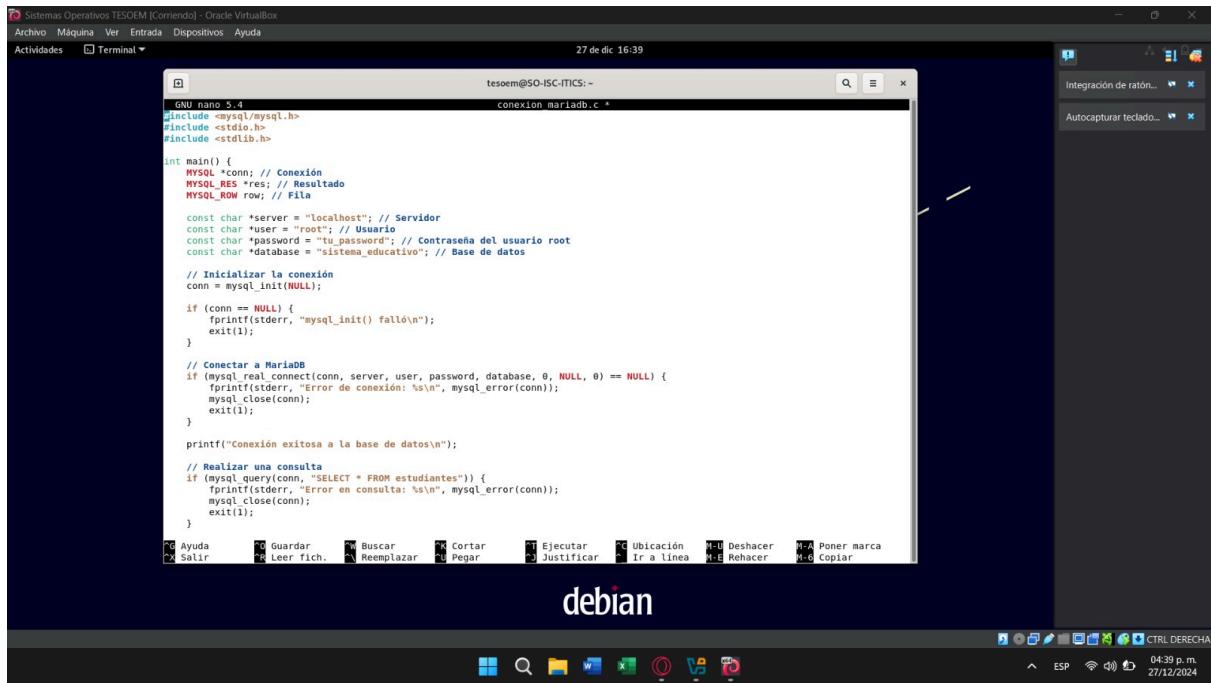
Descargados 2 234 kB en 3s (658 kB/s)
apt-listchanges: Leyendo Lista de cambios...
Preconfigurando paquetes ...
(Leyendo la base de datos ... 182898 ficheros o directorios instalados actualmente.)
Preparando para desempaquetar ./libssl1.1-amd64_1.1.1w-0+deb11u2_amd64.deb ...
Desempaquetando libssl1.1-amd64_1.1.1w-0+deb11u2_amd64.deb sobre (1.1.1k-1+deb11u1) ...
Configurando libssl1.1-amd64_1.1.1w-0+deb11u2 ...
(Leyendo la base de datos ... 182898 ficheros o directorios instalados actualmente.)
Preparando para desempaquetar ./libl10n1.3am1.2.11.dsfg-2+deb11u2_amd64.deb ...
Desempaquetando libl10n1.3am1.2.11.dsfg-2+deb11u2 sobre (1.1.2.11.dsfg-2) ...
Configurando libl10n1.3am1.2.11.dsfg-2+deb11u2 ...
(Leyendo la base de datos ... 182898 ficheros o directorios instalados actualmente.)
Preparando para desempaquetar ./libmariadb3_1.3a10.5.26-0+deb11u2_amd64.deb ...
Desempaquetando libmariadb3_1.3a10.5.26-0+deb11u2_amd64.deb ...
Seleccionando el paquete libssl-dev:amd64 previamente no seleccionado.
Preparando para desempaquetar ./libssl-dev_1.1.1w-0+deb11u2_amd64.deb ...
Desempaquetando libssl-dev:amd64_1.1.1w-0+deb11u2_amd64.deb ...
Seleccionando el paquete zlib1g-dev:amd64 previamente no seleccionado.
Preparando para desempaquetar ./zlib1g-dev_1.3a1.2.11.dsfg-2+deb11u2_amd64.deb ...
Desempaquetando zlib1g-dev:amd64_1.3a1.2.11.dsfg-2+deb11u2 ...
Seleccionando el paquete libmariadb-dev:amd64 previamente no seleccionado.
Preparando para desempaquetar ./libmariadb-dev_1.3a10.5.26-0+deb11u2_amd64.deb ...
Desempaquetando libmariadb-dev_1.3a10.5.26-0+deb11u2 ...
Seleccionando el paquete libmariadb-dev-compat:amd64 previamente no seleccionado.
Preparando para desempaquetar ./libmariadb-dev-compat_1.3a10.5.26-0+deb11u2_amd64.deb ...
Desempaquetando libmariadb-dev-compat_1.3a10.5.26-0+deb11u2 ...
Configurando libssl-dev:amd64_1.1.1w-0+deb11u2 ...
Configurando libmariadb3:amd64_1.1.1w-0+deb11u2 ...
Configurando libmariadb-dev:amd64_1.1.2.11.dsfg-2+deb11u2 ...
Configurando libmariadb-dev-compat:amd64_1.1.10.5.26-0+deb11u2 ...
Configurando libmariadb-dev-compat_1.1.10.5.26-0+deb11u2 ...
Procesando disparadores para man-db (2.9.4-2)
Procesando disparadores para libc-bin (2.31-13+deb11u2) ...
root@SO-ISC-ITICs: # ls /usr/include/mariadb/
ermsg.h mariadb.h mariadb_dyncol.h mariadb_version.h my_config.h mysql_com.h mysql_version.h
ma_tls.h mariadb_com.h mariadb_rpl.h ma_tls.h my_global.h mysqld_error.h my_sys.h
ma_pvio.h mariadb_ctype.h mariadb_stmt.h my_alloc.h mysql mysql.h
root@SO-ISC-ITICs: #
```

Integración de ratón... Autocapturar teclado... ▾

CTRL DERECHA ESP ⌂ 04:35 p. m. 27/12/2024

Posteriormente se crea el programa en C:

```
nano conexion_mariadb.c
```



```
GNU nano 4.4                                     conexión mariadb.c *

#include <mysql/mysql.h>
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>

int main() {
    MYSQL *conn; // Conexión
    MYSQL_RES *res; // Resultado
    MYSQL_ROW row; // Fila

    const char *server = "localhost"; // Servidor
    const char *user = "root"; // Usuario
    const char *password = "tu_password"; // Contraseña del usuario root
    const char *database = "sistema_educativo"; // Base de datos

    // Inicializar la conexión
    conn = mysql_init(NULL);

    if (conn == NULL) {
        fprintf(stderr, "mysql_init() falló\n");
        exit(1);
    }

