



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL
CARRERA DE SOFTWARE
CICLO ACADÉMICO: MARZO – JULIO 2025



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial

Título: Google Cloud

Carrera: Software

Unidad de Organización Curricular: Profesional

Nivel y Paralelo: 6to Software “A”

Alumnos participantes: Carrasco Paredes Kevin Andres

Chimborazo Guamán William Andrés

Quishpe Lopez Luis Alexander

Sailema Gavilánez Ismael Alexander

Asignatura: Aplicaciones Distribuidas

Docente: Ing. José Rubén Caiza Caizabuano



**UNIVERSIDAD
TÉCNICA DE AMBATO**



I. INFORME DE GUÍA PRÁCTICA

2.1 Objetivos

Desarrollar sistemas distribuidos que garanticen la escalabilidad, disponibilidad y confiabilidad de la información utilizando la computación en la nube.

2.2 Modalidad

Preesencial

2.3 Tiempo de duración

Presenciales: 4

No presenciales: 0

2.4 Instrucciones

- El trabajo se desarrollará en equipos.
- La arquitectura por desarrollar se presentará en clase funcionando.
- Se debe desarrollar un informe en el cual se explique a manera de tutorial el desarrollo de la arquitectura. Es importante que se vaya comentando los pasos que se siguió y la función que cumple cada comando.
- Se debe justificar el uso de los servicios seleccionados.
- Subir el documento en formato PDF al aula virtual en el espacio habilitado para la tarea

Listado de equipos, materiales y recursos

Listado de equipos y materiales generales empleados en la guía práctica:

TAC (Tecnologías para el Aprendizaje y Conocimiento) empleados en la guía práctica:

- Plataformas educativas
- Simuladores y laboratorios virtuales
- Aplicaciones educativas
- Recursos audiovisuales
- Gamificación
- Inteligencia Artificial

Otros (Especifique): _____

2.5 Actividades por desarrollar

- Levantar tres máquinas virtuales con Ubuntu en Google Cloud tomando en cuenta las consideraciones revisadas en clase. - Implementar un Moodle en donde se distribuya en cada una de las máquinas virtuales: un servidor web y un servidor de base de datos. - Realizar balanceo de carga al servidor web y alta disponibilidad al servidor de base de datos. - Se deja a su libertad el uso de herramientas, pero es importante realizar todo en Google Cloud.

2.6 Resultados obtenidos

1. Creación del proyecto

Para empezar con la práctica es necesario crear un nuevo proyecto dentro de Google cloud, hay que tener en cuenta que esta práctica se realizó usando una prueba gratuita de Google que cuenta con una limitación de 200 dólares.

Este proyecto tiene que tener un nombre único como se muestra en la siguiente imagen:



The screenshot shows the Google Cloud Platform interface for creating a new project. At the top, there's a warning message: "Tienes 22 projects restantes en tu cuota. Solicita un incremento o borra algunos proyectos. [Más información](#)". Below it, the "Nombre del proyecto" field contains "HospitalismaelSairema". The "Ubicación" field shows "Sin organización". Buttons at the bottom include "Crear" (Create) and "Cancelar" (Cancel).

Ilustración 1 Creación de Proyecto en Google Cloud

2. Instalación de plugins y extensiones:

Antes de utilizar servicios de GCP como Compute Engine o Cloud Resource Manager API, es necesario habilitar las APIs correspondientes y asegurarse de que el entorno de trabajo tenga los complementos requeridos.

Pasos detallados:

- Navegar a “APIs y servicios” > “Biblioteca”
- Activar:
 - **Compute Engine API:** Servicio de infraestructura como servicio (IaaS) que permite crear y gestionar VMs.

The screenshot shows the Google Cloud API Library. The search bar at the top right contains "Compute engine". In the main list, the "Compute Engine API" is highlighted. A description below it states: "Creates and runs virtual machines on Google Cloud Platform." The sidebar on the left shows a filter section with "Visibilidad" set to "Pública" and "(11)" results.

Ilustración 2 Instalación de plugins en el proyecto

- **Cloud Resource Manager API:** API que permite gestionar recursos organizativos en GCP: proyectos, carpetas, políticas.



The screenshot shows the Google Cloud API Library interface. At the top, there is a message about a free trial credit. Below it, the navigation bar includes 'Google Cloud' and 'HospitalSmaelSailema'. Under 'APIs y servicios / Biblioteca de API / Explorar', the search bar contains 'cloud resource manager api'. The results list shows 'Cloud Resource Manager API' under 'Biblioteca de APIs > "cloud resource manager api"'. A filter button and a '3 resultados' link are visible. The result details show 'Cloud Resource Manager API' is public and creates, reads, and updates metadata for Google Cloud Platform resource containers.

Ilustración 3 Activación de gestor de recursos

Una vez habilitado los servicios mencionados en el panel de administración se podría ver las siguientes notificaciones indicando que los servicios fueron habilitados correctamente.

The screenshot shows two notifications in the 'Notificaciones' section. Both notifications are marked with a green checkmark and say 'Habilitar servicio:' followed by the service name and the user who enabled it. The first notification is for 'compute.googleapis.com' and the second is for 'clouresourcemanager.googleapis.com'. Both notifications also indicate they were enabled 'Hace unos instantes' (just now).

Ilustración 4 Notificaciones de procesos activos

3. Configuración de VPC y las reglas de firewall.

Una **VPC (Virtual Private Cloud)** crea una red lógica privada para que las máquinas virtuales se comuniquen entre sí de forma segura. Las **reglas de firewall** permiten o bloquean tráfico según dirección IP, puerto y protocolo.

- Accedemos mediante el buscador dentro de Google cloud a “Redes Vpc”, dentro de esta opción se puede observar las redes VPC que se tienen creadas.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL
CARRERA DE SOFTWARE
CICLO ACADÉMICO: MARZO – JULIO 2025



The screenshot shows the Google Cloud VPC interface. At the top, there's a banner with a star icon and text about starting to use VPC. Below it, a sidebar lists options like Redes de VPC, Direcciones IP, Rangos internos, etc. The main area shows a table of networks with columns for Nombre, Subredes, MTU, Modo, Rango de ULA de IPv6, Puertas de enlace, and Reglas. One row is selected with the name 'default'.

Ilustración 5 Pantalla de redes VPC en Google cloud

b. Creación de una red VPC personalizada principal:

Este será el punto inicial para la configuración dentro de esta opción se completan los campos de “nombre” así como “Unidad de transmisión máxima (mtu)”

La **unidad de transmisión máxima (mtu)** indica el tamaño máximo de “bloque de datos” que se puede enviar una sola vez entre dos dispositivos de red, es importante configurar este valor dentro de la creación de la red VPC porque este se puede establecer en las interfaces de red virtuales de las instancias, aquí se usará el 1460 porque es recomendado si se usan VPNs o túneles GRE ya que se añaden encabezados extra

The screenshot shows the 'Crear una red de VPC' (Create a VPC network) form. It includes fields for Nombre (set to 'hospital-vpc'), Descripción, Unidad de transmisión máxima (MTU) (set to 1460), and Mode (set to Personalizado). Below this is a section for IPv6 configuration and a Subredes section with a note about CIDR ranges.

Ilustración 6 Pantalla de creación de redes VPC

c. Creación de subredes:

Nombre

- **Qué es:** Identificador de la subred dentro de la VPC.
- **Reglas:** Solo se permiten letras minúsculas, números y guiones (-). No puede comenzar ni terminar con guión.



- **Importancia:** Sirve para identificar fácilmente esta subred al configurar reglas de firewall, rutas, instancias, etc.

Región

- **Qué es:** Define la región geográfica donde estará disponible esta subred.
- **Importancia:** Todas las máquinas virtuales conectadas a esta subred deben estar **en la misma región** para poder usarla.

Tipo de pila de IP

- Esta sección define el **protocolo de red IP** que usará la subred.

Opción	Significado
IPv4 (una sola pila)	Solo se usa IPv4. Es el más común y compatible universalmente.
IPv4 e IPv6 (pila doble)	Usa ambos protocolos. Permite conectividad moderna con redes IPv6.
IPv6 (pila única)	Solo IPv6. No recomendado si necesitas compatibilidad amplia.

Rango IPv4 principal:

- **Qué es:** El **bloque de direcciones IP internas privadas** que se asignarán a las máquinas en esta subred.
- **Traducción técnica:** Significa que se tienen **256 direcciones IP disponibles** (de 10.0.0.0 a 10.0.0.255).
- **Importancia:**
 - Es fundamental que este rango no se solape con otros rangos de subredes en la misma red VPC.
 - Las IPs internas de las máquinas se tomarán de este rango.
 - El /24 indica una máscara de subred de **255.255.255.0**, lo cual es estándar para redes pequeñas-medias.

The screenshot shows the Google Cloud VPC Network creation interface. On the left, there's a sidebar with options like 'Redes de VPC', 'Direcciones IP', 'Rangos internos', 'Usa tu propia IP', 'Firewall', 'Rutas', 'Intercambio de tráfico entre...', 'VPC compartida', 'Acceso a VPC sin servidor...', 'Duplicación de paquetes', and 'Registros de flujo de VPC'. The main area has a title 'Crear una red de VPC' and a sub-section 'Nueva subred'. It includes fields for 'Nombre' (main), 'Descripción', 'Región' (us-east1), and 'Tipo de pila de IP' (radio button selected for 'IPv4 (una sola pila)'). Below that is a section for 'Rango IPv4 principal' with a checkbox for 'Asociar con un rango interno' and a dropdown menu showing '10.0.0.0/24'. At the bottom, it says 'P. ej.: 10.0.0.0/24'.

Ilustración 7 Creación de la red principal VPC del proyecto



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL
CARRERA DE SOFTWARE
CICLO ACADÉMICO: MARZO – JULIO 2025



Estado de prueba gratuita: crédito por \$224.79 y 53 días restantes. Activa tu cuenta completa para obtener acceso ilimitado solo por lo que usas.

Google Cloud HospitalSmaelSailema REDES VPC

Red de VPC / Redes de VPC / Crear red de VPC

Redes de VPC < Crear una red de VPC

Direcciones IP
Rangos internos
Usa tu propia IP
Firewall
Rutas
Intercambio de tráfico entre VPCs
VPC compartida
Acceso a VPC sin servidores
Duplicación de paquetes
Registros de flujo de VPC

Rangos de IPv4 secundarios Agregar un rango IPv4 secundario

Acceso privado a Google Desactivado

Registros de flujo Desactivado

Hybrid Subnets Desactivado

Listo

Agregar subred

Reglas de firewall

Ilustración 8 Configuración de red VPC

d. Creación de la red

Una vez terminada todas las configuraciones se marca en crear y la red estará creada

Configuración del mecanismo de enruteamiento dinámico que usa la red de VPC. Todas las opciones seleccionadas se pueden cambiar más adelante. [Más información](#)

Modo de enruteamiento dinámico

Regional Los Cloud Routers conocerán rutas solo en la región en la que se crearon

Global El enruteamiento global te permite conocer las rutas a todas las regiones y desde ellas de forma dinámica mediante una sola VPN o interconexión y Cloud Router

Best path selection mode

Inherido (predeterminado)

Estándar

Configuración de DNS (opcional)

Es necesario habilitar la API de DNS para agregar la política del servidor DNS y zonas del DNS a la red de VPC. Puedes habilitar esta API en [Marketplace](#).

Crear Cancelar

Ilustración 9 Creación de la red VPC

e. Creación de las reglas específicas de firewall para:

Las configuraciones para crear una regla de firewall son similares a continuación un detalle de cada una de estas opciones:

Campo / Opción	Descripción
Nombre	Identificador único para la regla. Solo acepta minúsculas, números y guiones. Facilita la organización y mantenimiento. Ej: allow- http, allow-ssh.



Descripción	Texto libre para documentar el propósito de la regla. Muy útil en entornos colaborativos o complejos.
Red	VPC (Virtual Private Cloud) sobre la cual se aplicará la regla. Las reglas solo afectan a las instancias dentro de esta red.
Dirección del tráfico	Define si la regla aplica al tráfico de entrada (Ingress) hacia las instancias o salida (Egress) desde ellas.
Objetivo	Determina qué instancias están afectadas: puede ser todas las de la red, solo las que tengan una etiqueta específica o las que usen una cuenta de servicio concreta .
Filtros de origen	Define desde dónde se permite el tráfico hacia tus instancias. Puede ser una IP específica (ej. 192.168.1.1/32), un rango (10.0.0.0/24) o una cuenta de servicio.
Protocolos y puertos	Permite seleccionar los protocolos (tcp, udp, etc.) y puertos (ej. tcp:22, tcp:80) a los que se aplica la regla. Se puede permitir todos los puertos o únicamente los necesarios
Prioridad	Establece el orden de aplicación si hay varias reglas que coinciden. Valor más bajo = mayor prioridad. Va de 0 a 65535 (por defecto es 1000).
Acción en coincidencia	Indica si se debe permitir (allow) o denegar (deny) el tráfico que coincide con los criterios de la regla. Generalmente se usa "allow".
Registro	Si se activa, registra los eventos que coinciden con esta regla en Cloud Logging . Útil para auditorías o depuración, pero puede generar costos.

- **SSH:** permitir puerto 22 para acceso remoto
 - **Network:** hospital-vpc
 - **Priority:** 110
 - **Direction of traffic:** Ingress (Entrada)
 - **Action on match:** Allow
 - **Targets:** All instances in the network
 - **Source filter:** IP ranges
 - **Source IP ranges:** 0.0.0.0/0 (para permitir SSH desde cualquier lugar; para mayor seguridad, usa tu IP pública).
 - **Protocols and ports:** TCP Puerto 22



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL
CARRERA DE SOFTWARE
CICLO ACADÉMICO: MARZO – JULIO 2025



The screenshot shows the 'Create a firewall rule' page in the Google Cloud Platform. On the left, a sidebar lists Cloud Armor, IDS de Cloud, Cloud NGFW, and Proxy web seguro sections. Under Cloud NGFW, 'Políticas de firewall' is selected. The main form has the following fields:

- Nombre:** ssh
- Descripción:** (empty)
- Registros:** Desactivated
- Red:** hospital-vpc
- Prioridad:** 110
- Dirección del tráfico:** Entrada

Ilustración 10 Interfaz de creación de reglas firewall

The screenshot shows the 'Configure a firewall rule' page. The sidebar and basic configuration fields are identical to Illustration 10. The advanced configuration section includes:

- Acción en caso de coincidencia:** Permitir
- Destinos:** Todas las instancias de la red
- Filtro de origen:** Rangos de IPv4 (0.0.0.0/0)
- Segundo filtro de origen:** Ninguno
- Filtro de destino:** Ninguno
- Protocolos y puertos:** Protocolos y puertos especificados

Ilustración 11 Configuración de regla firewall



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL
CARRERA DE SOFTWARE
CICLO ACADÉMICO: MARZO – JULIO 2025



The screenshot shows the Google Cloud Firewall Policies interface. On the left sidebar, under 'Políticas de firewall', 'TCP' is selected. Under 'Puertos', '22' is entered. The 'Inhabilitar regla' checkbox is unchecked. At the bottom are 'Crear' and 'Cancelar' buttons.