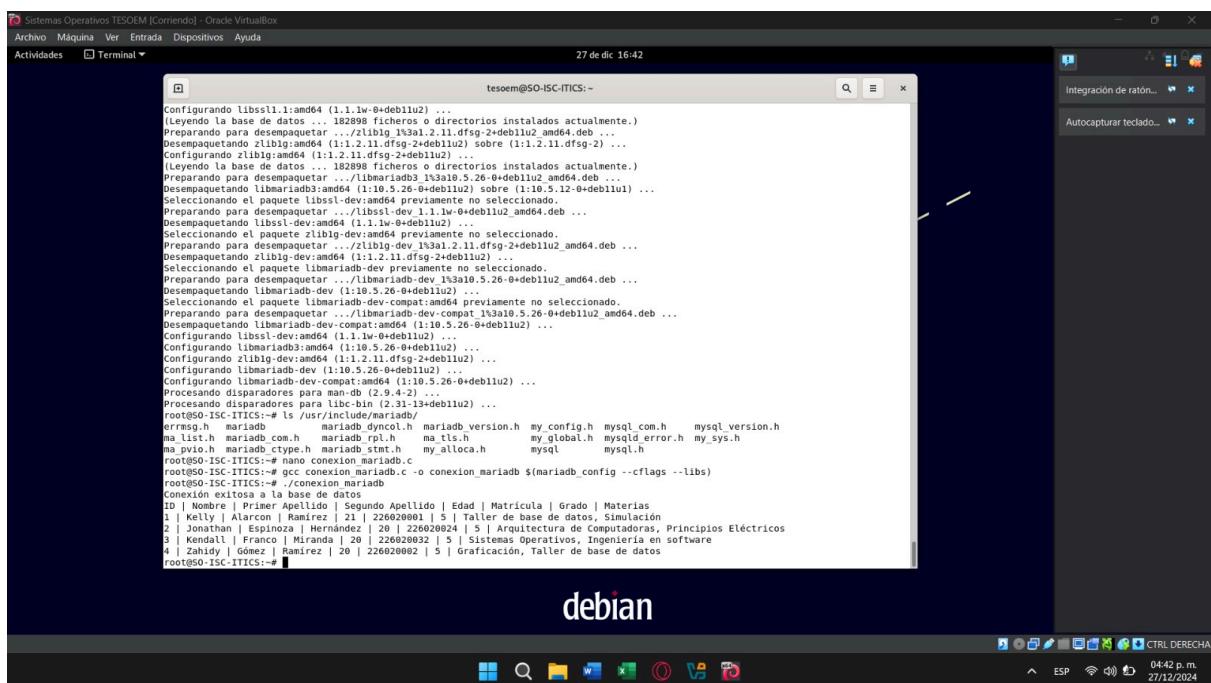
    // Conectar a Mariadb
    if (mysql_real_connect(conn, server, user, password, database, 0, NULL, 0) == NULL) {
        fprintf(stderr, "Error en conexión: %s\n", mysql_error(conn));
        mysql_close(conn);
        exit(1);
    }

    printf("Conexión exitosa a la base de datos\n");

    // Realizar una consulta
    if (mysql_query(conn, "SELECT * FROM estudiantes")) {
        fprintf(stderr, "Error en consulta: %s\n", mysql_error(conn));
        mysql_close(conn);
        exit(1);
    }
}
```

Una vez creado el código en C, se compila y se ejecuta el programa:

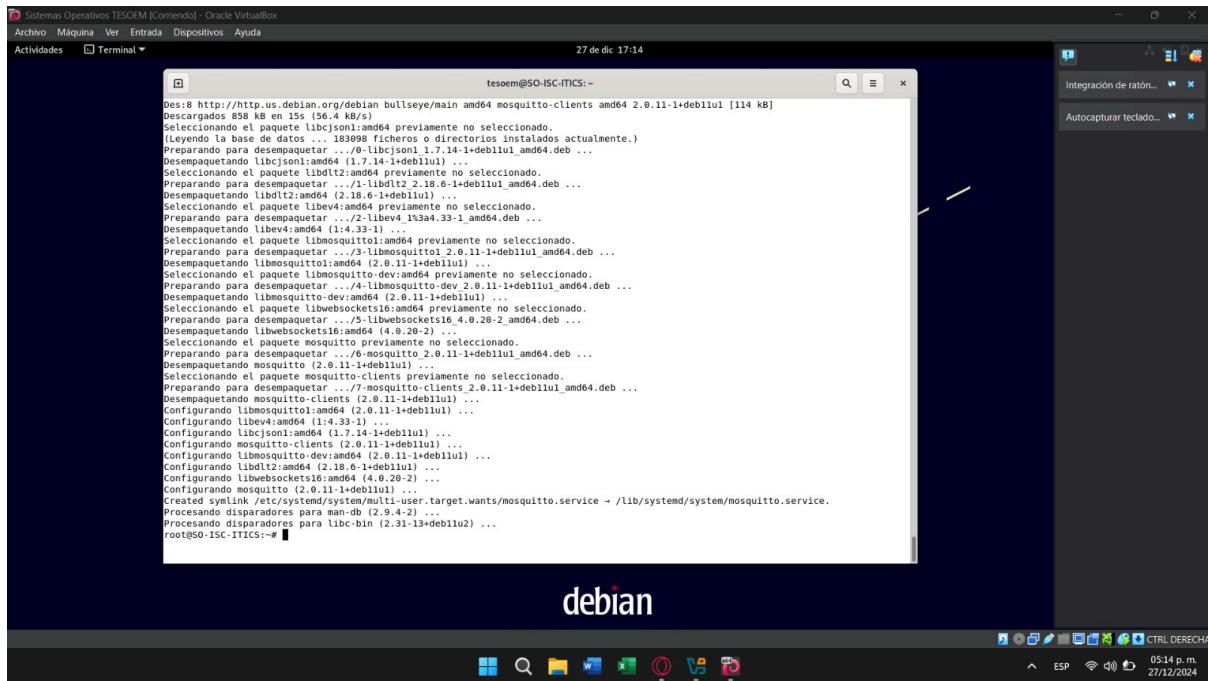
```
gcc conexion_mariadb.c -o conexion_mariadb $(mariadb_config
--cflags --libs)
./conexion_mariadb
```



```
Configurando libssl1.1-amd64 (1:1.1w-0+deb11u2) ...
(Leyendo la base de datos ... 182998 ficheros o directorios instalados actualmente.)
Preparando para desempaquetar .../libssl1.1-amd64_1:1.1w-0+deb11u2_amd64.deb ...
Desempaquetando zlib1g:amd64 (1:1.2.11.dfsg-2+deb11u1) sobre (1:1.2.11.dfsg-2) ...
Configurando zlib1g:amd64 (1:1.2.11.dfsg-2+deb11u2) ...
(Leyendo la base de datos ... 182998 ficheros o directorios instalados actualmente.)
Preparando para desempaquetar .../libcurl3-amd64 (1:7.60.0-0+deb11u1) ...
Desempaquetando libcurl3-amd64 (1:7.60.0-0+deb11u1) sobre (1:7.52.0-9+deb11u1) ...
Seleccionando el paquete libssl1.1-dev amod64 (1:1.1w-0+deb11u2_amd64.deb ...
Desempaquetando libssl1.1-dev:amd64 (1:1.1w-0+deb11u2) ...
Desempaquetando libcurl3-dev:amd64 (1:7.60.0-0+deb11u1) ...
Seleccionando el paquete libcurl3-dev amod64 (1:7.60.0-0+deb11u2_amd64.deb ...
Desempaquetando libcurl3-dev:amd64 (1:7.60.0-0+deb11u2) ...
Preparando para desempaquetar .../libmariadb-dev_1:3a10.5.26-0+deb11u2_amd64.deb ...
Desempaquetando libmariadb-dev_1:3a10.5.26-0+deb11u2_amd64.deb ...
Seleccionando el paquete libmariadb-dev amod64 (1:10.5.26-0+deb11u2) ...
Preparando para desempaquetar .../libmariadb-dev-compat_1:3a10.5.26-0+deb11u2_amd64.deb ...
Desempaquetando libmariadb-dev-compat:amd64 (1:10.5.26-0+deb11u2) ...
Configurando libmariadb-dev_1:3a10.5.26-0+deb11u2_amd64.deb ...
Configurando libmariadb-dev-compat_1:3a10.5.26-0+deb11u2_amd64.deb ...
Configurando libmariadb-dev-compat:amd64 (1:10.5.26-0+deb11u2) ...
Configurando libmariadb-dev_1:10.5.26-0+deb11u2_amd64.deb ...
Procesando disparadores para man-db (2.9.4-2) ...
Procesando disparadores para libc-bin (2.31-13+deb11u2) ...
root@80-ISC-ITICS:~# ls /usr/include/mariadb/
error.h          mariadb.h          mariadb_protocol.h      mariadb_version.h      my_config.h      mysql_com.h      mysql_version.h
my_list.h        mariadb_com.h     mariadb_rpl.h        my_ls.h          my_global.h     my_qsql_error.h   my_sys.h
my_pvio.h        mariadb_ctype.h   mariadb_stmt.h     my_alloca.h      mysql           mysql
root@80-ISC-ITICS:~# nano conexion_mariadb.c
root@80-ISC-ITICS:~# gcc -o conexion_mariadb $mariadb_config --cflags --libs
root@80-ISC-ITICS:~# ./conexion_mariadb
Conexión exitosa a la base de datos
ID | Nombre | Primer Apellido | Segundo Apellido | Edad | Matrícula | Grado | Materias
1 | Kelly | Alarcon | Ramirez | 21 | 22602001 | 5 | Taller de base de datos, Simulación
2 | Jonathan | Espinoza | Hernández | 20 | 22602002 | 5 | Arquitectura de Computadoras, Principios Eléctricos
3 | Madal | Miranda | 20 | 22602003 | 5 | Sistemas Operativos, Ingeniería en software
4 | Zahidy | Gomez | Ramirez | 20 | 22602008 | 5 | Graficación, Taller de base de datos
root@80-ISC-ITICS:~#
```

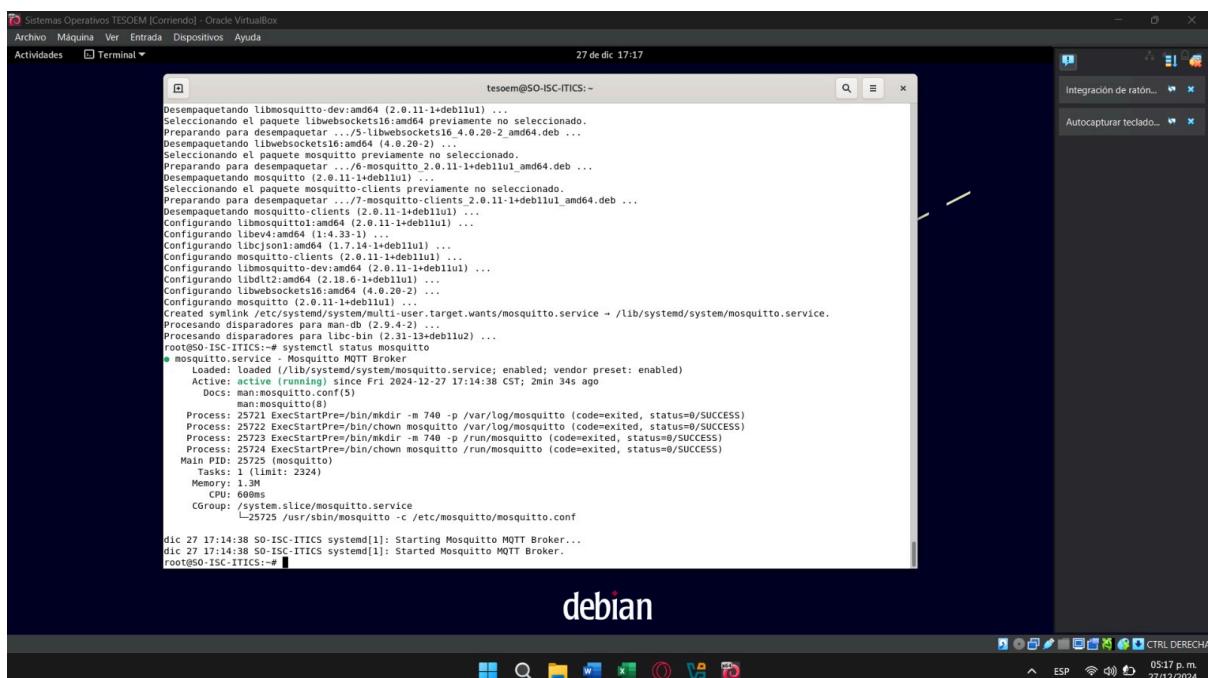
Una vez que el programa de MariaDB se ejecute, el siguiente paso es instalar la herramienta Mosquitto y sus librerías:

```
apt update  
apt install mosquitto mosquitto-clients libmosquitto-dev -y
```



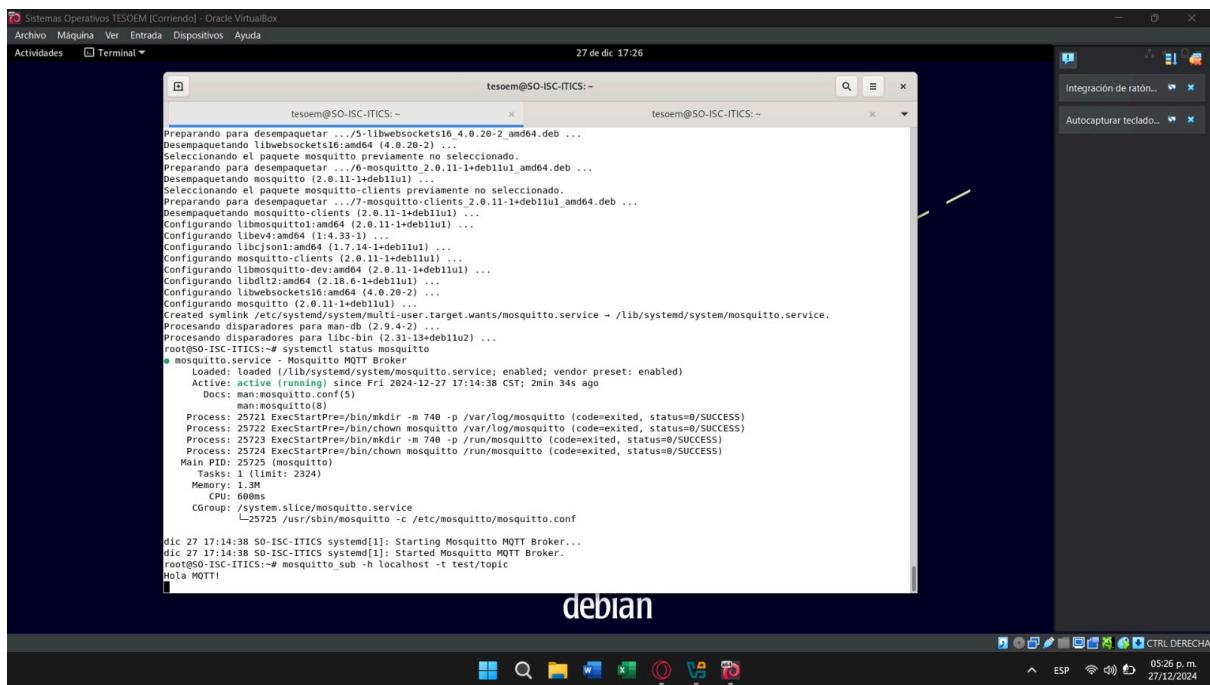
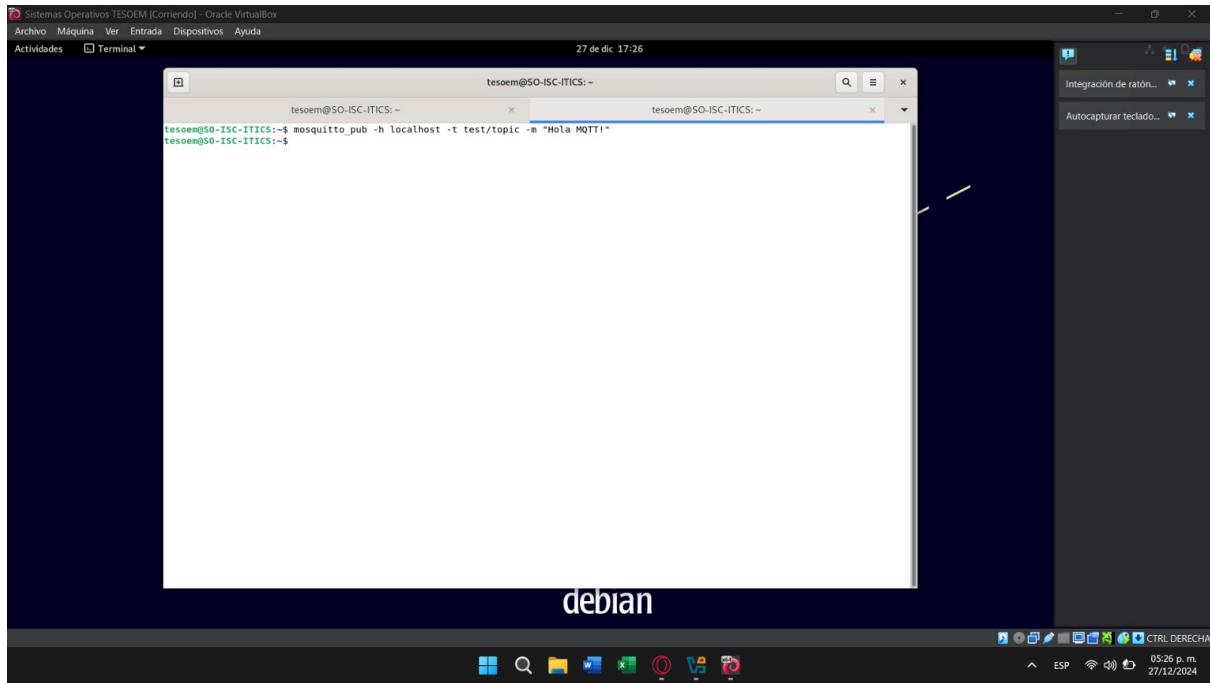
Después se verifica que el servicio de Mosquitto está activo:

```
systemctl status mosquitto
```



Una vez activo, se realiza una prueba básica con el cliente MQTT:

```
mosquitto_sub -h localhost -t test/topic  
mosquitto_pub -h localhost -t test/topic -m "Hola MQTT!"
```



Ahora se crea el archivo del productor:

nano productor.c

The screenshot shows a Linux desktop environment with a terminal window open. The terminal window title is "tesoem@SO-ISC-ITICS: ~". Inside the terminal, there is a large block of C code for a MQTT producer. The code includes headers for Mosquitto and standard libraries, defines a main function that initializes Mosquitto, creates a client, connects to a broker at localhost port 1883, and publishes a message to the topic "test/topic" with the payload "Hola desde el productor en C!". Below the terminal window, the desktop environment's menu bar is visible, showing options like Archivo, Máquina, Ver, Entrada, Dispositivos, Ayuda, Actividades, and Terminal. A system tray icon for "Integración de ratón..." is also present. The desktop background is dark, and the overall interface is typical of a modern Linux distribution.

Para posteriormente compilar el productor:

```
gcc producer.c -o producer -lmosquitto
```

Sistemas Operativos TESOEM [Corriendo] - Oracle VirtualBox

Archivo Máquina Ver Entrada Dispositivos Ayuda

Actividades Terminal

27 de dic 17:40

tesoem@SO-ISC-ITICS:~

```
Desempaquetando mosquito (2.0.11-1+deb11u1) ...
Se seleccionó el paquete mosquito como el que se va a instalar actualmente no seleccionado.
Previendo para desempaquetar /7-mosquitto-clients 2.0.11-1+deb11u1_amd64.deb ...
Desempaquetando mosquito-clients (2.0.11-1+deb11u1) ...
Configurando libmosquitto1:amd64 (2.0.11-1+deb11u1) ...
Configurando libev4:amd64 (1:4.33-1) ...
Configurando libmosquitto-dev:amd64 (2.0.11-1+deb11u1) ...
Configurando libmosquitto-clients (2.0.11-1+deb11u1) ...
Configurando libmosquitto-dev:amd64 (2.0.11-1+deb11u1) ...
Configurando liblbb12:amd64 (2.18.6-1+deb11u1) ...
Configurando libwebsocket16:amd64 (4.0.28-2) ...
Configurando libmosquitto0:amd64 (2.0.11-1+deb11u1) ...
Procesando disparadores para man-db (2.9.4-2) ...
Procesando disparadores para libc-bin (2.31-13+deb11u2) ...
root@SO-ISC-ITICS:~# systemctl status mosquitto
● mosquitto.service - Mosquitto MQTT Broker
  Loaded: loaded (/lib/systemd/system/mosquitto.service; enabled; vendor preset: enabled)
  Active: active (running) since Fri 2024-12-27 17:14:38 CST; 2min 34s ago
    Docs: man:mosquitto.conf(5)
  Process: 25725 ExecStartPre=/usr/bin/mkdir -m 740 -p /var/log/mosquitto (code=exited, status=0/SUCCESS)
  Process: 25722 ExecStartPre=/bin/chown mosquitto /var/log/mosquitto (code=exited, status=0/SUCCESS)
  Process: 25723 ExecStartPre=/bin/chown mosquitto /run/mosquitto (code=exited, status=0/SUCCESS)
  Process: 25724 ExecStartPre=/bin/chown mosquitto /run/mosquitto (code=exited, status=0/SUCCESS)
  Main PID: 25725 (mosquitto)
    Tasks: 1 (limit: 2324)
      Memory: 1.3MB
        CPU: 600ms
       CGroup: /system.slice/mosquitto.service
           └─ 25725 /usr/sbin/mosquitto -c /etc/mosquitto/mosquitto.conf