Ilustración 12 Configuración de red en reglas firewall

▪ **PostgreSQL:** permitir puerto 5432

- **Network:** hospital-vpc
- **Priority:** 120
- **Direction of traffic:** Ingress
- **Action on match:** Allow
- **Targets:** All instances in the network
- **Source filter:** IP ranges
- **Source IP ranges:** 10.0.0.0/24 (para permitir comunicación interna dentro de la subred).
- **Protocols and ports:** TCP, Puerto 5432 • Haz clic en Create

The screenshot shows the Google Cloud Firewall Policies interface. Under 'Nombre', 'postgresql' is entered. Under 'Registros', 'Desactivado' is selected. Under 'Red', 'hospital-vpc' is selected. Under 'Prioridad', '120' is entered. Under 'Dirección del tráfico', 'Entrada' is selected. At the bottom are 'Crear' and 'Cancelar' buttons.

Ilustración 13 Configuración de políticas firewall



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL
CARRERA DE SOFTWARE
CICLO ACADÉMICO: MARZO – JULIO 2025



The screenshot shows the Google Cloud Firewall configuration interface. On the left, there's a sidebar with navigation links: Cloud Armor, Panel de DDoS, Políticas de Cloud Armor, Protección adaptable, Nivel de servicio de Clo..., IDS de Cloud, Panel del IDS, Extremos de IDS, Amenazas en IDS, Cloud NGFW, Panel, and Políticas de firewall (which is highlighted). The main panel is titled 'Crea una regla de firewall' (Create a firewall rule). It has sections for 'Acción en caso de coincidencia' (Action on match) with 'Permitir' (Allow) selected, 'Destinos' (Targets) set to 'Todas las instancias de la red' (All instances in the network), 'Filtro de origen' (Source filter) set to 'Rangos de IPv4' (IP ranges) with '10.0.0.0/24' selected, 'Segundo filtro de origen' (Secondary source filter) set to 'Ninguno' (None), 'Filtro de destino' (Destination filter) set to 'Ninguno' (None), 'Protocolos y puertos' (Protocols and ports) with 'TCP' selected and 'Puertos' (Ports) set to '5432'. A note at the bottom says 'D e lo 20-50-60'.

Ilustración 14 Configuración de protocolos

This screenshot is identical to Illustration 14, showing the Google Cloud Firewall configuration interface. The sidebar and main panel are the same, with the 'Políticas de firewall' section highlighted. The 'Protocolos y puertos' section shows 'TCP' selected and 'Puertos' set to '5432'. Other options like UDP, SCTP, and Otra are available but not selected.

Ilustración 15 Configuración de puerto TCP

- **HTTP:** permitir puerto 80 para aplicaciones web
 - **Nombre:** http
 - **Network:** hospital-vpc
 - **Priority:** 130
 - **Direction of traffic:** Ingress
 - **Action on match:** Allow
 - **Targets:** All instances in the network
 - **Source filter:** IP ranges



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL
CARRERA DE SOFTWARE
CICLO ACADÉMICO: MARZO – JULIO 2025



- **Source IP ranges:** 0.0.0.0/0
- **Protocols and ports:** TCP, Puerto 80
- Haz clic en Create.

The screenshot shows the Google Cloud Firewall interface. On the left, there's a sidebar with sections like Cloud Armor, IDS de Cloud, and Cloud NGFW. The main area is titled 'Crea una regla de firewall' (Create a firewall rule). It shows a configuration for an 'http' rule. The 'Nombre' (Name) field is set to 'http'. The 'Descripción' (Description) field is empty. Under 'Registros' (Logs), it says 'Activar los registros de firewall puede generar una gran cantidad de registros y aumentar los costos en Logging' (Enabling firewall logs may generate a large number of logs and increase costs in Logging). The 'Si' (On) radio button is selected. In the 'Red' (Network) dropdown, 'hospital-vpc' is chosen. The 'Prioridad' (Priority) is set to '130'. Under 'Dirección del tráfico' (Traffic direction), 'Entrada' (Inbound) is selected. At the bottom, there are 'Guarda' (Save) and 'Cancelar' (Cancel) buttons.

Ilustración 16 Configuración de regla http

This screenshot shows a more detailed view of the Google Cloud Firewall configuration for the 'http' rule. It includes fields for 'Acción en caso de coincidencia' (Action on match) set to 'Permitir' (Allow), 'Destinos' (Destinations) set to 'Todas las instancias de la red' (All network instances), 'Filtro de origen' (Origin filter) set to 'Rangos de IPv4' (IP ranges) with '0.0.0.0/0' specified, 'Protocolos y puertos' (Protocols and ports) set to 'TCP' with port '80' specified, and other optional filters like 'Segundo filtro de origen' (Second origin filter) and 'Filtro de destino' (Destination filter) both set to 'Ninguno' (None).

Ilustración 17 Configuración de red en regla http



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL
CARRERA DE SOFTWARE
CICLO ACADÉMICO: MARZO – JULIO 2025



The screenshot shows the Google Cloud Firewall interface. On the left sidebar, under 'Seguridad de red', 'Políticas de firewall' is selected. In the main panel, it says 'Crea una regla de firewall'. Under 'Protocolos y puertos', 'TCP' is checked and 'Puertos' is set to '80'. There are also sections for UDP, SCTP, and Otra, each with their respective port ranges. At the bottom are 'Inhabilitar regla', 'Crear' (which is highlighted in blue), and 'Cancelar'.

Ilustración 18 Configuración de puerto TCP en regla http

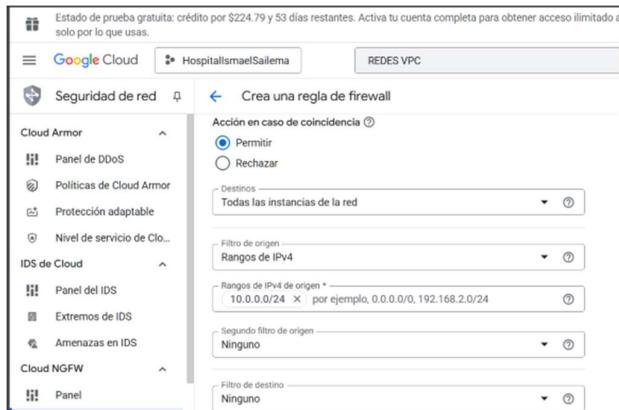
- **Servicios internos:** acceso entre back y front (puertos personalizados)
- **Backend**
 - **Network:** hospital-vpc
 - **Priority:** 150
 - **Direction of traffic:** Ingress
 - **Action on match:** Allow
 - **Targets:** All instances in the network
 - **Source filter:** IP ranges
 - **Source IP ranges:** 10.0.0.0/24
 - **Protocols and ports:** TCP, Puerto 8080
 - Haz clic en Create.

The screenshot shows the Google Cloud Firewall interface for creating a new rule. The 'Nombre' field is filled with 'microservicio-back'. Under 'Registros', 'Activar los registros de firewall' is checked, and 'Desactivado' is selected. The 'Red' dropdown is set to 'hospital-vpc'. The 'Prioridad' is set to '150'. Under 'Dirección del tráfico', 'Entrada' is selected. Under 'Acción en caso de coincidencia', 'Permitir' is selected. Other options like 'Descripción' and 'Comparar' are also visible.

Ilustración 19 Regla firewall para backend

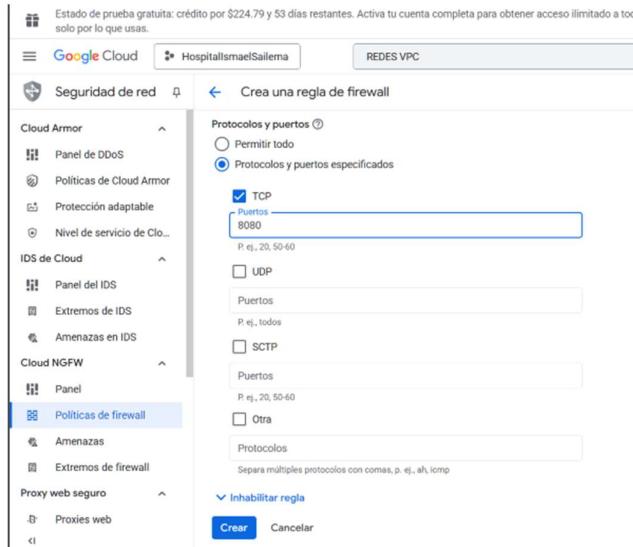


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL
CARRERA DE SOFTWARE
CICLO ACADÉMICO: MARZO – JULIO 2025



The screenshot shows the 'Create a firewall rule' interface in Google Cloud. The left sidebar lists Cloud Armor, IDS of Cloud, and Cloud NGFW sections. The main form is titled 'Seguridad de red' and contains fields for 'Acción en caso de coincidencia' (Allow selected), 'Destinos' (All instances in the network), 'Filtro de origen' (IP range 10.0.0.0/24), and 'Filtro de destino' (None). A status bar at the top indicates a free trial credit of \$224.79.

Ilustración 20 Configuración de red en regla backend



The screenshot shows the 'Create a firewall rule' interface in Google Cloud, specifically focusing on the 'Protocols and ports' section. It shows 'Protocolos y puertos' selected, with 'TCP' checked and 'Puertos' set to '8080'. Other options like UDP, SCTP, and Otra are available but not selected. A 'Create' button is visible at the bottom.

Ilustración 21 Configuración de puerto TCP en regla backend

- **Frontend**

- **Nombre:** microservice-front
- **Network:** hospital-vpc
- **Priority:** 160
- **Direction of traffic:** Ingress
- **Action on match:** Allow
- **Targets:** All instances in the network
- **Source filter:** IP ranges
- **Source IP ranges:** 10.0.0.0/24
- **Protocols and ports:** TCP, Puerto 3000
- Haz clic en Create.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL
CARRERA DE SOFTWARE
CICLO ACADÉMICO: MARZO – JULIO 2025



The screenshot shows the Google Cloud Firewall Policies interface. On the left, a sidebar lists navigation options: Cloud Armor, IDS de Cloud, Cloud NGFW, and Proxy web seguro. Under Cloud NGFW, 'Políticas de firewall' is selected. The main panel is titled 'Crea una regla de firewall' and contains the following fields:

- Nombre:** microservicio-front
- Descripción:** (empty)
- Registros:** Desactivado
- Red:** hospital-vpc
- Prioridad:** 160
- Dirección del tráfico:** Entrada

Ilustración 22 Configuración de regla firewall frontend

The screenshot shows the Google Cloud Firewall Policies interface. The sidebar and main panel structure are identical to Illustration 22, but the configuration details differ:

- Acción en caso de coincidencia:** Permitir
- Destinos:** Todas las instancias de la red
- Filtro de origen:** Rangos de IPv4 (set to 10.0.0.0/24)
- Segundo filtro de origen:** Ninguno
- Filtro de destino:** Ninguno
- Protocolos y puertos:** Permite todo
- Puertos:** (empty)

Ilustración 23 Configuración de red en regla frontend



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL
CARRERA DE SOFTWARE
CICLO ACADÉMICO: MARZO – JULIO 2025



The screenshot shows the Google Cloud Firewall Policies interface. On the left sidebar, under 'Seguridad de red', 'Políticas de firewall' is selected. In the main panel, the title is 'Crea una regla de firewall'. The 'Protocolos y puertos' section is expanded, showing 'Protocolos y puertos especificados' selected. Under 'TCP', the port '3000' is listed. Other options like UDP, SCTP, and Otra are available but not selected. A note at the bottom says 'Separa múltiples protocolos con comas, p. ej., ah, icmp'. At the bottom right are 'Crear' and 'Cancelar' buttons.

Ilustración 24 Configuración de puerto TCP en regla frontend

- **Allow-icmp** Comunicación entre máquinas virtuales
 - **Network:** hospital-vpc
 - **Priority:** 1000
 - **Direction of traffic:** Ingress
 - **Action on match:** Allow
 - **Targets:** All instances in the network
 - **Source IP ranges:** 0.0.0.0/0
 - **Protocols and ports:** icmp

The screenshot shows the Google Cloud Firewall Policies interface. On the left sidebar, under 'Seguridad de red', 'Políticas de firewall' is selected. In the main panel, the title is 'Crea una regla de firewall'. The 'Nombre' field is filled with 'allow-icmp'. The 'Registros' section has 'Desactivado' selected. The 'Red' dropdown is set to 'hospital-vpc'. The 'Prioridad' field is set to '1000'. The 'Dirección del tráfico' section has 'Entrada' selected. The 'Acción en caso de coincidencia' section has 'Permitir' selected. At the bottom right are 'Comparar' and 'Crear' buttons.

Ilustración 25 Configuración de prioridad de regla icmp



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL
CARRERA DE SOFTWARE
CICLO ACADÉMICO: MARZO – JULIO 2025



The screenshot shows the 'Create a firewall rule' page in the Google Cloud interface. The left sidebar is titled 'Seguridad de red' and includes sections for Cloud Armor, IDS de Cloud, Cloud NGFW, and Proxy web seguro. Under Cloud NGFW, 'Políticas de firewall' is selected. The main form is titled 'Crea una regla de firewall' and contains fields for Destinos (All network instances), Filtro de origen (IPv4 ranges), Rango de IPv4 de origen (e.g., 0.0.0.0/0), Segundo filtro de origen (None), Filtro de destino (None), and Protocolos y puertos (Protocolos y puertos especificados). The 'Protocolos y puertos' section has options for TCP, UDP, SCTP, and Otra, with 'icmp' entered in the 'Protocolos' field.

Ilustración 26 Configuración de red de regla icmp

This screenshot shows the same 'Create a firewall rule' page as the previous one, but with a different configuration. The 'Protocolos y puertos' section is expanded, showing options for TCP, UDP, SCTP, and Otra. The 'Otra' option is selected, and 'icmp' is entered in the 'Protocolos' field. The rest of the interface is identical to the first screenshot.