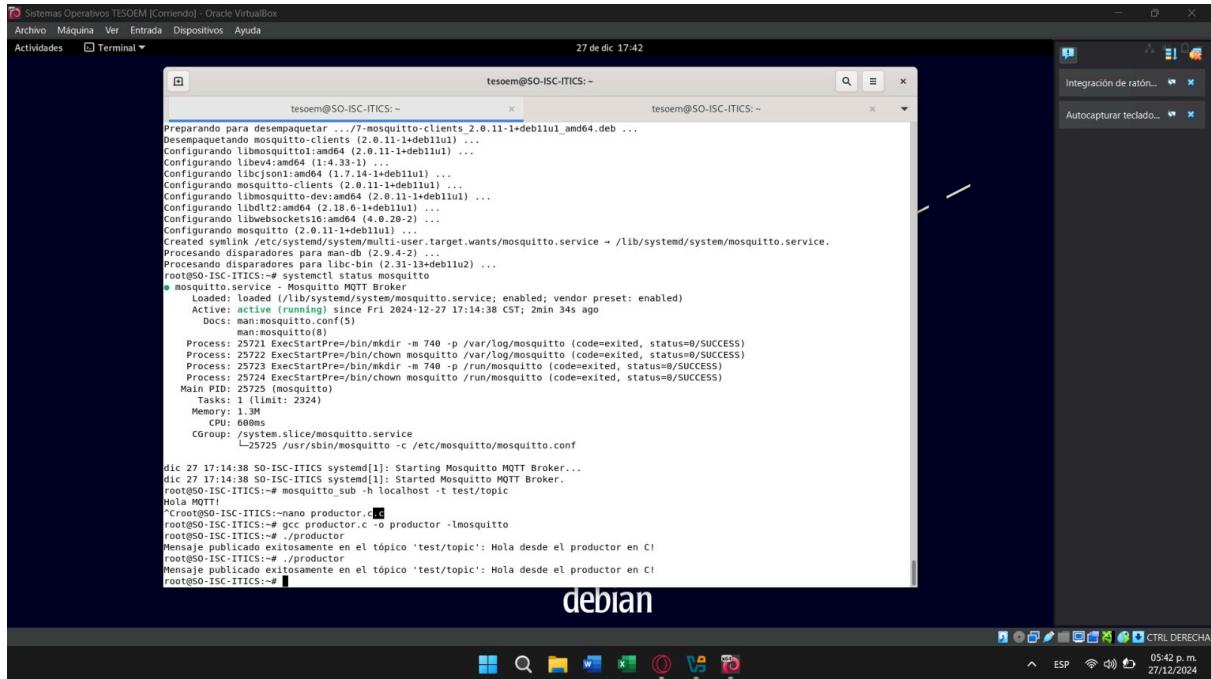
dic 27 17:14:38 SO-ISC-ITICS systemd[1]: Starting Mosquitto MOTT Broker...
dic 27 17:14:38 SO-ISC-ITICS systemd[1]: Started Mosquitto MOTT Broker.
root@SO-ISC-ITICS:~# mosquitto_sub -h localhost -t test/topic
Hola desde el productor en C!
*root@SO-ISC-ITICS:~# nano productor.c
root@SO-ISC-ITICS:~# gcc productor.c -o productor
root@SO-ISC-ITICS:~# ./productor
Mensaje publicado exitosamente en el tópico 'test/topic': Hola desde el productor en C!
root@SO-ISC-ITICS:~#
```

Integración de ratón... Autocapturar teclado...

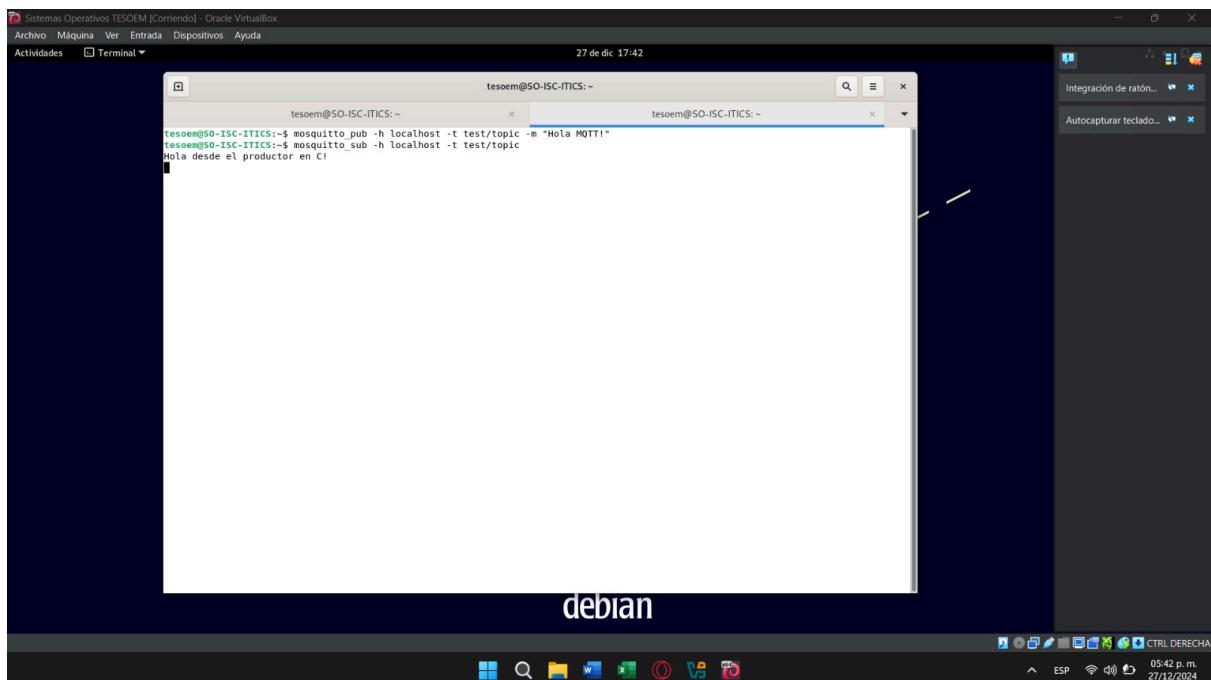
CTRL DERECHA

Luego, ejecutar el productor:

./productor



Y por último verificar con el productor:



El siguiente paso es crear el programa consumidor en C:

nano_consumidor.c

The screenshot shows a Linux desktop environment with a terminal window open. The terminal window title is "tesoem@SO-ISC-ITICS: ~" and the command being run is "GNU nano 5.4". The code in the terminal is a C program named "consumidor.c" which implements a MQTT consumer using the Mosquitto library. The code connects to a broker at localhost port 1883, subscribes to the topic "test/topic", and prints received messages to the console.

```
GNU nano 5.4 consumidor.c *
#include <mosquitto.h>
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <string.h>

void on_message(struct mosquitto *mosq, void *userdata, const struct mosquitto_message *msg) {
    printf("Mensaje recibido en el tópico '%s': %s\n", msg->topic, (char *)msg->payload);
}

int main() {
    struct mosquitto *mosq;
    const char *host = "localhost";
    int port = 1883; // Puerto estándar de MQTT
    const char *topic = "test/topic";

    // Inicializar Mosquitto
    mosquitto_lib_init();

    // Crear cliente Mosquitto
    mosq = mosquitto_new("consumidor", true, NULL);
    if (!mosq) {
        fprintf(stderr, "Error al crear el cliente Mosquitto.\n");
        return 1;
    }

    // Asignar callback para recibir mensajes
    mosquitto_message_callback_set(mosq, on_message);

    // Conectar
    if (mosquitto_connect(mosq, host, port, 60) != MOSQ_ERR_SUCCESS) {
        fprintf(stderr, "Error al conectar al broker.\n");
        mosquitto_destroy(mosq);
        mosquitto_lib_cleanup();
        return 1;
    }

    // Suscribirse al tópico
    mosquitto_subscribe(mosq, topic, 0);
}
```

Para después compilar el consumidor:

```
gcc consumidor.c -o consumidor -lmosquitto
```

Sistemas Operativos TESOEM [Corriendo] - Oracle VirtualBox

Archivo Máquina Ver Entrada Dispositivos Ayuda

Actividades Terminal ▾

27 de dic 19:13

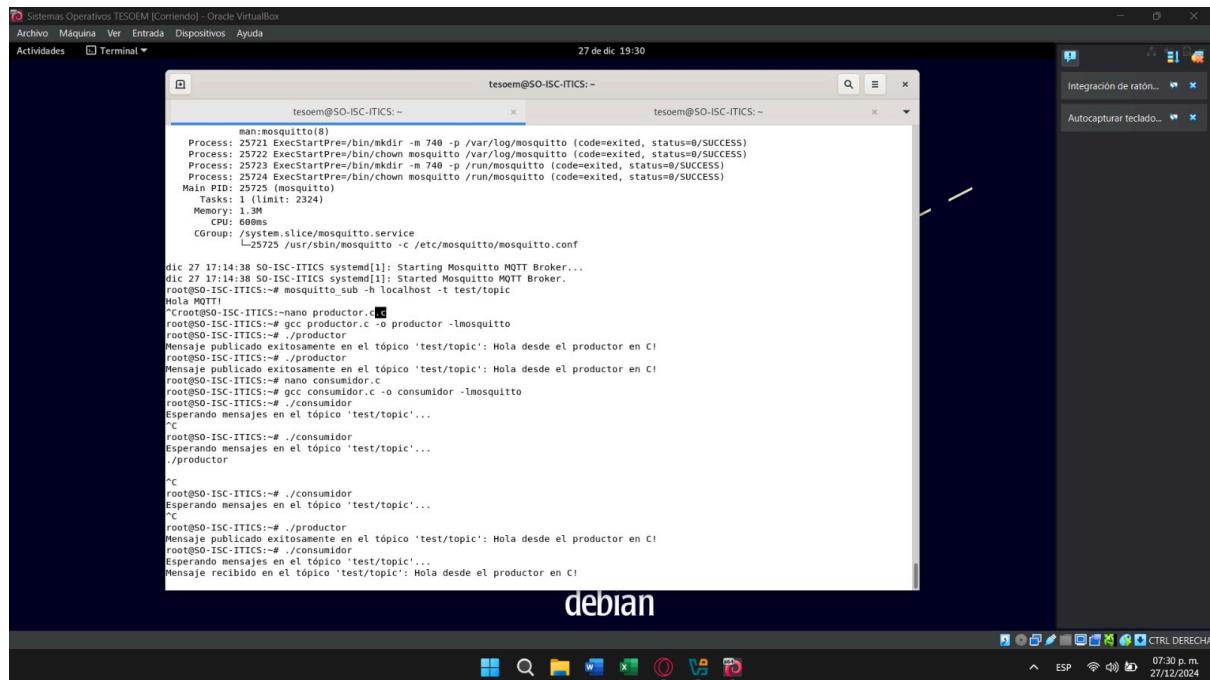
```
tesoem@SO-ISC-ITICS:~
```

Configurando libjsoncpp-amd64 (1.7.14-1+deb11u1) ...
Configurando libmosquitto-clients (2.0.11-1+deb11u1) ...
Configurando libmosquitto-dev (2.0.11-1+deb11u1) ...
Configurando libd12-amd64 (2.18.6-0+deb11u1) ...
Configurando libwebsockets16-amd64 (4.0.20-2) ...
Configurando mosquitto (2.0.11-1+deb11u1)
Creando simbólico /sys/fs/cgroup/mosquitto/user.target.wants/mosquitto.service → /lib/systemd/system/mosquitto.service.
Procesando disparadores para libc-bin (2.31-13+deb11u2) ...
Procesando disparadores para libcurl4 (7.94.4-1) ...
Procesando disparadores para libmosquitto (2.9.4-2) ...
root@SO-ISC-ITICS:~# systemctl status mosquitto
● mosquitto.service - Mosquitto MQTT Broker
 Loaded: loaded (/lib/systemd/system/mosquitto.service; enabled; vendor preset: enabled)
 Active: active (running) since Fri 2024-12-27 17:14:38 CST; 3min 34s ago
 Docs: man:mosquitto.conf(5)
 man:mosquitto(8)
 Process: 25721 ExecStartPre=/bin/chmod -R 770 -p /var/log/mosquitto (code=exited, status=0/SUCCESS)
 Process: 25722 ExecStart=/bin/chown mosquitto /var/log/mosquitto (code=exited, status=0/SUCCESS)
 Process: 25723 ExecStart=/bin/mkdir -m 770 -p /run/mosquitto (code=exited, status=0/SUCCESS)
 Process: 25724 ExecStartPre=/bin/chown mosquitto /run/mosquitto (code=exited, status=0/SUCCESS)
 Main PID: 25725 (mosquitto)
 Tasks: 1 (limit: 2324)
 Memory: 1.9M
 CPU: 0.00ms
 CGroup: /system.slice/mosquitto.service
 └─25725 /usr/sbin/mosquitto -c /etc/mosquitto/mosquitto.conf

dic 27 17:14:38 SO-ISC-ITICS systemd[1]: Starting Mosquitto MQTT Broker...
dic 27 17:14:38 SO-ISC-ITICS systemd[1]: Started Mosquitto MQTT Broker.
root@SO-ISC-ITICS:~# mosquitto sub -h localhost -t test/topic
Hola MQTT!
~# root@SO-ISC-ITICS:~# nano producer.c
root@SO-ISC-ITICS:~# gcc producer.c -o producer -lmosquitto
root@SO-ISC-ITICS:~# ./producer
Mensaje publicado exitosamente en el tópico 'test/topic': Hola desde el productor en C!
root@SO-ISC-ITICS:~# ./productor
Mensaje publicado exitosamente en el tópico 'test/topic': Hola desde el productor en C!
root@SO-ISC-ITICS:~# ./consumidor
root@SO-ISC-ITICS:~# gcc consumidor.c -o consumidor -lmosquitto
root@SO-ISC-ITICS:~# ./consumidor
Esperando mensajes en el tópico 'test/topic'...

Y ejecutar el consumidor:

./consumidor



```
tesoem@SO-ISC-ITICS:~
```

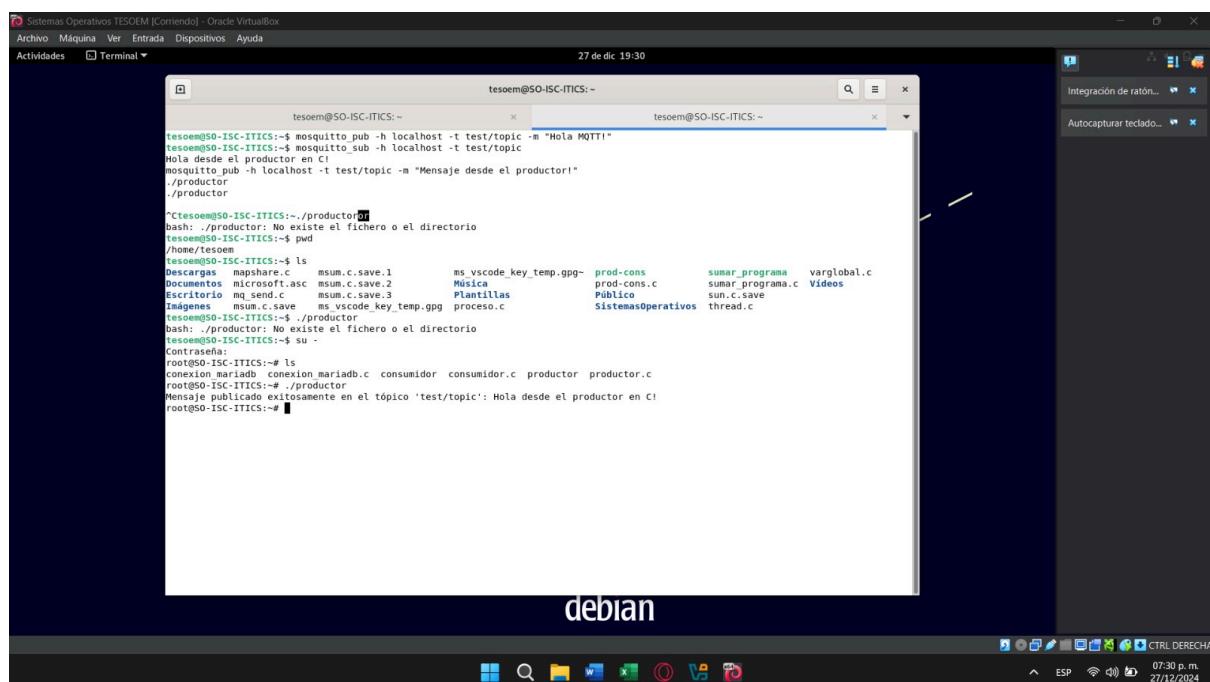
```
man:mosquitto[8]
Process: 25721 ExecStartPre=/bin/mkdir -m 740 -p /var/log/mosquitto (code=exited, status=0/SUCCESS)
Process: 25722 ExecStartPre=/bin/chown mosquitto /var/log/mosquitto (code=exited, status=0/SUCCESS)
Process: 25723 ExecStartPre=/bin/mkdir -m 740 -p /run/mosquitto (code=exited, status=0/SUCCESS)
Process: 25724 ExecStartPre=/bin/chown mosquitto /run/mosquitto (code=exited, status=0/SUCCESS)
Main PID: 25725 (mosquitto)
Tasks: 1 (limit: 2324)
Memory: 1.3M
CPU: 6ms
CGroup: /system.slice/mosquitto.service
           └─25725 /usr/sbin/mosquitto -c /etc/mosquitto/mosquitto.conf