Lo que se debería obtener son las siguientes políticas de firewall:



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL
CARRERA DE SOFTWARE
CICLO ACADÉMICO: MARZO – JULIO 2025



Nombre	Tipo	Destinos	Filtros	Protocolos/puertos	Acción	Prioridad	Red	Registros
default-allow-icmp	Entrada	Aplicar a	Intervalos	icmp	Permitir	65534	default	Desactiva
default-allow-internal	Entrada	Aplicar a	Intervalos	tcp:0-65535 udp:0-65535 icmp	Permitir	65534	default	Desactiva
default-allow-rdp	Entrada	Aplicar a	Intervalos	tcp:3389	Permitir	65534	default	Desactiva
default-allow-ssh	Entrada	Aplicar a	Intervalos	tcp:22	Permitir	65534	default	Desactiva
ssh	Entrada	Aplicar a	Intervalos	tcp:22	Permitir	110	hospital-vpc	Desactiva
postgresql	Entrada	Aplicar a	Intervalos	tcp:5432	Permitir	120	hospital-vpc	Desactiva
http	Entrada	Aplicar a	Intervalos	tcp:80	Permitir	130	hospital-vpc	Desactiva
microservicio-back	Entrada	Aplicar a	Intervalos	tcp:8080	Permitir	150	hospital-vpc	Desactiva
microservicio-front	Entrada	Aplicar a	Intervalos	tcp:3000	Permitir	160	hospital-vpc	Desactiva
allow-icmp	Entrada	Aplicar a	Intervalos	icmp	Permitir	1000	hospital-vpc	Desactiva
hospital-vpc-allow-http	Entrada	http-server	Intervalos	tcp:80	Permitir	1000	hospital-vpc	Desactiva
hospital-vpc-allow-https	Entrada	https-server	Intervalos	tcp:443	Permitir	1000	hospital-vpc	Desactiva

Ilustración 27 Visualización de reglas firewall

4. Creación y configuración de las máquinas virtuales (VM)

Se crean instancias con **Compute Engine** para representar cada nodo del sistema (ej. VM-central, VM-centro1, VM-centro2). Estas se comunican vía la red interna definida en la VPC.

a. Ingresar a Compute Engine > Crear Instancia

The screenshot shows the Google Cloud Compute Engine interface for creating a new instance. The left sidebar lists various services like Compute Engine, Storage, and Monitoring. The main area is titled 'Compute engine' and shows the 'Create instance' button. The 'Description general' tab is active, displaying the following information:

- Estado del sistema**:
 - Google Cloud incidents
 - Comienza a usar Service Health
 - Habilita la API de Service Health para ver los detalles de los incidentes futuros.
 - Habilitar la API de Service Health**
 - Go to Personalized Service Health**
- Sample security findings** [Versión preliminar]: Sample security findings that do not reflect your current environment.
- Uso**:
 - Huella de recursos**: Se actualizó hace unos instantes y se muestra la tendencia diaria.
 - Uso de CPU (5 VMs ...)**: No hay datos disponibles para el periodo seleccionado.
- Almacenamiento**:
 - Discos
 - Grupos de almacenamiento
 - Marketplace
 - Notas de versión

Ilustración 28 Creación y configuración de las máquinas virtuales



b. Configuración de la máquina:

Configuración	Valor	¿Para qué sirve? / Descripción resumida
Nombre	vm-central	Es el nombre identificador de la máquina virtual. Útil para reconocer el rol de la instancia (por ejemplo, VM principal para base de datos central).
Región	us-east1	Define la ubicación geográfica general donde se ejecutará la VM. Afecta latencia y disponibilidad de recursos. us-east1 corresponde al Este de EE.UU.
Zona	us-east1-b (u otra disponible)	Es una subdivisión dentro de la región. Determina el centro de datos exacto donde se alojará la instancia. Se elige una zona disponible para distribuir recursos.
Tipo de máquina (Machine type)	e2-micro <i>(alternativa: f1-micro)</i>	Define las características de hardware de la VM: cantidad de vCPUs y memoria. e2-micro tiene 2 vCPUs y 1 GB RAM, y está dentro del nivel gratuito , ideal para pruebas. Si no está disponible, se puede usar f1-micro, también de bajo consumo.

Estado de prueba gratuita: crédito por \$224.79 y 53 días restantes. Activa tu cuenta completa para obtener acceso ilimitado a todas las funciones de Google Cloud. Usa los créditos restantes y paga solo por lo que usas.

Activar

Crear una instancia Crear VM a partir de...

Configuración de la máquina

Nombre: vm-central

Región: us-east1 (Carolina del Sur) Zona: us-east1-b

SO y almacenamiento: Debian GNU/Linux 12 (bookworm)

Prueba la nueva serie de máquinas C4D con una relación precio-rendimiento líder Probar ahora

Elemento Estimación mensual

USD25.46 Equívale a alrededor de USD0.03 por hora

Paga por lo que usas, con facturación por segundo y sin pagos por adelantado

Elemento	Estimación mensual
2 vCPU + 4 GB memory	USD24.46
Disco persistente balanceado de 10 GB	USD1.00
Logging	El costo varía
Monitoring	El costo varía
Programación de instantáneas	El costo varía
Total	USD25.46

Precios de Compute Engine Precios de Cloud Operations Menos

Ilustración 29 Creación de máquina virtual central



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL
CARRERA DE SOFTWARE
CICLO ACADÉMICO: MARZO – JULIO 2025



The screenshot shows a 'Create instance' form. On the left, a sidebar lists options like Configuration of the machine, SO and storage, Protection of data, Networks, Observability, Security, and Advanced. The main area shows a table of machine types with columns: Name, Performance, RAM, Processor, and Price. The 'E2' row is selected. To the right, there's a 'Billing equivalent' section with a table showing estimated monthly costs for different configurations. At the bottom, there are 'Create' and 'Cancel' buttons.

Ilustración 30 Configuración de tipo de máquina virtual

c. SO Y almacenamiento

Se escoge Ubuntu en su versión estable (LTS) para evitar problemas al configurar las máquinas virtuales y su versión mínima es para que los costos no aumenten

The screenshot shows a 'Create instance' form. The sidebar has the same categories as the previous screenshot. The main area is for 'System and storage'. It shows fields for 'Operating system and image' (Ubuntu 24.04 LTS Minimal), 'Additional disks' (adding one of 10 GB), 'Container' (implementing a container image), and 'Storage group' (selecting a storage group). At the bottom, there are 'Create' and 'Cancel' buttons.

Ilustración 31 Configuración de SO de máquina virtual central



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL
CARRERA DE SOFTWARE
CICLO ACADÉMICO: MARZO – JULIO 2025



The screenshot shows the Google Cloud Compute Engine interface for creating a new VM. On the left, a sidebar lists configuration options: Configuración de la máquina (e2-micro, us-east1-b), SO y almacenamiento (Ubuntu 24.04 LTS Minimal), Protección de datos (selected), Redes (1 interfaz de red), Observabilidad (Instalar el Agente de operaciones), Seguridad, and Avanzado. The main panel displays the 'Sistema operativo y almacenamiento' section with the following details: Nombre: vm-central, Tipo: Disco persistente balanceado nuevo, Tamaño: 10 GB, Programa de instantáneas: default-schedule-1, and Tipo de licencia: Gratis. Below this is the 'Discos adicionales' section with buttons for adding a new disk, linking an existing one, or adding an SSD local. To the right, an 'Estimación mensual' table provides a breakdown of costs:

Elemento	Estimación mensual
2 vCPU + 1 GB memory	USD6.11
Disco persistente balanceado de 10 GB	USD1.00
Logging	El costo varía
Monitoring	El costo varía
Programación de instantáneas	El costo varía
Total	USD7.11

At the bottom, there are links for 'Precios de Compute Engine', 'Precios de Cloud Operations', and a 'Menos' button. Buttons for 'Crear' (Create) and 'Cancelar' (Cancel) are at the very bottom.

Ilustración 32 Visualización de estimación mensual de máquina virtual

d. Protección de datos

Dado que la práctica está hecha con una cuenta de pruebas las opciones son limitadas por lo tanto aquí para ahorrar recursos se escoge la opción de “sin copias de seguridad”

This screenshot shows the continuation of the VM creation process. The sidebar still lists the same configuration options. In the main panel, under 'Protección de datos', the 'Sin copias de seguridad' option is selected. This section includes a note about protecting data from failures and errors, and a link to more information. It also contains a 'Crea una copia de seguridad de tus datos' section with a note about automating backups and a link to more information. Below this, there are three radio button options: 'Plan de creación de copias de seguridad' (selected), 'Programaciones de instantáneas', and 'Sin copias de seguridad'. A note explains that the 'Sin copias de seguridad' option creates copies of the VM's disks only, providing basic protection. The 'Replicación continua de datos para la protección ante desastres' and 'Replicación síncrona entre zonas' sections are also visible. At the bottom, there are 'Crear' and 'Cancelar' buttons, along with a 'Precios de Compute Engine' link.

Ilustración 33 Desactivación de copia de seguridad en MV

e. Redes

En las opciones de firewall se escogen las opciones de permitir tráfico tanto por http como por https esto para que las reglas de firewall se apliquen correctamente



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL
CARRERA DE SOFTWARE
CICLO ACADÉMICO: MARZO – JULIO 2025



The screenshot shows the Google Cloud Compute Engine interface for creating a new instance. On the left, a sidebar lists configuration options: Configuración de la máquina (e2-micro, us-east1-b), SO y almacenamiento (Ubuntu 24.04 LTS Minimal), Protección de datos (Sin copias de seguridad), and Redes (selected). The main panel displays the 'Redes' section, which includes a 'Firewall' configuration with several checkboxes (Permitir tráfico HTTP, Permitir tráfico HTTPS, Permitir las verificaciones de estado del balanceador de cargas) and a 'Etiquetas de red' section with 'http-server' and 'https-server'. Below this is a 'Nombre de host' field and a 'Reenvío de IP' checkbox. The right side shows an 'Estimación mensual' table and a detailed breakdown of costs for 2 vCPU + 1 GB memory, 10 GB persistent storage, Logging, Monitoring, and Total.

Ilustración 34 Configuración de redes en MV

Interfaz de red:

Red: Hospital-vpc

Subred: main IPv4 (10.0.0.0/24)

External IP: Selecciona Create IP address para asignar una IP externa estática (esto podría generar un pequeño costo después del nivel gratuito; si no quieres costos, usa una IP efímera).

The screenshot shows the Google Cloud Compute Engine interface for creating a new instance. The 'Redes' section is selected in the sidebar. The main panel displays the 'Interfaces de red' section, specifically the 'Edita la interfaz de red' dialog for 'hospital-vpc'. It shows a 'Subred' dropdown set to 'main IPv4 (10.0.0.0/24)'. Below this is a note about IPv6 support and a 'Tipos de pila de IP' section with radio buttons for 'IPv4 (una sola pila)', 'IPv4 e IPv6 (pila doble)', and 'IPv6 (pila única)'. A 'Dirección IPv4 interna principal' dropdown is set to 'Efímera (automática)'. The right side shows an 'Estimación mensual' table and a detailed breakdown of costs for 2 vCPU + 1 GB memory, 10 GB persistent storage, Logging, Monitoring, and Total.

Ilustración 35 Configuración de subred en MV

The screenshot shows the Google Cloud Compute Engine interface for creating a new instance. The 'Redes' section is selected in the sidebar. The main panel displays the 'Rangos de IPs de red' section, which includes a 'Tipo de pila de IP' dropdown (set to 'IPv4 (una sola pila)'), a 'Dirección IPv4 interna principal' dropdown (set to 'Efímera (automática)'), and a 'Agregar rango de IP' button. Below this is a 'Rango de IPs de red' dropdown set to 'vm-central-ip (34.73.38.34)'. The right side shows an 'Estimación mensual' table and a detailed breakdown of costs for 2 vCPU + 1 GB memory, 10 GB persistent storage, Logging, Monitoring, and Total.

Ilustración 36 Configuración de red externa en MV



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL
CARRERA DE SOFTWARE
CICLO ACADÉMICO: MARZO – JULIO 2025



The screenshot shows the Google Cloud Platform interface for creating a new VM instance. The configuration page is titled 'Crear una instancia' (Create instance) and includes the following sections:

- Configuración de la máquina:** e2-micro, us-east1-b
- SO y almacenamiento:** Ubuntu 24.04 LTS Minimal
- Protección de datos:** Sin copias de seguridad
- Redes:** 2 reglas de firewall, 1 interfaz de red, main (10.0.0.0/24)
- Observabilidad:** Instalar el Agente de operaciones
- Seguridad:**
- Avanzado:**

Under the 'Redes' section, there is a 'Configuración de rendimiento de la red' (Network performance configuration) section with options for bandwidth and QoS. Below that is the 'Interfaces de red' (Network interfaces) section, which lists 'hospital-vpc main IPv4 (10.0.0.0/24)'.

On the right side of the screen, there is a sidebar titled 'Código equivalente' (Equivalent code) which displays the estimated monthly cost for the selected configuration.

Ilustración 37 Configuración de vpc interna en MV

f. Observabilidad.

Para ahorrar costos en la práctica se deshabilita la opción 1 (Agente de operaciones) esto para que evite consumir muchos recursos que de momento no hacen falta, en un entorno profesional todas esas opciones desactivadas pueden ser útiles de acuerdo a las necesidades requeridas

The screenshot shows the Google Cloud Platform interface for creating a new VM instance. The configuration page is titled 'Crear una instancia' (Create instance) and includes the following sections:

- Configuración de la máquina:** e2-micro, us-east1-b
- SO y almacenamiento:** Ubuntu 24.04 LTS Minimal
- Protección de datos:** Sin copias de seguridad
- Redes:** 2 reglas de firewall, 1 interfaz de red, main (10.0.0.0/24)
- Observabilidad:** (highlighted in blue)
- Seguridad:**
- Avanzado:**

Under the 'Observabilidad' section, there is a 'Agente de operaciones (recomendado)' (Operations agent (recommended)) section with a note: 'Observa tu instancia y tu aplicación mediante la recopilación de registros y métricas.' and a checkbox for 'Instalar el Agente de operaciones para supervisión y registros'. There is also a 'Dispositivo de visualización' (Display device) section with a checkbox for 'Habilitar el dispositivo de visualización'.

On the right side of the screen, there is a sidebar titled 'Código equivalente' (Equivalent code) which displays the estimated monthly cost for the selected configuration.

Ilustración 38 Desactivación de observabilidad

g. Seguridad (Sin cambios)

The screenshot shows the Google Cloud Platform interface for creating a new VM instance. The configuration page is titled 'Crear una instancia' (Create instance) and includes the following sections:

- Configuración de la máquina:** e2-micro, us-east1-b
- SO y almacenamiento:** Ubuntu 24.04 LTS Minimal
- Protección de datos:** Sin copias de seguridad
- Redes:** 2 reglas de firewall, 1 interfaz de red, main (10.0.0.0/24)
- Observabilidad:**
- Seguridad:** (highlighted in blue)
- Avanzado:**

Under the 'Seguridad' section, there is a 'Habilitar' (Enable) button. Below it, there is a 'VM protegida' (Protected VM) section with a note: 'Activa todos los ajustes para lograr la configuración más segura.' and three checkboxes:

- Activa el arranque seguro (Enable secure boot)
- Activa VTPM (Enable VTPM)
- Activar la supervisión de integridad (Enable integrity monitoring)

Below these, there is an 'Acceso a la VM' (Access to VM) section with a note: 'De forma predeterminada, cuando te conectas a una VM con esta consola o gcloud, tus claves SSH se generan automáticamente. Más información' (By default, when you connect to a VM with this console or gcloud, your SSH keys are generated automatically. More information).

On the right side of the screen, there is a sidebar titled 'Código equivalente' (Equivalent code) which displays the estimated monthly cost for the selected configuration.

Ilustración 39 Interfaz de seguridad de MV



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL
CARRERA DE SOFTWARE
CICLO ACADÉMICO: MARZO – JULIO 2025



SSH keys:

- Haz clic en Add Item.
 - Genera una clave SSH en la máquina local si no existe una:
 - ssh-keygen -t rsa -b 4096 -C "usuario" -f ~/.ssh/hospital-key
 - cat C:\Users\usuario\.ssh\id_rsa.pub

```
 0.023s 18:02:27 | Friday
| Ismael@Ismael ~
> cat C:\Users\User.ssh\id_rsa.pub
ssh-rsa AAAAB3NzaC1yEAAAQABAAgBgcJ+7LjQfQzA21zgVLDyOwlwrFU5W85fNgabLjXpN/yJbtRhceRnOtfoQ43cg+cmIhhSwai2QmC3F5uHaRgNNW
BLSLSDh6302MWWQUzeX/bBTEx8+Y+r0Be80UITNSTIfc/35CMzbYjCnPkmDkFPmaa2bWgtt/rxKmrz2TFPYuwid8VGxBC2dZ8pgtDpP47lspIk4eCL3nE
cNHZGf9+jRkaEahthMCVNyOGNB0wUqF9628x0TQmiG7UeDn2G2c+OzYskLjQhzKrcEIJTCXJ5AHVKkoN7AMEA/teHK2Tnjea0hkUBofxLzdhegykBl9SpC/
mD0gDf8hySaYuzgZq3v8/2dtx7l5TtCkw7Ier6uA9m7+cNtBd8Me51ciZPob2oAgEU6Mcid0lm7WPmOnxDrd+Umw3/tHzyzfeytQk0pB/2A0C3cTh4H0
6ynkg10vTVod7Wc1Sp5/7Gd73wsiiF+5aV/HcoR6EE3YglgTDWxsTu/0kJ89hT/QVcz2Sc= ismael@Ismael
 0.004s 18:02:29 | Friday
| Ismael@Ismael ~
>
```

Ilustración 40 Generación de ssh key para conexión de MV

Estado de cuenta gratuita: crédito por \$224.79 y 53 días restantes. Activa tu cuenta completa para obtener acceso ilimitado a todas las funciones de Google Cloud. Usa los créditos restantes y paga solo por lo que uses.