dic 27 17:14:38 SO-ISC-ITICS systemd[1]: Starting Mosquitto MQTT Broker...
dic 27 17:14:38 SO-ISC-ITICS systemd[1]: Started Mosquitto MQTT Broker.
root@SO-ISC-ITICS:~# mosquitto_sub -h localhost -t test/topic
Hola MQTT!
^C
root@SO-ISC-ITICS:~# nano productor.c
root@SO-ISC-ITICS:~# gcc productor.c -o productor -lmosquitto
root@SO-ISC-ITICS:~# ./productor
Mensaje publicado exitosamente en el tópico 'test/topic': Hola desde el productor en C!
root@SO-ISC-ITICS:~# nano consumidor.c
root@SO-ISC-ITICS:~# gcc consumidor.c -o consumidor -lmosquitto
root@SO-ISC-ITICS:~# ./consumidor
Esperando mensajes en el tópico 'test/topic'...
^C
root@SO-ISC-ITICS:~# ./consumidor
Esperando mensajes en el tópico 'test/topic'...
./productor
^C
root@SO-ISC-ITICS:~# ./consumidor
Esperando mensajes en el tópico 'test/topic'...
^C
root@SO-ISC-ITICS:~# ./productor
Mensaje publicado exitosamente en el tópico 'test/topic': Hola desde el productor en C!
root@SO-ISC-ITICS:~# ./consumidor
Esperando mensajes en el tópico 'test/topic'...
^C
root@SO-ISC-ITICS:~# ./consumidor
Esperando mensajes en el tópico 'test/topic': Hola desde el productor en C!
```

The terminal window title is "Sistemas Operativos TESOEM [Corriendo] - Oracle VirtualBox". The window is titled "tesoem@SO-ISC-ITICS:~". The command entered was "./consumidor". The output shows the MQTT broker starting, a producer publishing a message, and the consumer receiving it.

Después se ejecuta el productor en otra terminal:

./productor



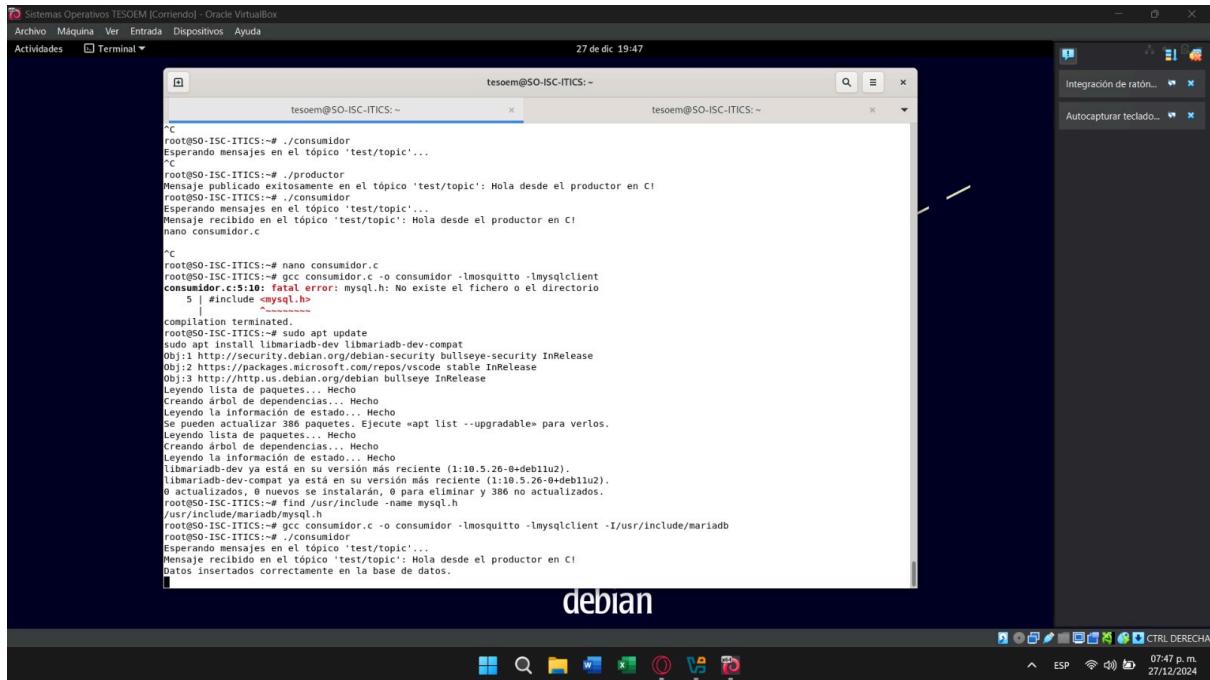
```
tesoem@SO-ISC-ITICS:~
```

```
tesoem@SO-ISC-ITICS:~# mosquitto_pub -h localhost -t test/topic -m "Hola MQTT!"
Hola desde el productor en C!
mosquitto_pub -h localhost -t test/topic -m "Mensaje desde el productor!"
./productor
./productor
^Ctesoem@SO-ISC-ITICS:~# ./productor
bash: ./productor: No existe el fichero o el directorio
tesoem@SO-ISC-ITICS:~$ pwd
/home/tesoem
tesoem@SO-ISC-ITICS:~$ ls
Descargas  mapshare.c  msum.c.save.1      ms vscode_key_temp.gpg~  prod-cons    sumar_programa  varglobal.c
Documentos microsoft.asc  msum.c.save.2      Música                prod-cons.c  sumar_programa.c  Videos
Escritorio  mq_send.c   msum.c.save.3      Plantillas            Público     sun.c.save
Imágenes   msum.c.save  ms vscode_key_temp.gpg  proceso.c       SistemasOperativos  thread.c
tesoem@SO-ISC-ITICS:~$ ./productor
tesoem@SO-ISC-ITICS:~$ ./productor
Mensaje publicado exitosamente en el tópico 'test/topic': Hola desde el productor en C!
```

The terminal window title is "Sistemas Operativos TESOEM [Corriendo] - Oracle VirtualBox". The window is titled "tesoem@SO-ISC-ITICS:~". The command entered was "./productor". The output shows the producer publishing a message and the consumer receiving it.

Y se modifica el programa del consumidor con los siguientes comandos:

```
nano consumidor.c  
gcc consumidor.c -o consumidor -lmosquitto
```

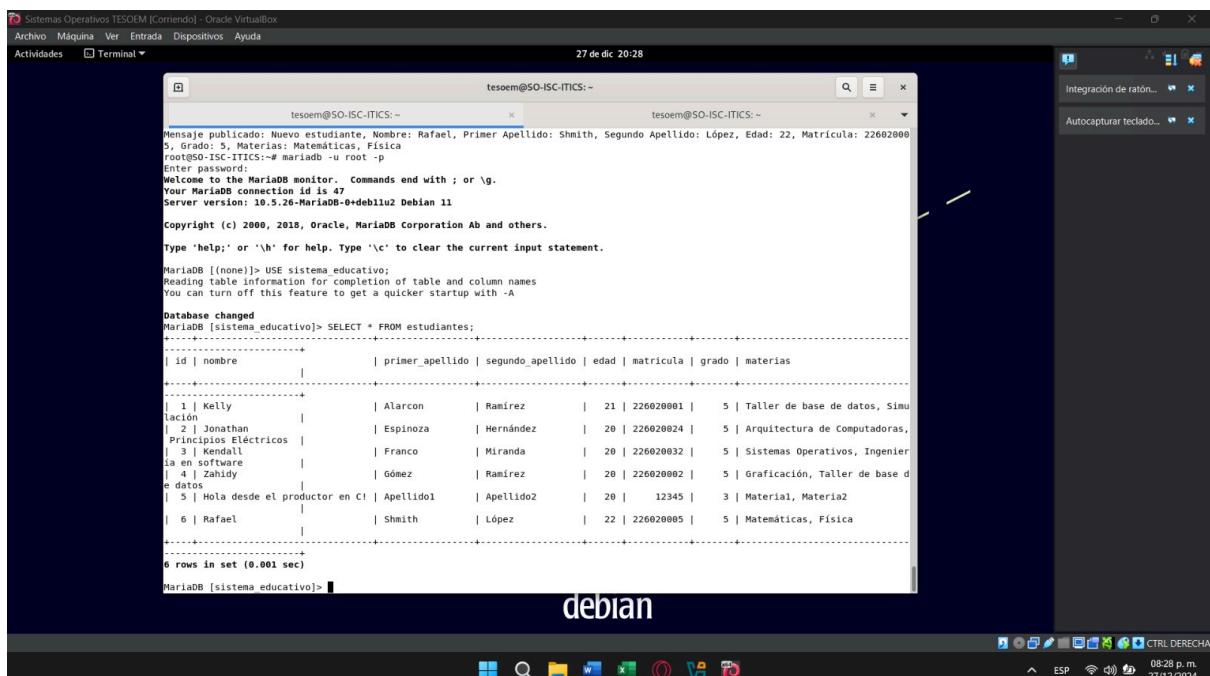