Google Cloud HospitalmaelSalmea Compute engine Buscar Código equivalente

Crear una instancia

Crear VM a partir de...

- Configuración de la máquina
- e2-micro, us-east1-b
- SD y almacenamiento**
- Ubuntu 24.04 LTS Minimal
- Protección de datos
- Sin copias de seguridad
- Rules
- 2 reglas de firewall, 1 interfaz de red, main (10.0.0.0/24)
- Observabilidad
- Seguridad
- Avanzado

De forma predeterminada, cuando te conectas a una VM con esta consola o gcloud, tus claves SSH se generan automáticamente. Más información

Controlar el acceso a la VM mediante permisos de IAM

Versión se accede a la VM con el rol de IAM del usuario. Habilita el Acceso al SO. Más información

Solicitar la verificación en 2 pasos

Solicitar una segunda forma de autenticación del usuario. Más información

Bloquear claves SSH del proyecto

Si seleccionas esta opción, las claves SSH de todo el proyecto no podrán acceder a esta instancia. Más información

Agrega claves SSH generadas de forma manual

Agrega tus propias claves para el acceso a VM a través de una herramienta de terceros. No puedes usar estas claves cuando el acceso basado en IAM (permiso el Acceso al SO) está habilitado. Más información

Clave SSH 1*

ssh-rsa AAAAB3NzaC1yc2EAAAQABAAA8gBgC+7jlQfAQz12zgVldYowlwrFUSW85NgabJx

Ingresar la clave pública SSH

+ Agregar elemento

Administrar acceso

Estimación mensual

USD7.11

Equívale a alrededor de USD 0.01 por hora

Paga por lo que uses, con facturación por segundo y sin pagos por adelantado

Elemento	Estimación mensual
2 vCPU + 1 GB memory	USD6.11
Disco persistente balanceado de 10 GB	USD1.00
Total	USD7.11

Precios de Compute Engine

Menos

Ilustración 41 Ingreso de clave SSH en seguridad de MySQL

h. Visualización de Máquina Virtual Creada:

The screenshot shows the Google Cloud Compute Engine Instances page. On the left sidebar, there are sections for Compute Engine, Descripción general, Descripción general de..., Máquinas virtuales (with options to Migrar to Virtual Machine, Instancias de VM, Plantillas de instancia, Nodos de usuario único, and Imágenes de máquina), TPU, Descuentos por compr..., Reservas, Almacenamiento (with Discos, Grupos de almacenamiento, and Marketplace), and Notas de versión.

The main content area displays the 'Instancias de VM' section. It includes tabs for 'Instancias' (selected), Observabilidad, and Programas de las instancias. Below is a table titled 'Instancias de VM' with columns: Estado, Nombre ↑, Zona, Recomendaciones, En uso por, IP interna, Conectar, and a more options menu. One row is shown for 'vm-central' in the us-east1-b zone, using port 10.0.0.2 (http). There are SSH and Conectar buttons.

Below the table is a section titled 'Acciones relacionadas' with cards:

- Explore protection summary (Nuevo)
- Consulta el informe de facturación
- Supervisa VMs
- Explora los registros de VM
- Configura reglas de firewall
- Administración de parches
- Balanceo de cargas entre

On the right side, there are several 'Comienza a usar Compute Engine' cards with titles like 'Crear un sitio web o una aplicación', 'Crear un sitio web de "Hello World" en IIS', 'Crear una VM de servidor web IIS con Compute Engine', 'Crear un sitio web de "Hello World" en Apache', 'Crear un servidor web Apache en una VM de Linux', 'Transferir archivos a una VM de Windows', 'Transferir archivos a una VM de Linux', and 'Transferir archivos a una VM de Mac OS X'.

Ilustración 42 Interfaz de gestión de MV

- i. Crear 2 máquinas virtuales nuevas basadas en **vm-central**:



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL
CARRERA DE SOFTWARE
CICLO ACADÉMICO: MARZO – JULIO 2025



En cada una de los clones únicamente se cambia la dirección ip estática

The screenshot shows the Google Cloud Compute Engine interface. On the left sidebar, under 'Instancias de VM', there is a list of existing instances: 'Plantillas de instancia', 'Nodos de usuario único', 'Imágenes de máquina', 'TPU', 'Descuentos por compra...', 'Reservas', 'Almacenamiento' (with 'Discos' and 'Ganancias de almacenamiento'), 'Marketplace', and 'Notas de versión'. The main panel displays the details for the 'vm-central' instance, including its name, ID, description, type (Instancia), state (Activa), creation date (May 16, 2025, 6:20:18 p.m. UTC-05:00), location (us-east1-b), and instance template (Ninguna). On the right side, there are several quick actions: 'Crear imagen de máquina', 'Crear una similar', 'Iniciar/Reanudar', 'Detener', 'Suspender', 'Ejecutar mantenimiento', 'Borrar', and 'Crear un grupo basado en esta VM'. Below these actions, there are links for 'Código equivalente' and a URL: <https://console.cloud.google.com/compute/instances/AddInstanceName?instance=vm-central&instanceZone=us-east1-b&name=1&invit=Abxlew&project=hospitalmaelsailema>. A sidebar on the right titled 'Instancias de VM' lists various documentation links such as 'Conéctate a instancias', 'Transferir archivos a VMs de Linux', 'Administra llaves SSH en los metadatos', and 'Asigna una dirección IP externa a una instancia existente'.

Ilustración 43 Creación de MV1 copiando MV central

The screenshot shows the 'Create a new instance' wizard. In the left sidebar, there is a list of configuration options: 'Configuración de la máquina' (selected), 'SO y almacenamiento' (Ubuntu 24.04 LTS Minimal), 'Protección de datos' (Programaciones de instantáneas), 'Redes' (2 reglas de firewall, 1 interfaz de red, main (10.0.0.0/24)), 'Observabilidad' (Instalar el Agente de operaciones), 'Seguridad' (Avanzado), and 'Avanzado'. The main panel shows the 'Machine Configuration' section where the instance name is set to 'vm-centro1', the region to 'us-east1 (Carolina del Sur)', and the zone to 'us-east1-b'. It also displays a 'NEW: General-purpose C4D machine series Generally Available' message. The 'Estimation monthly' table shows costs for different configurations. The right sidebar provides links for 'Precios de Compute Engine' and 'Precios de Cloud Operations'.

Ilustración 44 Configuración de MV1

The screenshot shows the 'Create a new instance' wizard. The left sidebar includes 'Configuración de la máquina' (selected), 'SO y almacenamiento' (Ubuntu 24.04 LTS Minimal), 'Protección de datos' (Sin copias de seguridad), 'Redes' (2 reglas de firewall, 1 interfaz de red, main (10.0.0.0/24)), 'Observabilidad', 'Seguridad', and 'Avanzado'. The main panel shows the 'Network configuration' section where the IP type is set to 'IPv4 (una sola pila)' and the primary interface is 'Efímera (automática)'. It also includes fields for 'Rangos de alias de IP' (with '+ Agregar rango de IP' button), 'Dirección IPv4 externa' (set to 'vm-centro1-ip (35.237.57.245)'), 'Nivel de servicio de red' (Premium), 'Registro PTR del DNS público' (unchecked), and 'Nombre de dominio PTR' (empty). The right sidebar provides links for 'Precios de Compute Engine' and 'Precios de Cloud Operations'.

Ilustración 45 Configuración de red de MV1



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL
CARRERA DE SOFTWARE
CICLO ACADÉMICO: MARZO – JULIO 2025



The screenshot shows the 'Create a new instance' wizard. In the 'Machine configuration' step, the name is set to 'vm-centro2'. The region is 'us-east1 (Carolina del Sur)' and the zone is 'us-east1-b'. A note says 'NEW: General-purpose C4D machine series Generally Available'. The 'De uso general' checkbox is selected. In the 'Machine types for common workloads' section, the 'C4D' series is chosen. On the right, there's an 'Estimation monthly' table and a 'Precios de Compute Engine' link.

Ilustración 46 Creación de MV2

The screenshot shows the 'Configure network' step. It sets the IP type to 'IPv4 (single IP)', internal IP to 'Transient (automatically)', and external IP to 'vm-centro2-ip (104.196.97.46)'. It also specifies 'Premium' network service level and勾选ed 'Enable IPv4'. On the right, there's an 'Estimation monthly' table and a 'Precios de Compute Engine' link.

Ilustración 47 Configuración de red de MV2

5. Conectar y configurar las Máquinas Virtuales:

a. Ver IPs:

- Ve a Compute Engine > VM Instances.
- Anota las IPs privadas y públicas de cada VM:
 - Ejemplo: vm-central podría tener IP privada 10.0.0.2 e IP pública 34.XX.XX.XX.
- Lo mismo para cada una de las creadas

Instancias de VM

Instancias de VM							
Filtro Ingresar el nombre o el valor de la propiedad							
Estado	Nombre ↑	Zona	Recomendaciones	En uso por	IP interna	IP externa	Conectar
<input type="checkbox"/>	vm-central	us-east1-b			10.0.0.2 (nic0)	34.73.38.34 (nic0)	SSH
<input type="checkbox"/>	vm-central-20250516-232718	us-east1-b			10.0.0.3 (nic0)	35.237.57.245 (nic0)	SSH
<input type="checkbox"/>	vm-centro2	us-east1-b			10.0.0.4 (nic0)	104.196.97.46 (nic0)	SSH

Acciones relacionadas

Ilustración 48 Visualización de máquinas virtuales



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL
CARRERA DE SOFTWARE
CICLO ACADÉMICO: MARZO – JULIO 2025



b. Conexión mediante SSH

`ssh -i ~/.ssh/id_rsa user@IP -> Para cada una de las máquinas virtuales`

The screenshot shows three terminal windows and a Google Cloud Compute Engine interface. The terminals are:

- `ismael@vm-central:~`: Shows a message about security updates.
- `ismael@vm-centro2:~`: Shows a similar message about security updates.
- `ismael@vm-central-20250516-232718:~$`: Shows a message about security updates.

The Google Cloud interface shows a list of instances:

Estado	Nombre	Zona
✓	vm-central	us-e
✓	vm-central-20250516-232718	us-e
✓	vm-centro2	us-e

Ilustración 49 Conexión a mv mediante ssh por powershell

c. Actualización mediante comandos

`sudo apt update && sudo apt upgrade -y --A (Actualiza utilidades de linux)`

The screenshot shows two terminal windows and a Google Cloud Compute Engine interface. The terminals are:

- `ismael@vm-central:~`: Shows the output of the `sudo apt update && sudo apt upgrade -y --A` command.
- `ismael@vm-centro2:~`: Shows the output of the `sudo apt update && sudo apt upgrade -y --A` command.

The Google Cloud interface shows a list of instances:

Estado	Nombre	Zona
✓	vm-central	us-e
✓	vm-central-20250516-232718	us-e
✓	vm-centro2	us-e

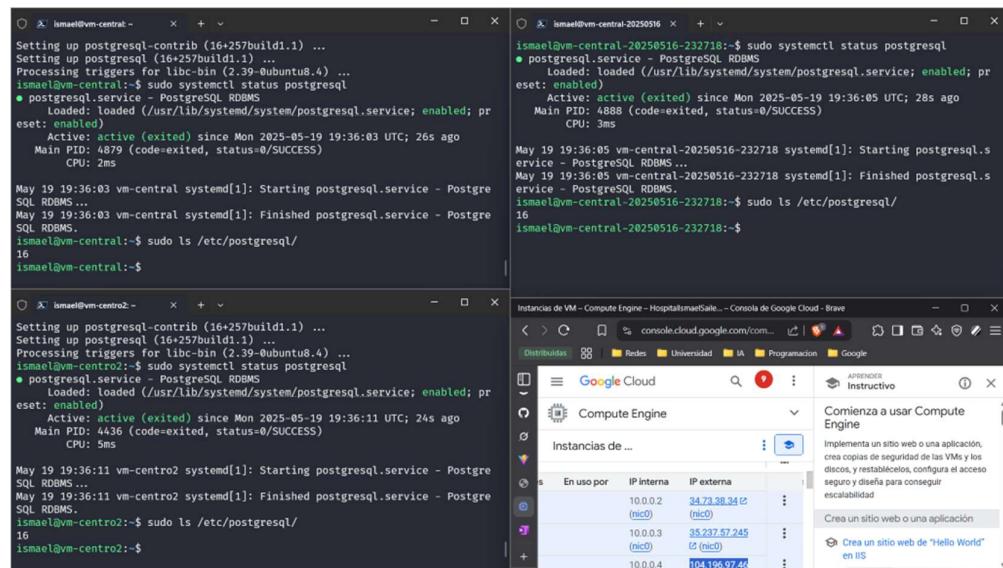
Ilustración 50 Actualización de mv

d. Instalación de Postgresql en todas las máquinas virtuales

- Para este paso se usa el comando:**
`sudo apt install postgresql postgresql-contrib -y`
- Verificar el estado:** `sudo systemctl status postgresql`
- Verificar la versión de postgres :** `sudo ls /etc/postgresql`



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL
CARRERA DE SOFTWARE
CICLO ACADÉMICO: MARZO – JULIO 2025



```
ismael@vm-central:~$ sudo systemctl status postgresql
● postgresql.service - PostgreSQL RDBMS
   Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/postgresql.service; enabled; pr
eset: enabled)
   Active: active (exited) since Mon 2025-05-19 19:36:03 UTC; 26s ago
     Main PID: 4879 (code=exited, status=0/SUCCESS)
       CPU: 2ms

May 19 19:36:03 vm-central systemd[1]: Starting postgresql.service - Postgre
SQL RDBMS...
May 19 19:36:03 vm-central systemd[1]: Finished postgresql.service - Postgre
SQL RDBMS.
ismael@vm-central:~$ sudo ls /etc/postgresql/
16
ismael@vm-central:~$
```



```
ismael@vm-centro2:~$ sudo systemctl status postgresql
● postgresql.service - PostgreSQL RDBMS
   Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/postgresql.service; enabled; pr
eset: enabled)
   Active: active (exited) since Mon 2025-05-19 19:36:11 UTC; 24s ago
     Main PID: 4436 (code=exited, status=0/SUCCESS)
       CPU: 5ms

May 19 19:36:11 vm-centro2 systemd[1]: Starting postgresql.service - Postgre
SQL RDBMS...
May 19 19:36:11 vm-centro2 systemd[1]: Finished postgresql.service - Postgre
SQL RDBMS.
ismael@vm-centro2:~$ sudo ls /etc/postgresql/
16
ismael@vm-centro2:~$
```

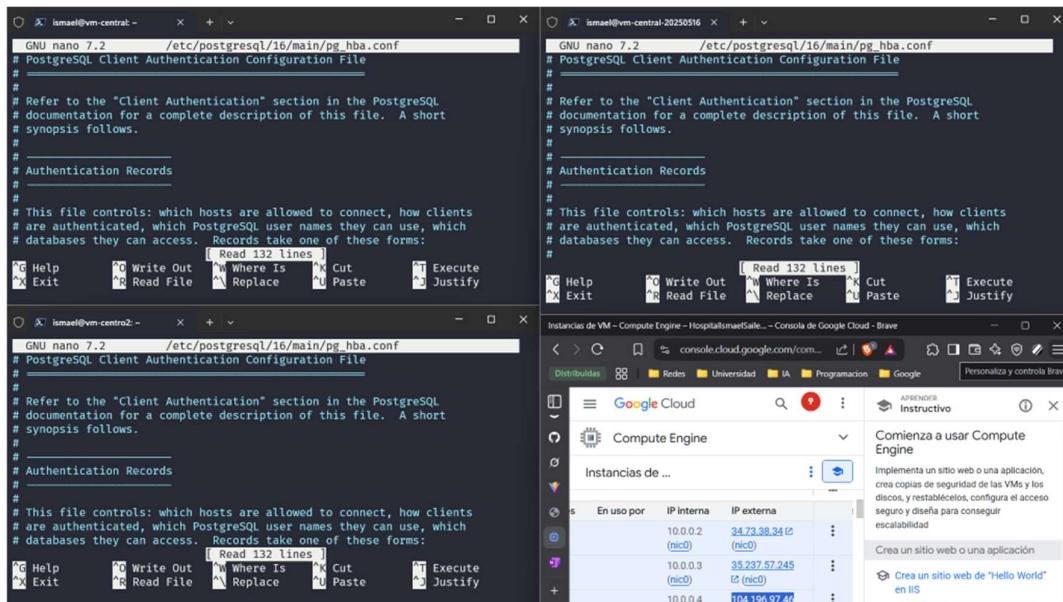
Ilustración 51 verificación de estado de PostgreSQL y su versión

**e. Control de permisos para el acceso en el archivo de configuración
(Configuración del archivo pg_hba.conf)**

Este archivo controla quién puede conectarse al servidor de PostgreSQL y desde qué direcciones IP.

Para acceder se usa el comando:

`sudo nano/etc/postgresql/16/main/pg_hba.conf`



```
ismael@vm-central:~$ sudo nano /etc/postgresql/16/main/pg_hba.conf
# PostgreSQL Client Authentication Configuration File
#
# Refer to the "Client Authentication" section in the PostgreSQL
# documentation for a complete description of this file. A short
# synopsis follows.
#
# Authentication Records
#
# This file controls: which hosts are allowed to connect, how clients
# are authenticated, which PostgreSQL user names they can use, which
# databases they can access. Records take one of these forms:
# [ Read 132 lines ]
ismael@vm-centro2:~$ sudo nano /etc/postgresql/16/main/pg_hba.conf
# PostgreSQL Client Authentication Configuration File
#
# Refer to the "Client Authentication" section in the PostgreSQL
# documentation for a complete description of this file. A short
# synopsis follows.
#
# Authentication Records
#
# This file controls: which hosts are allowed to connect, how clients
# are authenticated, which PostgreSQL user names they can use, which
# databases they can access. Records take one of these forms:
# [ Read 132 lines ]
```

Ilustración 52 Configuración del archivo pg_hba.conf

En cada uno de los archivos se coloca:

Permitir acceso a cualquier base de datos desde cualquier usuario en la red i
nterna

host all all 10.0.0.0/24 md5

Permitir acceso al usuario de replicación desde la red interna



host replication fram 10.0.0.0/24 md5

Permitir acceso al usuario 'fram' desde cualquier IP (para fines de pruebas y replicación externa)

host hospital_central fram 0.0.0.0/0 md5

```
ismael@vm-central: ~      ismael@vm-central-20250516: ~      ismael@vm-centro2: ~
GNU nano 7.2      /etc/postgresql/16/main/pg_hba.conf      GNU nano 7.2      /etc/postgresql/16/main/pg_hba.conf *
# IPv6 local connections:
host    all        all            ::1/128          scram-sha-256
# Allow replication connections from localhost, by a user with the
# replication privilege.
local   replication all            peer
host    replication all            127.0.0.1/32    scram-sha-256
host    replication all            ::1/128          scram-sha-256
host    all        all            10.0.0.0/24     md5
host    replication fram          10.0.0.0/24     md5
host    hospital_central fram    0.0.0.0/0       md5

^G Help           ^O Write Out  ^W Where Is   ^K Cut        ^T Execute
^X Exit           ^R Read File  ^Y Replace    ^U Paste      ^J Justify

Instancias de ... - Instances of ... - Consola de Google Cloud - Brave
File Name to Write: /etc/postgresql/16/main/pg_hba.conf
^G Help           M-D DOS Format M-A Append  M-B Backup File
^C Cancel         M-M Mac Format  M-P Prepend M-T Browse
^W Where Is       ^R Read File  ^Y Replace    ^U Paste      ^J Justify

Distribuidas  Redes Universidad IA Programación Google
Google Cloud
Compute Engine
Instancias de ...
En uso por IP interna IP externa
10.0.0.2 34.73.38.34 (nic0)
10.0.0.3 35.237.57.245 (nic0)
10.0.0.4 104.196.97.46 (nic0)
```

Ilustración 53 configuración de conexión y replicación mediante la red vpc

f. Configuración del archivo postgresql.conf

Este archivo controla los parámetros internos del servidor. Aquí se configuran la escucha de conexiones y los ajustes para replicación lógica.

Para acceder a este archivo se hace mediante el comando:

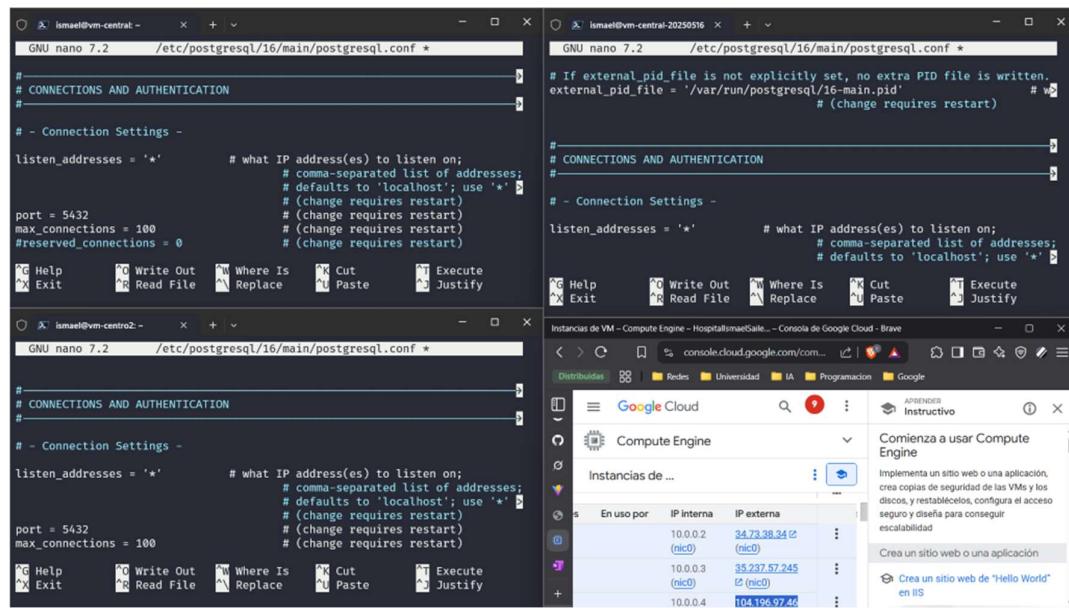
sudo nano /etc/postgresql/16/main/postgresql.conf

Verificar las siguientes configuraciones:

- **listen_addresses = '*' # Aceptar conexiones desde cualquier IP**
 - Permite que PostgreSQL escuche conexiones desde cualquier dirección IP.
 - Por defecto solo escucha en localhost, así que esto es necesario para conexiones remotas.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL
CARRERA DE SOFTWARE
CICLO ACADÉMICO: MARZO – JULIO 2025



```
GNU nano 7.2 /etc/postgresql/16/main/postgresql.conf *
#
# CONNECTIONS AND AUTHENTICATION
#
# - Connection Settings -
listen_addresses = '*'      # what IP address(es) to listen on;
                             # comma-separated list of addresses;
                             # defaults to 'localhost'; use '*' #
port = 5432                  # (change requires restart)
max_connections = 100        # (change requires restart)
#reserved_connections = 0    # (change requires restart)

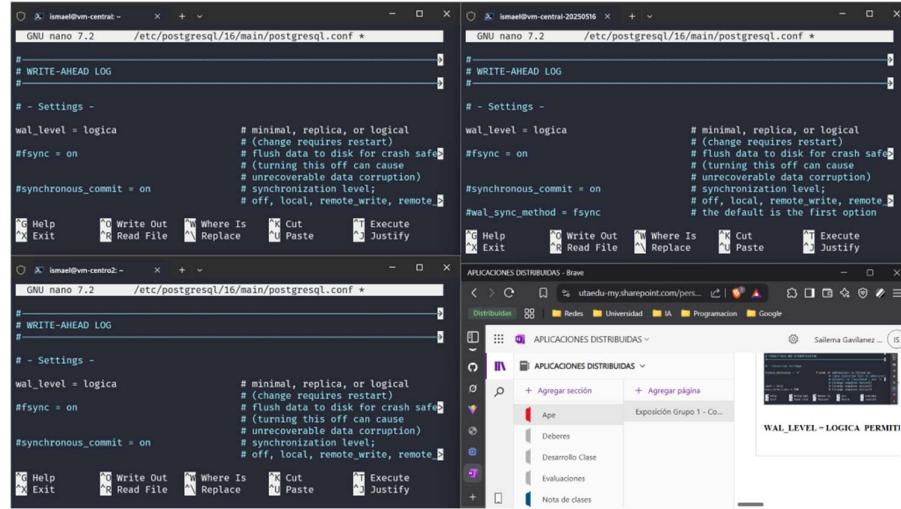
GNU nano 7.2 /etc/postgresql/16/main/postgresql.conf *
#
# CONNECTIONS AND AUTHENTICATION
#
# - Connection Settings -
listen_addresses = '*'      # what IP address(es) to listen on;
                             # comma-separated list of addresses;
                             # defaults to 'localhost'; use '*' #
port = 5432                  # (change requires restart)
max_connections = 100        # (change requires restart)

GNU nano 7.2 /etc/postgresql/16/main/postgresql.conf *
#
# CONNECTIONS AND AUTHENTICATION
#
# - Connection Settings -
listen_addresses = '*'      # what IP address(es) to listen on;
                             # comma-separated list of addresses;
                             # defaults to 'localhost'; use '*' #
port = 5432                  # (change requires restart)
max_connections = 100        # (change requires restart)
```

Ilustración 54 configuración de acceso para cualquier ip

■ **wal_level = logical** # Habilitar replicación lógica

- Habilita la replicación lógica, que permite replicar tablas individuales y no solo todo el servidor.
- Requerido si se va a usar herramientas de replicación lógica o suscripciones/publicaciones.



```
GNU nano 7.2 /etc/postgresql/16/main/postgresql.conf *
#
# WRITE-AHEAD LOG
#
# - Settings -
wal_level = logica          # minimal, replica, or logical
#fsync = on                  # flush data to disk for crash safety
# (turning this off can cause
# unrecoverable data corruption)
#synchronous_commit = on     # synchronization level;
                            # off, local, remote_write, remote
                            # the default is the first option

GNU nano 7.2 /etc/postgresql/16/main/postgresql.conf *
#
# WRITE-AHEAD LOG
#
# - Settings -
wal_level = logica          # minimal, replica, or logical
#fsync = on                  # flush data to disk for crash safety
# (turning this off can cause
# unrecoverable data corruption)
#synchronous_commit = on     # synchronization level;
                            # off, local, remote_write, remote
                            # the default is the first option

GNU nano 7.2 /etc/postgresql/16/main/postgresql.conf *
#
# WRITE-AHEAD LOG
#
# - Settings -
wal_level = logica          # minimal, replica, or logical
#fsync = on                  # flush data to disk for crash safety
# (turning this off can cause
# unrecoverable data corruption)
#synchronous_commit = on     # synchronization level;
                            # off, local, remote_write, remote
```

Ilustración 55 replicación lógica

■ **max_wal_senders = 10** # Máximo número de procesos que pueden enviar datos de WAL

- Define el número máximo de procesos que pueden enviar información de WAL (Write-Ahead Log) a otros servidores para replicación.
- 10 es suficiente para la mayoría de configuraciones

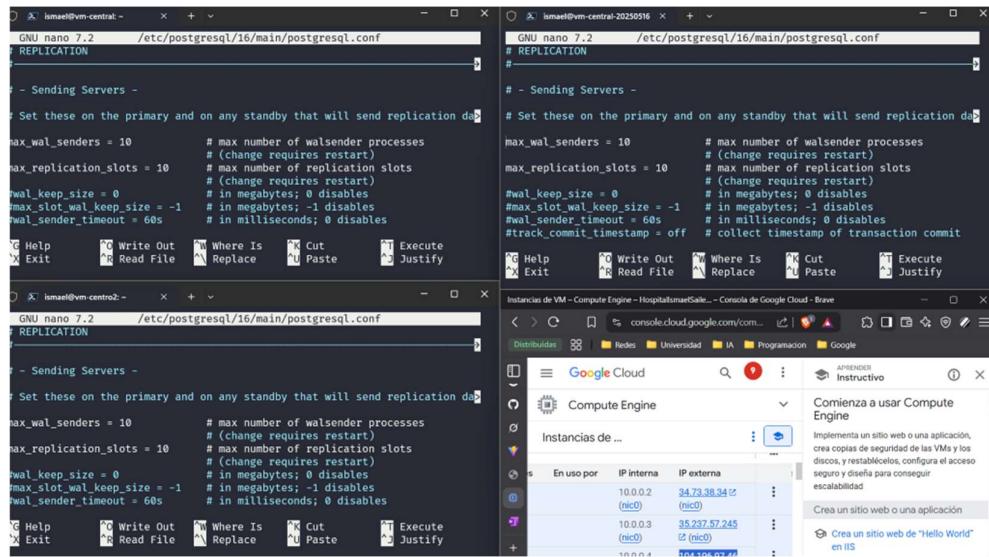
■ **max_replication_slots = 10** # Máximo número de slots de replicación disponibles



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL
CARRERA DE SOFTWARE
CICLO ACADÉMICO: MARZO – JULIO 2025



- Define el número máximo de slots de replicación lógica que pueden crearse.
- Necesarios para mantener el estado de replicación con cada suscriptor.



```
GNU nano 7.2 /etc/postgresql/16/main/postgresql.conf
# REPLICATION
#
# - Sending Servers -
#
# Set these on the primary and on any standby that will send replication data
max_wal_senders = 10          # max number of walsender processes
                               # (change requires restart)
max_replication_slots = 10    # max number of replication slots
                               # (change requires restart)
wal_keep_size = 0             # in megabytes; 0 disables
max_slot_wal_keep_size = -1   # in megabytes; -1 disables
wal_sender_timeout = 60s      # in milliseconds; 0 disables

GNU nano 7.2 /etc/postgresql/16/main/postgresql.conf
# REPLICATION
#
# - Sending Servers -
#
# Set these on the primary and on any standby that will send replication data
max_wal_senders = 10          # max number of walsender processes
                               # (change requires restart)
max_replication_slots = 10    # max number of replication slots
                               # (change requires restart)
wal_keep_size = 0             # in megabytes; 0 disables
max_slot_wal_keep_size = -1   # in megabytes; -1 disables
wal_sender_timeout = 60s      # in milliseconds; 0 disables
track_commit_timestamp = off  # collect timestamp of transaction commit

GNU nano 7.2 /etc/postgresql/16/main/postgresql.conf
# REPLICATION
#
# - Sending Servers -
#
# Set these on the primary and on any standby that will send replication data
max_wal_senders = 10          # max number of walsender processes
                               # (change requires restart)
max_replication_slots = 10    # max number of replication slots
                               # (change requires restart)
wal_keep_size = 0             # in megabytes; 0 disables
max_slot_wal_keep_size = -1   # in megabytes; -1 disables
wal_sender_timeout = 60s      # in milliseconds; 0 disables
```

Ilustración 56 configuración de replicación dentro de PostgreSQL

Estas configuraciones permiten que la base de datos pueda enviar datos de replicación a otras VMs y recibir conexiones remotas.