```
tresoem@SO-ISC-ITICS:~  
^C  
root@SO-ISC-ITICS:~# ./consumidor  
Esperando mensajes en el tópico 'test/topic'...  
'C'  
root@SO-ISC-ITICS:~# ./productor  
Mensaje publicado exitosamente en el tópico 'test/topic': Hola desde el productor en C!  
root@SO-ISC-ITICS:~# ./consumidor  
Esperando mensajes en el tópico 'test/topic'...  
Mensaje recibido en el tópico 'test/topic': Hola desde el productor en C!  
nano consumidor.c  
  
^C  
root@SO-ISC-ITICS:~# nano consumidor.c  
root@SO-ISC-ITICS:~# gcc consumidor.c -o consumidor -lmosquitto -lmysqlclient  
consumidor.c: In file included from /usr/include/mysql.h:  
5 | #include <mysql.h>  
|  
compilation terminated.  
root@SO-ISC-ITICS:~# sudo apt update  
sudo: apt: comando no encontrado.  
0b:j:1 http://security.debian.org/debian-security bullseye-security InRelease  
0b:j:2 https://packages.microsoft.com/repos/vscode stable InRelease  
0b:j:3 http://http.us.debian.org/debian bullseye InRelease  
Leyendo lista de paquetes... Hecho  
Creando árbol de dependencias... Hecho  
Leyendo información de estado... Hecho  
Leyendo la información de estado... Hecho  
Se pueden actualizar 386 paquetes. Ejecute «apt list --upgradable» para verlos.  
Leyendo lista de paquetes... Hecho  
Creando árbol de dependencias... Hecho  
Leyendo información de estado... Hecho  
libmariadb-dev ya está en su versión más reciente (1:10.5.26-0+deb11u2).  
libmariadb-dev-compat ya está en su versión más reciente (1:10.5.26-0+deb11u2).  
0 actualizados, 0 nuevos se instalarán, 0 para eliminar y 386 no actualizados.  
root@SO-ISC-ITICS:~# find /usr/include -name mysql.h  
/usr/include/mysql.h  
root@SO-ISC-ITICS:~# gcc consumidor.c -o consumidor  
Esperando mensajes en el tópico 'test/topic'...  
Mensaje recibido en el tópico 'test/topic': Hola desde el productor en C!  
Datos insertados correctamente en la base de datos.
```

debian

Y para finalizar se escriben los siguientes comandos para mensajes personalizados:

```
nano productor.c  
gcc productor.c -o productor -lmosquitto  
./consumidor  
./productor  
mariadb -u root -p  
SHOW DATABASES;
```



```
tresoem@SO-ISC-ITICS:~  
Mensaje publicado: Nuevo estudiante, Nombre: Rafael, Primer Apellido: Shmith, Segundo Apellido: López, Edad: 22, Matricula: 22602000  
5, Grado: 5, Materia: Matemáticas, Física  
root@SO-ISC-ITICS:~# mariadb -u root -p  
Enter password: Welcome to the MariaDB monitor. Commands end with ; or \g.  
Your MariaDB connection id is 47  
Server version: 10.5.26-MariaDB-0+deb11u2 Debian 11  
Copyright (c) 2000, 2018, Oracle, MariaDB Corporation Ab and others.  
Type 'help;' or '\h' for help. Type '\c' to clear the current input statement.  
MariaDB [(none)]> USE sistema_educativo;  
Reading table information for completion of table and column names  
You can turn off this feature to get a quicker startup with -A  
Database changed  
MariaDB [sistema_educativo]> SELECT * FROM estudiantes;  
+----+----+----+----+----+----+  
| id | nombre | primer_apellido | segundo_apellido | edad | matricula | grado | materias |  
+----+----+----+----+----+----+  
| 1 | Kelly | Alarcon | Ramírez | 21 | 226020001 | 5 | Taller de base de datos, Simulación |  
| 2 | Jonathan | Espinoza | Hernández | 20 | 226020024 | 5 | Arquitectura de Computadoras, Programación |  
| 3 | Priscila | Franco | Miranda | 20 | 226020032 | 5 | Sistemas Operativos, Ingeniería en Software |  
| 4 | Zahidy | Gómez | Ramírez | 20 | 226020002 | 5 | Graficación, Taller de base de datos |  
| 5 | Hola desde el productor en C! | Apellido1 | Apellido2 | 20 | 12345 | 3 | Material, Materia2 |  
| 6 | Rafael | Shmith | López | 22 | 226020005 | 5 | Matemáticas, Física |  
+----+----+----+----+----+----+  
6 rows in set (0.001 sec)  
MariaDB [sistema_educativo]>
```

debian

Conclusión

A través del uso de MariaDB para la gestión de bases de datos y Mosquitto con el protocolo MQTT para la comunicación, se ha logrado implementar un sistema eficiente y funcional para recolectar, almacenar y procesar información de estudiantes.

El enfoque empleado desde la instalación y configuración hasta el diseño y desarrollo de componentes productores y consumidores, garantiza un sistema seguro y capaz de ampliarse.

Este proyecto no solo resalta la importancia de las bases de datos relacionales y los sistemas de mensajería ligera, sino que también sirve como un ejemplo de cómo los entornos virtuales pueden ser utilizados eficazmente para simular y probar soluciones tecnológicas antes de su implementación en escenarios reales.

En resumen, el sistema desarrollado cumple con los objetivos propuestos, proporcionando una herramienta versátil y confiable para la gestión de datos, y estableciendo una base sólida para futuras mejoras.

Referencias

- Eclipse Mosquitto, 2024. Blog de Mosquitto. [en línea] Disponible en: <https://mosquitto.org/blog/> [Accedido el 27 de diciembre de 2024].
- LogicBus, 2024. Mosquitto MQTT: Presentación y guía básica de uso. [en línea] Disponible en: <https://www.logicbus.com.mx/blog/mosquitto-mqtt-presentacion-y-guia-basica-de-uso/> [Accedido el 27 de diciembre de 2024].
- MariaDB Corporation, 2024. MariaDB: Base de datos de código abierto. [en línea] Disponible en: <https://mariadb.org/> [Accedido el 27 de diciembre de 2024].
- MariaDB Corporation, 2024. MariaDB: La base de datos de código abierto. [en línea] Disponible en: <https://mariadb.org/es/> [Accedido el 27 de diciembre de 2024].
- MySQL, 2024. Conexión con la función mysql_real_connect en la API de C. [en línea] Disponible en: <https://dev.mysql.com/doc/c-api/8.4/en/mysql-real-connect.html> [Accedido el 27 de diciembre de 2024].
- MySQL, 2024. Tipos de datos enteros en MySQL. [en línea] Disponible en: <https://dev.mysql.com/doc/refman/8.4/en/integer-types.html> [Accedido el 27 de diciembre de 2024].