NOTA: DESPUES DE REALIZAR CAMBIOS ES NECESARIO REINICIAR EL SERVICIO DE POSTGRES CON EL COMANDO:

- sudo systemctl restart postgresql

6. Creación de la base de datos, usuarios y privilegios en la vm-central

Sudo –u postgresql psql -> ingresar al psotgresql

En la máquina virtual central:

- CREATE DATABASE hospital_central;
- CREATE USER fram WITH PASSWORD 'fram1234';
- ALTER ROLE fram WITH REPLICATION;
- GRANT ALL PRIVILEGES ON DATABASE hospital_central TO fram;
- GRANT SELECT ON ALL TABLES IN SCHEMA public TO fram;
- ALTER DEFAULT PRIVILEGES IN SCHEMA public GRANT SELECT ON TABLES TO fram;



```
ismael@vm-central:~$ sudo -u postgres psql
psql (16.8 (Ubuntu 16.8-0ubuntu0.24.04.1))
Type "help" for help.

postgres=# CREATE DATABASE hospital_central;
CREATE DATABASE
postgres=# CREATE USER fram WITH PASSWORD 'fram1234';
CREATE ROLE
postgres=# ALTER ROLE FRAM WITH REPLICATION;
ALTER ROLE
postgres=# GRANT ALL PRIVILEGES ON DATABASE hospital_central TO fram;
GRANT
postgres=# GRANT SELECT ON ALL TABLES IN SCHEMA public TO fram;
GRANT
postgres=# ALTER DEFAULT PRIVILEGES IN SCHEMA public GRANT SELECT ON TABLES
TO fram;
ALTER DEFAULT PRIVILEGES
postgres=#

```

Ilustración 57 Creación de la base de datos, usuarios y privilegios en la vm-central

Reiniciar postgres con: **sudo systemctl restart postgresql**

7. Creación de la base de datos, usuarios y privilegios en las máquinas virtuales del centro 1 y 2

En ambas máquinas virtuales se colocan las siguientes instrucciones sql:

- CREATE DATABASE hospital_local;
- CREATE USER fram WITH PASSWORD 'fram1234';
- GRANT ALL PRIVILEGES ON DATABASE hospital_local TO fram

El usuario y la contraseña pueden cambiar

a. Centro 1

```
ismael@vm-central-20250516-232718:~$ sudo nano /etc/postgresql/16/main/pg_hba.conf
because associated file /usr/share/man/man1/nano.1.gz (of link group pico)
doesn't exist
ismael@vm-central-20250516-232718:~$ sudo nano /etc/postgresql/16/main/postgresql.conf

ismael@vm-central-20250516-232718:~$ sudo -u postgres psql
psql (16.8 (Ubuntu 16.8-0ubuntu0.24.04.1))
Type "help" for help.

postgres=# CREATE DATABASE hospital_local;
CREATE DATABASE
postgres=# CREATE USER fram WITH PASSWORD 'fram1234';
CREATE ROLE
postgres=# GRANT ALL PRIVILEGES ON DATABASE hospital_local TO fram;
GRANT
postgres=#

```

Ilustración 58 Creación de la base de datos, usuarios y privilegios mv-centro1

b. Centro 2

```
ismael@vm-centro2:~$ sudo nano /etc/postgresql/16/main/pg_hba.conf
ismael@vm-centro2:~$ sudo nano /etc/postgresql/16/main/postgresql.conf
ismael@vm-centro2:~$ sudo nano /etc/postgresql/16/main/postgresql.conf
ismael@vm-centro2:~$ sudo -u postgres psql
-bash: sudo: command not found
ismael@vm-centro2:~$ sudo -u postgres psql
psql (16.8 (Ubuntu 16.8-0ubuntu0.24.04.1))
Type "help" for help.

postgres=# CREATE DATABASE hospital_local;
CREATE DATABASE
postgres=# CREATE USER fram WITH PASSWORD 'fram1234';
CREATE ROLE
postgres=# GRANT ALL PRIVILEGES ON DATABASE hospital_local TO fram;
GRANT
postgres=#

```

Ilustración 59 Creación de la base de datos, usuarios y privilegios mv-centro2



8. Creación de las tablas en cada base de datos.

a. Central

```
CREATE TABLE centro_medico (
    id SERIAL PRIMARY KEY,
    nombre VARCHAR(100) NOT NULL,
    direccion VARCHAR(200)
);
```

```
CREATE TABLE especialidades (
    id SERIAL PRIMARY KEY,
    nombre VARCHAR(100) NOT NULL
);
```

```
CREATE TABLE empleado (
    id SERIAL PRIMARY KEY,
    nombre VARCHAR(100) NOT NULL,
    cargo VARCHAR(50),
    centro_medico_id INT NOT NULL
);
```

```
CREATE TABLE medico (
    id SERIAL PRIMARY KEY,
    nombre VARCHAR(100) NOT NULL,
    especialidad_id INT NOT NULL,
    centro_medico_id INT NOT NULL
);
```

```
ismael@vm-central:~$ sudo nano /etc/postgresql/16/main/postgresql.conf
ismael@vm-central:~$ sudo systemctl restart postgresql
ismael@vm-central:~$ sudo -u postgres psql -d hospital_central
psql (16.8 (Ubuntu 16.8-0ubuntu0.24.04.1))
Type "help" for help.

hospital_central=# CREATE TABLE centro_medico ( id SERIAL PRIMARY KEY, nombre VARCHAR(100) NOT NULL, direccion VARCHAR(200) );
CREATE TABLE especialidades ( id SERIAL PRIMARY KEY, nombre VARCHAR(100) NOT NULL );
CREATE TABLE empleado ( id SERIAL PRIMARY KEY, nombre VARCHAR(100) NOT NULL, cargo VARCHAR(50), centro_medico_id INT NOT NULL );
CREATE TABLE medico ( id SERIAL PRIMARY KEY, nombre VARCHAR(100) NOT NULL, especialidad_id INT NOT NULL, centro_medico_id INT NOT NULL );
CREATE TABLE
CREATE TABLE
CREATE TABLE
CREATE TABLE
hospital_central=#
```

Ilustración 60 Creación de las tablas en mv-central

```
ismael@vm-central:~$ \d
      List of relations
 Schema |        Name         |   Type   | Owner
-----+---------------------+-----+-----+
 public | centro_medico    | table  | postgres
 public | centro_medico_id_seq | sequence | postgres
 public | empleado          | table  | postgres
 public | empleado_id_seq   | sequence | postgres
 public | especialidades    | table  | postgres
 public | especialidades_id_seq | sequence | postgres
 public | medico             | table  | postgres
 public | medico_id_seq     | sequence | postgres
(8 rows)

hospital_central=#

```

Ilustración 61 verificación de las tablas creadas



b. Bases de datos locales

```
CREATE TABLE paciente (
    id SERIAL PRIMARY KEY,
    cedula VARCHAR(20) UNIQUE NOT NULL,
    nombre VARCHAR(100) NOT NULL,
    fecha_nacimiento DATE,
    centro_medico_id INT
);

CREATE TABLE consulta_medica (
    id SERIAL PRIMARY KEY,
    medico_id INT NOT NULL,
    replicado paciente_id INT NOT NULL REFERENCES paciente(id)
        ON DELETE CASCADE,
    fecha TIMESTAMP DEFAULT CURRENT_TIMESTAMP,
    diagnostico TEXT
);

CREATE TABLE centro_medico (
    id SERIAL PRIMARY KEY,
    nombre VARCHAR(100) NOT NULL,
    direccion VARCHAR(200)
);

CREATE TABLE especialidades (
    id SERIAL PRIMARY KEY,
    nombre VARCHAR(100) NOT NULL
);

CREATE TABLE empleado (
    id SERIAL PRIMARY KEY,
    nombre VARCHAR(100) NOT NULL,
    cargo VARCHAR(50),
    centro_medico_id INT NOT NULL
);

CREATE TABLE medico (
    id SERIAL PRIMARY KEY,
    nombre VARCHAR(100) NOT NULL,
    especialidad_id INT NOT NULL,
    centro_medico_id INT NOT NULL
);
```

Centro 1:



```
hospital_local=# \d
      List of relations
 Schema |        Name         |   Type   | Owner
-----+---------------------+-----+-----+
 public | centro_medico    | table  | postgres
 public | centro_medico_id_seq | sequence | postgres
 public | consulta_medica  | table  | postgres
 public | consulta_medica_id_seq | sequence | postgres
 public | empleado          | table  | postgres
 public | empleado_id_seq   | sequence | postgres
 public | especialidades   | table  | postgres
 public | especialidades_id_seq | sequence | postgres
 public | medico            | table  | postgres
 public | medico_id_seq     | sequence | postgres
 public | paciente          | table  | postgres
 public | paciente_id_seq   | sequence | postgres
(12 rows)

hospital_local=# |
```

Ilustración 62 tablas creadas mv-centro1

Centro 2

```
Centro 2
hospital_local=# \d
      List of relations
 Schema |        Name         |   Type   | Owner
-----+-----+-----+-----+
 public | centro_medico    | table  | postgres
 public | centro_medico_id_seq | sequence | postgres
 public | consulta_medica  | table  | postgres
 public | consulta_medica_id_seq | sequence | postgres
 public | empleado          | table  | postgres
 public | empleado_id_seq   | sequence | postgres
 public | especialidades   | table  | postgres
 public | especialidades_id_seq | sequence | postgres
 public | medico            | table  | postgres
 public | medico_id_seq     | sequence | postgres
 public | paciente          | table  | postgres
 public | paciente_id_seq   | sequence | postgres
(12 rows)

hospital_local=# |
```

Ilustración 63 tablas creadas mv-centro2

9. Configurar la replicación lógica en PostgreSQL

La **replicación lógica** permite sincronizar datos de forma selectiva y estructurada entre bases de datos PostgreSQL, replicando **solo tablas específicas** (no todo el archivo WAL) mediante **publicaciones** y **suscripciones**. Es ideal para sistemas distribuidos como el de hospitales, donde una base central envía información a centros regionales. Una **publicación** es un objeto en PostgreSQL que define **qué tablas** estarán disponibles para ser replicadas. En vm-central, la publicación expone las tablas del hospital central para que las instancias regionales (vm-centro1, vm-centro2) puedan sincronizarse con ella.

Una **suscripción** es un objeto que se crea en la base de datos destino (receptora) y define desde dónde obtener los datos y qué publicación seguir.

En vm-centro1 y vm-centro2, la suscripción se conecta al vm-central y sincroniza automáticamente las tablas necesarias.

a. Creación de publicación en central:

```
CREATE PUBLICATION hospital_pub FOR ALL TABLES;
```



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL
CARRERA DE SOFTWARE
CICLO ACADÉMICO: MARZO – JULIO 2025



```
hospital_central=# \d
      List of relations
 Schema |        Name         |   Type   | Owner
-----+---------------------+-----+-----+
 public | centro_medico    | table  | postgres
 public | centro_medico_id_seq | sequence | postgres
 public | empleado          | table  | postgres
 public | empleado_id_seq   | sequence | postgres
 public | especialidades    | table  | postgres
 public | especialidades_id_seq | sequence | postgres
 public | medico             | table  | postgres
 public | medico_id_seq     | sequence | postgres
(8 rows)

hospital_central=# CREATE PUBLICATION hospital_pub FOR ALL TABLES;
CREATE_PUBLICATION
```

Ilustración 64 publicación de tablas desde mv-central

b. Creación de suscripción en locales:

```
CREATE SUBSCRIPTION hospital_sub_centro1
CONNECTION 'host=10.0.0.2 port=5432 user=fram password=fram1234
dbname=hospital_central'
PUBLICATION hospital_pub WITH (copy_data = true)
```

```
public | centro_medico_id_seq | sequence | postgres
public | consulta_medica    | table    | postgres
public | consulta_medica_id_seq | sequence | postgres
public | empleado           | table    | postgres
public | empleado_id_seq    | sequence | postgres
public | especialidades     | table    | postgres
public | especialidades_id_seq | sequence | postgres
public | medico              | table    | postgres
public | medico_id_seq       | sequence | postgres
public | paciente            | table    | postgres
public | paciente_id_seq     | sequence | postgres
(12 rows)

hospital_local=# CREATE SUBSCRIPTION hospital_sub_centro1 CONNECTION 'host=1
0.0.0.2 port=5432 user=fram password=fram1234 dbname=hospital_central' PUBLI
CATION hospital_pub WITH (copy_data = true);
NOTICE: created replication slot "hospital_sub_centro1" on publisher
CREATE SUBSCRIPTION
hospital_local=# |
```

Ilustración 65 suscripción de la mv-centro1 a la base publicada de mv-central

```
public | consulta_medica    | table    | postgres
public | consulta_medica_id_seq | sequence | postgres
public | empleado           | table    | postgres
public | empleado_id_seq    | sequence | postgres
public | especialidades     | table    | postgres
public | especialidades_id_seq | sequence | postgres
public | medico              | table    | postgres
public | medico_id_seq       | sequence | postgres
public | paciente            | table    | postgres
public | paciente_id_seq     | sequence | postgres
(12 rows)

hospital_local=# CREATE SUBSCRIPTION hospital_sub_centro2 CONNECTION 'host=1
0.0.0.2 port=5432 user=fram password=fram1234 dbname=hospital_central' PUBLI
CATION hospital_pub WITH (copy_data = true);
NOTICE: created replication slot "hospital_sub_centro2" on publisher
CREATE SUBSCRIPTION
hospital_local=# |
```

Ilustración 66 suscripción de la mv-centro2 a la base publicada de mv-central

c. Inserción de datos:



```
CREATE PUBLICATION
hospital_central=# ;
hospital_central=# INSERT INTO centro_medico (nombre, direccion) VALUES ('Centro Médico Quito', 'Av. Amazonas y Colón'), ('Centro Médico Guayaquil', 'Av. 9 de Octubre y Boyacá'), ('Centro Médico Cuenca', 'Av. Solano y Remigio Crespo');

INSERT INTO especialidades (nombre) VALUES
('Cardiología'),
('Pediatría'),
('Neurología'),
('Medicina General'),
('Dermatología');
INSERT 0 3
INSERT 0 5
hospital_central=# |
```

Ilustración 67 inserción de datos a tabla central

d. Comprobar Replicación

Para esto es necesario volver a dar privilegios en la base de datos central:

- GRANT ALL PRIVILEGES ON DATABASE hospital_central TO fram;
- GRANT SELECT ON ALL TABLES IN SCHEMA public TO fram;
- ALTER DEFAULT PRIVILEGES IN SCHEMA public GRANT SELECT ON TABLES TO fram;

```
('Medicina General'),
('Dermatología');
INSERT 0 3
INSERT 0 5
hospital_central=# select * from centro_medico;
+-----+-----+
| id | nombre | dirección |
+-----+-----+
| 1 | Centro Médico Quito | Av. Amazonas y Colón |
| 2 | Centro Médico Guayaquil | Av. 9 de Octubre y Boyacá |
| 3 | Centro Médico Cuenca | Av. Solano y Remigio Crespo |
(3 rows)

hospital_central=# GRANT ALL PRIVILEGES ON DATABASE hospital_central TO fram;
;

GRANT SELECT ON ALL TABLES IN SCHEMA public TO fram;

ALTER DEFAULT PRIVILEGES IN SCHEMA public GRANT SELECT ON TABLES TO fram;
GRANT
GRANT
ALTER DEFAULT PRIVILEGES
hospital_central=#
```

Ilustración 68 comprobación de datos insertados



Visualización de datos al hacer un select desde las máquinas locales:

Centro 1:

```
ismael@vm-central-20250516 ~ + - 
hospital_local=# SELECT * from centro_medico;
+-----+
| id | nombre | direccion |
+-----+
(0 rows)

hospital_local=# SELECT * from centro_medico;
+-----+
| id | nombre | direccion |
+-----+
(0 rows)

hospital_local=# SELECT * from centro_medico;
+-----+-----+
| id | nombre | direccion |
+-----+-----+
| 1 | Centro Médico Quito | Av. Amazonas y Colón
| 2 | Centro Médico Guayaquil | Av. 9 de Octubre y Boyacá
| 3 | Centro Médico Cuenca | Av. Solano y Remigio Crespo
+-----+-----+
(3 rows)

hospital_local=|
```

Ilustración 69 comprobación de datos replicados de mv-central a mv-centro1

Centro 2:

```
ismael@vm-centro2: ~ + - 
+-----+
(0 rows)

hospital_local=# SELECT * FROM centro_medico
;
+-----+-----+
| id | nombre | direccion |
+-----+-----+
| 1 | Centro Médico Quito | Av. Amazonas y Colón
| 2 | Centro Médico Guayaquil | Av. 9 de Octubre y Boyacá
| 3 | Centro Médico Cuenca | Av. Solano y Remigio Crespo
+-----+-----+
(3 rows)

hospital_local=|
```

Ilustración 70 comprobación de datos replicados de mv-central a mv-centro2

10. Despliegue de una API en Google cloud run utilizando Google Cloud CLI

El proceso de despliegue de una API en Google Cloud Run utilizando la interfaz de línea de comandos (CLI) de Google Cloud implica una serie de pasos para configurar, autenticar y lanzar la aplicación en la nube. A continuación, se detallan los pasos de manera clara y ordenada:

- Clonar el proyecto de GitHub y configuración de credenciales de bases de datos
<https://github.com/rafaelsoriano04/api-administracion-hospital>

```
> git clone https://github.com/rafaelsoriano04/api-administracion-hospital.git
Cloning into 'api-administracion-hospital' ...
remote: Enumerating objects: 5592, done.
remote: Counting objects: 100% (5592/5592), done.
remote: Compressing objects: 100% (3554/3554), done.
remote: Total 5592 (delta 1960), reused 5558 (delta 1928), pack-reused 0 (from 0)
Receiving objects: 100% (5592/5592), 9.27 MiB | 3.11 MiB/s, done.
Resolving deltas: 100% (1960/1960), done.
```

Ilustración 71 repositorio clonado del backend

- En los archivos datasource, reemplazar los datos dependiendo de las ips generadas en las máquinas virtuales, en centralDataSource la db es hospital_central y en los centrosDataSource la db es hospital_local:
host:
 - Debe ser la IP pública de la instancia vm-central.



- Se puede encontrar desde Google Cloud Console > Compute Engine > Instancias.

database:

- Para centralDataSource, el nombre debe ser hospital_centeral.
- Para los archivos de los centros (centrosDataSource.ts), debe ser hospital_local.

Detalle de las máquinas virtuales

Instancias de VM							
<input type="button" value="Filtro"/> Ingresar el nombre o el valor de la propiedad							
Estado	Nombre ↑	Zona	Recomendaciones	En uso por	IP interna	IP externa	Conectar
<input type="checkbox"/>	vm-central	us-east1-b			10.0.0.2 (nic0)	34.73.38.34 (nic0)	SSH
<input type="checkbox"/>	vm-central-20250516-232718	us-east1-b			10.0.0.3 (nic0)	35.237.57.245 (nic0)	SSH
<input type="checkbox"/>	vm-centro2	us-east1-b			10.0.0.4 (nic0)	104.196.97.46 (nic0)	SSH

Ilustración 72 máquinas virtuales ejecutándose en google cloud

Modificación para el hospital_centeral:

```
1 // src/data-source/centralDataSource.ts
2 import 'reflect-metadata';
3 import { DataSource } from 'typeorm';
4 import dotenv from 'dotenv';
5 import { CentroMedico } from '../entities/CentroMedico';
6 import { Medico } from '../entities/Medico';
7 import { Especialidad } from '../entities/Especialidad';
8 import { Empleado } from '../entities/Empleado';
9
10 // Carga variables de entorno
11 dotenv.config();
12
13 export const centralDataSource = new DataSource({
14   type: 'postgres',
15   host: '34.73.38.34',
16   port: Number(process.env.DB_PORT) || 5432,
17   username: 'fram',
18   password: 'fram1234',
19   database: 'hospital_centeral',
20   entities: [CentroMedico, Especialidad, Medico, Empleado],
21   synchronize: false,
22 });
23
```

Ilustración 73 configuración de variables de entorno hospital central

Modificación para hospital_local1



```
// src/data-source/centro1DataSource.ts
import 'reflect-metadata';
import { DataSource } from 'typeorm';
import dotenv from 'dotenv';
import { CentroMedico } from '../entities/CentroMedico';
import { ConsultaMedica } from '../entities/ConsultaMedica';
import { Paciente } from '../entities/Paciente';
import { Medico } from '../entities/Medico';
import { Especialidad } from '../entities/Especialidad';

dotenv.config();

export const centro1DataSource = new DataSource({
  type: 'postgres',
  host: '35.237.57.245',
  port: Number(process.env.DB_PORT) || 5432,
  username: 'fram',
  password: 'fram1234',
  database: 'hospital_local',
  entities: [ConsultaMedica, Paciente, CentroMedico, Medico, Especialidad],
  synchronize: false,
});
```

Ilustración 74 configuración de variables de entorno hospital local 1

Modificación para hospital_local2

```
// src/data-source/centro2DataSource.ts
import 'reflect-metadata';
import { DataSource } from 'typeorm';
import dotenv from 'dotenv';
import { CentroMedico } from '../entities/CentroMedico';
import { Medico } from '../entities/Medico';
import { Especialidad } from '../entities/Especialidad';
import { Empleado } from '../entities/Empleado';
import { ConsultaMedica } from '../entities/ConsultaMedica';
import { Paciente } from '../entities/Paciente';

dotenv.config();

export const centro2DataSource = new DataSource({
  type: 'postgres',
  host: '104.196.97.46',
  port: Number(process.env.DB_PORT) || 5432,
  username: 'fram',
  password: 'fram1234',
  database: 'hospital_local',
  entities: [ConsultaMedica, Paciente, CentroMedico, Medico, Especialidad],
  synchronize: false,
});
```

Ilustración 75 configuración de variables de entorno hospital local 2

c. Configuración de docker file y .gcloudignore

Aunque el repositorio ya incluye archivos de configuración clave como el Dockerfile y .gcloudignore, es fundamental **revisarlos cuidadosamente antes del despliegue**. Una configuración incorrecta, como rutas mal definidas o exclusiones inadecuadas, puede provocar **fallos en la construcción del contenedor, retrasos en el despliegue** e incluso la **exposición de archivos sensibles o innecesarios** durante el proceso de subida a Google Cloud.

• .gcloudignore

Este archivo indica a **Google Cloud CLI** qué archivos o carpetas deben **excluirse del contexto de despliegue** cuando se sube el proyecto a Cloud Run, App Engine u otros servicios. Funciona similar a .gitignore, pero aplicado al entorno de Google Cloud.



```
node_modules
.git
.gitignore
test
*.log
.env
```

Ilustración 76 modificación de .gcloudignore

Línea	Propósito/Explicación
node_modules	Evita subir dependencias locales (se reinstalan en el contenedor).
.git, .gitignore	Omite archivos de control de versiones. No son necesarios en producción.
test	Omite archivos de prueba que no deben estar en producción.
*.log	Evita enviar archivos de log generados localmente.
.env	Protege credenciales y configuraciones sensibles que nunca deben ser públicos.

- **DockerFile**

El Dockerfile define cómo se construye la **imagen del contenedor** que se desplegará en Cloud Run. Es una receta paso a paso para que el contenedor tenga todo lo necesario para ejecutar la API.

```
FROM node:18-slim
WORKDIR /app
COPY package*.json .
RUN npm install
COPY . .
RUN npm run build
EXPOSE 3000
CMD [ "node", "dist/index.js" ]
```

Ilustración 77 dockerfile para despliegue

Línea del Dockerfile	Propósito / Explicación
FROM node:18-slim	Usa como base una imagen ligera de Node.js versión 18. Esto reduce el tamaño del contenedor.
WORKDIR /app	Define el directorio de trabajo dentro del contenedor. Todo lo siguiente se ejecuta allí.



COPY package*.json ./	Copia los archivos de dependencias (package.json y package-lock.json) al contenedor.
RUN npm install	Instala las dependencias del proyecto desde los archivos copiados.
COPY ..	Copia todo el código del proyecto al contenedor (excepto lo ignorado con .dockerignore).
RUN npm run build	Ejecuta el script de construcción. En TypeScript, usualmente compila a /dist.
EXPOSE 3000	Declara el puerto 3000 como el puerto en el que la app escuchará (no es obligatorio en Cloud Run, pero útil).
CMD ["node", "dist/index.js"]	Define el comando principal del contenedor: arranca la app ejecutando el archivo compilado.

d. Instalación de Google Cloud CLI:

El proceso inicia con la instalación del Google Cloud CLI, herramienta oficial de línea de comandos de Google Cloud. Durante la instalación, se descargan los componentes esenciales necesarios para el uso de gcloud.

Desde: <https://cloud.google.com/sdk/docs/install?hl=es-419> se descarga el instalador:

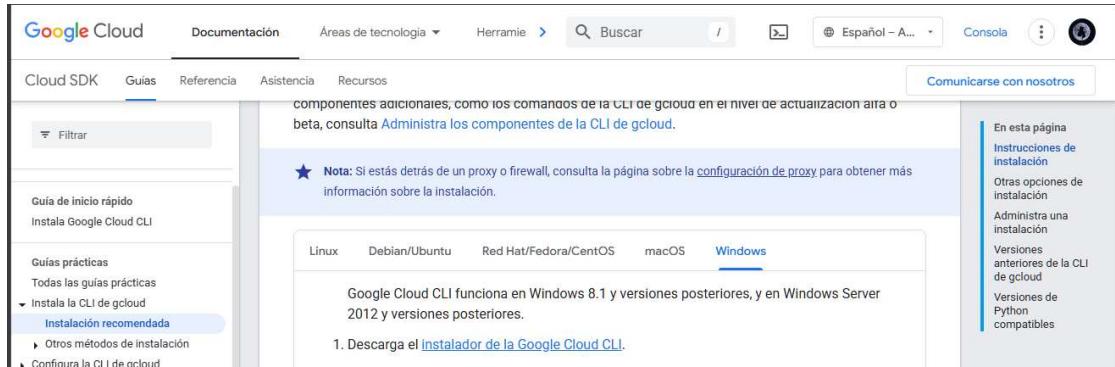


Ilustración 78 descarga de Google cloud CLI

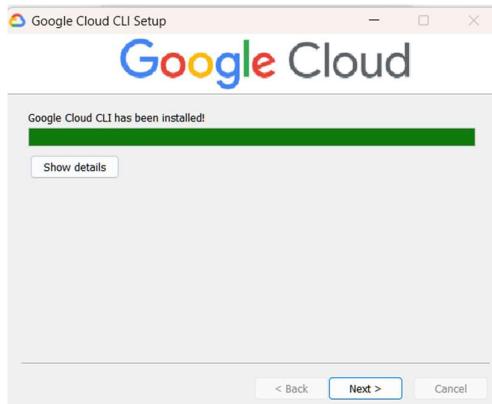


Ilustración 79 Instalación de Google Cloud CLI

e. Configuración Inicial

Después de la instalación se inicia con la configuración usando el comando: **gcloud init**



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL
CARRERA DE SOFTWARE
CICLO ACADÉMICO: MARZO – JULIO 2025



Después de la instalación se mostrará una ventana de la consola en la cual se deberá:

- Autenticar con la cuenta de Google
- Escoger el proyecto en el que se trabajará
- Y colocar la zona por defecto para recursos de compute engine.

```
C:\WINDOWS\system32\cmd.exe + - Welcome to the Google Cloud CLI! Run "gcloud -h" to get the list of available commands. — Welcome! This command will take you through the configuration of gcloud. Your current configuration has been set to: [default] You can skip diagnostics next time by using the following flag: gcloud init --skip-diagnostics Network diagnostic detects and fixes local network connection issues. Checking network connection ... done. Reachability Check passed. Network diagnostic passed (1/1 checks passed). You must sign in to continue. Would you like to sign in (Y/n)? y Your browser has been opened to visit: https://accounts.google.com/o/oauth2/auth?response_type=code&client_id=32555940559.apps.googleusercontent.com&redirect_uri=http%3A%2F%2Flocalhost%3A8085%2F&scope=openid&https%3A%2Fwww.googleapis.com%2Fauth%2Fuserinfo.email+https%3A%2F%2Fwww.googleapis.com%2Fauth%2Fcloud-platform&https%3A%2F%2Fwww.googleapis.com%2Fauth%2Fappengine.admin+https%3A%2F%2Fwww.googleapis.com%2Fauth%2Faccounts.reauth&state=laarc0sbzNylghK8luqf9AKY6LnI6access_type=offline&code_challenge_method=S256 You are signed in as: [ismaelsailema10@gmail.com]. Pick cloud project to use: [1] graphic-matrix-456300-b6 [2] hospitalismaelsailema [3] instant-tape-456300-u2 [4] possible-tape-456300-p8 [5] Enter a project ID [6] Create a new project
```

Ilustración 80 autenticación Google Cloud CLI

```
Pick cloud project to use: [1] graphic-matrix-456300-b6 [2] hospitalismaelsailema [3] instant-tape-456300-u2 [4] possible-tape-456300-p8 [5] Enter a project ID [6] Create a new project Please enter numeric choice or text value (must exactly match list item): 2
```

Ilustración 81 selección del proyecto

```
Please enter numeric choice or text value (must exactly match list item): 1 Created a default .boto configuration file at [C:\Users\User\.boto]. See this file and [https://cloud.google.com/storage/docs/gsutil/configure] for more information about configuring Google Cloud Storage. The Google Cloud CLI is configured and ready to use! * Commands that require authentication will use ismaelsailema10@gmail.com by default * Commands will reference project 'hospitalismaelsailema' by default Run 'gcloud help config' to learn how to change individual settings This gcloud configuration is called [default]. You can create additional configurations if you work with multiple accounts and/or projects. Run 'gcloud topic configurations' to learn more. Some things to try next: * Run 'gcloud --help' to see the Cloud Platform services you can interact with. And run 'gcloud help COMMAND' to get help on any gcloud command. * Run 'gcloud topic --help' to learn about advanced features of the CLI like arg files and output formatting * Run 'gcloud cheat-sheet' to see a roster of go-to 'gcloud' commands.
```

Ilustración 82 consola de Google Cloud CLI

f. Verificación de SDK:

Comando: gcloud --version

```
C:\Users\User\AppData\Local\Google\Cloud SDK>gcloud --version
Google Cloud SDK 523.0.1
bq 2.1.17
core 2025.05.22
gcloud-crc32c 1.0.0
gsutil 5.34
```

Ilustración 83 Version de SDK

g. Verificación del proyecto:



Comando: gcloud projects describe <nombre del proyecto>

```
C:\Users\User\AppData\Local\Google\Cloud SDK>gcloud projects describe hospitalismaelsailema
createTime: '2025-05-16T22:16:25.718984Z'
lifecycleState: ACTIVE
name: HospitalIsmaelSailema
projectId: hospitalismaelsailema
projectNumber: '403623391560'
```

Ilustración 84 verificación del Proyecto

h. Asignación de roles IAM para Cloud Build en Google Cloud

Para que **Cloud Build** tenga los permisos necesarios para **desplegar una aplicación en Cloud Run, almacenar artefactos, y usar cuentas de servicio**, se deben asignar varios roles a su cuenta de servicio predeterminada.

Rol	Descripción
roles/run.admin	Permite desplegar y gestionar servicios en Cloud Run .
roles/iam.serviceAccountUser	Permite a Cloud Build usar cuentas de servicio para desplegar aplicaciones.
roles/artifactregistry.writer	Permite subir imágenes de contenedor al Artifact Registry .
roles/storage.admin	Da acceso total a los buckets de Cloud Storage (si se usan como fuente o destino).

Permitir a Cloud Build desplegar en Cloud Run

```
gcloud projects add-iam-policy-binding hospitalismaelsailema \
--member=serviceAccount:403623391560@cloudbuild.gserviceaccount.com \
--role=roles/run.admin
```

```
C:\Users\User\AppData\Local\Google\Cloud SDK>gcloud projects add-iam-policy-binding hospitalismaelsailema --member=serviceAccount:403623391560@cloudbuild.gserviceaccount.com --role=roles/run.admin
Updated IAM policy for project [hospitalismaelsailema].
bindings:
- members:
  - serviceAccount:403623391560@cloudbuild.gserviceaccount.com
    role: roles/cloudbuild.builds.builder
- members:
  - serviceAccount:service-403623391560@gcp-sa-cloudbuild.iam.gserviceaccount.com
    role: roles/cloudbuild.serviceAgent
- members:
  - serviceAccount:service-403623391560@compute-system.iam.gserviceaccount.com
    role: roles/compute.serviceAgent
- members:
  - serviceAccount:service-403623391560@containerregistry.iam.gserviceaccount.com
    role: roles/containerregistry.ServiceAgent
- members:
  - serviceAccount:403623391560-compute@developer.gserviceaccount.com
  - serviceAccount:403623391560@clouddatastore.gserviceaccount.com
    role: roles/editor
- members:
  - user:ismaelsailema11@gmail.com
    role: roles/owner
- members:
  - serviceAccount:service-403623391560@gcp-sa-pubsub.iam.gserviceaccount.com
    role: roles/pubsub.serviceAgent
- members:
  - serviceAccount:403623391560@cloudbuild.gserviceaccount.com
    role: roles/run.admin
etag: BwY2AI6x8qE=
version: 1
```

Ilustración 85 Asignación de roles

Permitir a Cloud Build usar cuentas de servicio

```
gcloud projects add-iam-policy-binding hospitalismaelsailema \
--member=serviceAccount:403623391560@cloudbuild.gserviceaccount.com \
--role=roles/iam.serviceAccountUser
```



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL
CARRERA DE SOFTWARE
CICLO ACADÉMICO: MARZO – JULIO 2025



```
C:\Users\User\AppData\Local\Google\Cloud SDK>gcloud projects add-iam-policy-binding hospitalismaelsailema --member=serviceAccount:403623391560@cloudbuild.gserviceaccount.com --role=roles/iam.serviceAccountUser
Updated IAM policy for project [hospitalismaelsailema].
bindings:
- members:
  - serviceAccount:403623391560@cloudbuild.gserviceaccount.com
    role: roles/cloudbuild.builds.builder
- members:
  - serviceAccount:service-403623391560@gcp-sa-cloudbuild.iam.gserviceaccount.com
    role: roles/cloudbuild.serviceAgent
- members:
  - serviceAccount:service-403623391560@compute-system.iam.gserviceaccount.com
    role: roles/compute.serviceAgent
- members:
  - serviceAccount:service-403623391560@containerregistry.iam.gserviceaccount.com
    role: roles/containerregistry.ServiceAgent
- members:
  - serviceAccount:403623391560@compute-developer.gserviceaccount.com
  - serviceAccount:403623391560@cloudservices.gserviceaccount.com
    role: roles/editor
- members:
  - serviceAccount:403623391560@cloudbuild.gserviceaccount.com
    role: roles/iam.serviceAccountUser
- members:
  - user:ismaelsailema110@gmail.com
    role: roles/owner
- members:
  - serviceAccount:service-403623391560@gcp-sa-pubsub.iam.gserviceaccount.com
    role: roles/pubsub.serviceAgent
- members:
  - serviceAccount:403623391560@cloudbuild.gserviceaccount.com
    role: roles/run.admin
etag: BwY2AJPJ4ms=
version: 1
```

Ilustración 86 cuentas de servicio

Permitir a Cloud Build subir imágenes al Artifact Registry

```
gcloud projects add-iam-policy-binding hospitalismaelsailema \
--member=serviceAccount:403623391560@cloudbuild.gserviceaccount.com \
--role=roles/artifactregistry.writer
```

```
C:\Users\User\AppData\Local\Google\Cloud SDK>gcloud projects add-iam-policy-binding hospitalismaelsailema --member=serviceAccount:403623391560@cloudbuild.gserviceaccount.com --role=roles/artifactregistry.writer
Updated IAM policy for project [hospitalismaelsailema].
bindings:
- members:
  - serviceAccount:403623391560@cloudbuild.gserviceaccount.com
    role: roles/artifactregistry.writer
- members:
  - serviceAccount:403623391560@cloudbuild.gserviceaccount.com
    role: roles/cloudbuild.builds.builder
- members:
  - serviceAccount:service-403623391560@gcp-sa-cloudbuild.iam.gserviceaccount.com
    role: roles/cloudbuild.serviceAgent
- members:
  - serviceAccount:service-403623391560@compute-system.iam.gserviceaccount.com
    role: roles/compute.serviceAgent
- members:
  - serviceAccount:service-403623391560@containerregistry.iam.gserviceaccount.com
    role: roles/containerregistry.ServiceAgent
- members:
  - serviceAccount:403623391560@compute-developer.gserviceaccount.com
  - serviceAccount:403623391560@cloudservices.gserviceaccount.com
    role: roles/editor
- members:
  - serviceAccount:403623391560@cloudbuild.gserviceaccount.com
    role: roles/iam.serviceAccountUser
- members:
  - user:ismaelsailema110@gmail.com
    role: roles/owner
- members:
  - serviceAccount:service-403623391560@gcp-sa-pubsub.iam.gserviceaccount.com
    role: roles/pubsub.serviceAgent
- members:
  - serviceAccount:403623391560@cloudbuild.gserviceaccount.com
    role: roles/run.admin
etag: BwY2AJJaNPIw=
version: 1
```

Ilustración 87 permitir subir imágenes

Permitir a Cloud Build administrar buckets de Cloud Storage

```
gcloud projects add-iam-policy-binding hospitalismaelsailema \
--member=serviceAccount:403623391560@cloudbuild.gserviceaccount.com \
--role=roles/storage.admin
```



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL
CARRERA DE SOFTWARE
CICLO ACADÉMICO: MARZO – JULIO 2025



```
ceAccount:403623391560@cloudbuild.gserviceaccount.com --role=roles/storage.admin
Updated IAM policy for project [hospitalismaelsailema].
bindings:
- members:
  - serviceAccount:403623391560@cloudbuild.gserviceaccount.com
    role: roles/artifactregistry.writer
- members:
  - serviceAccount:403623391560@cloudbuild.gserviceaccount.com
    role: roles/cloudbuild.builds.builder
- members:
  - serviceAccount:service-403623391560@gcp-sa-cloudbuild.iam.gserviceaccount.com
    role: roles/cloudbuild.serviceAgent
- members:
  - serviceAccount:service-403623391560@compute-system.iam.gserviceaccount.com
    role: roles/compute.serviceAgent
- members:
  - serviceAccount:service-403623391560@containerregistry.iam.gserviceaccount.com
    role: roles/containerregistry.ServiceAgent
- members:
  - serviceAccount:403623391560-compute@developer.gserviceaccount.com
  - serviceAccount:403623391560@cloudservices.gserviceaccount.com
    role: roles/editor
- members:
  - serviceAccount:403623391560@cloudbuild.gserviceaccount.com
    role: roles/iam.serviceAccountUser
- members:
  - user:ismaelsailema110@gmail.com
    role: roles/owner
- members:
  - serviceAccount:service-403623391560@gcp-sa-pubsub.iam.gserviceaccount.com
    role: roles/pubsub.serviceAgent
- members:
  - serviceAccount:403623391560@cloudbuild.gserviceaccount.com
    role: roles/run.admin
- members:
  - serviceAccount:403623391560@cloudbuild.gserviceaccount.com
    role: roles/storage.admin
etag: BwY2AJpHjtQ=
```

Ilustración 88 administrar buckets

i. Despliegue de la API a Cloud Run

Como paso final después de las configuraciones respectivas se despliega el proyecto con el comando:

gcloud run deploy hospital-api --source . --platform managed --region us-central1 --allow-unauthenticated

```
C:\Users\User\AppData\Local\Google\Cloud SDK>gcloud run deploy hospital-api --source . --platform managed --region us-central1 --allow-unauthenticated
The following APIs are not enabled on project [hospitalismaelsailema]:
  run.googleapis.com

Do you want enable these APIs to continue (this will take a few minutes)? (Y/n)? y

Enabling APIs on project [hospitalismaelsailema]...
Operation "operations/acf.p2-403623391560-3bef98b-19a6-44a3-9dc9-b19aebe2aa6" finished successfully.
Deploying from source requires an Artifact Registry Docker repository to store built containers. A repository named [cloud-run-source-deploy] in region [us-central1] will be created.

Do you want to continue (Y/n)? y

Building using Buildpacks and deploying container to Cloud Run service [hospital-api] in project [hospitalismaelsailema] region [us-central1]
| Building and deploying new service... Uploading sources.
| Building and deploying new service... Uploading sources.
OK Building and deploying new service... Done.
. Creating Revision...
OK Uploading sources...
OK Building Container... Logs are available at [https://console.cloud.google.com/cloud-build/builds;region=us-central1/50cb3577-da10-4ca3-bc93-3decea7e5273?project=403623391560].
OK Creating Revision...
OK Routing traffic...
OK Setting IAM Policy...
Done.
Service [hospital-api] revision [hospital-api-00001-p28] has been deployed and is serving 100 percent of traffic.
Service URL: https://hospital-api-403623391560.us-central1.run.app
```

Ilustración 89 despliegue de la api

j. Resultado Final:

En el paso anterior nos brinda un url público para poder acceder a nuestra aplicación y en el navegador se debería observar:



```
"id": 5,
"nombre": "Francisco Gonzalez",
"cargo": "enfermero",
"centro_medico_id": 2,
"centroMedico": {
    "id": 2,
    "nombre": "Centro Medico Gusyagull",
    "direccion": "Av. 9 de Octubre y Boyací"
}
```

Ilustración 90 comprobación de api desplegada

Habilidades blandas empleadas en la práctica

- Liderazgo
- Trabajo en equipo
- Comunicación asertiva
- La empatía
- Pensamiento crítico
- Flexibilidad
- La resolución de conflictos
- Adaptabilidad
- Responsabilidad

2.7 Conclusiones

El desarrollo de una infraestructura en la nube dentro de Google Cloud Platform facilitó la puesta en práctica de los principios esenciales de IaaS, PaaS y SaaS. Al diseñar una red VPC adaptada y vincular diversas máquinas virtuales, se estableció una arquitectura distribuida eficiente y segura. La configuración de PostgreSQL, junto con su replicación lógica en distintas instancias, evidencia cómo escalar servicios críticos de bases de datos en entornos cloud. Por otro lado, la aplicación de reglas de firewall personalizadas y el acceso controlado por SSH subrayan la relevancia de priorizar la seguridad en estas plataformas. En síntesis, este proyecto sirve como fundamento clave para entender la operatividad e integración de los modelos de servicios cloud en infraestructuras prácticas y funcionales.

2.8 Recomendaciones

El proyecto permitió a los estudiantes aplicar conocimientos teóricos sobre computación en la nube para diseñar e implementar una arquitectura escalable, confiable y segura en Google Cloud. La creación de un proyecto en la plataforma, la configuración de una red VPC personalizada, la definición de subredes y la implementación de reglas de firewall específicas (para protocolos como SSH, HTTP, PostgreSQL e ICMP) demostraron la importancia de una planificación adecuada en la gestión de recursos en la nube. La configuración de permisos para servicios como Cloud Build y la integración de herramientas como Moodle resaltaron la flexibilidad de Google Cloud para desarrollar aplicaciones distribuidas funcionales. Además, la priorización de la seguridad mediante reglas de firewall y el uso de rangos de IP internos aseguraron un entorno robusto y protegido.



2.9 Referencias bibliográficas

- [1] Google Cloud, "Google Cloud Platform Documentation: Compute Engine," Google, 2025. [Online]. Available: <https://cloud.google.com/compute/docs>. [Accessed: May 26, 2025].
- [2] M. Armbrust et al., "A view of cloud computing," *Commun. ACM*, vol. 53, no. 4, pp. 50–58, Apr. 2010, doi: 10.1145/1721654.1721672.
- [3] D. Petcu and C. Craciun, "Cloud Computing: Principles and Paradigms," in *Cloud Computing: Principles and Paradigms*, R. Buyya, J. Broberg, and A. Goscinski, Eds. Hoboken, NJ, USA: Wiley, 2011, pp. 3–22.

2.10 Anexos

The screenshot displays three terminal windows from a Linux environment, likely Ubuntu, showing the configuration and start of the PostgreSQL service across three virtual machines (VMs): vm-centro1, vm-centro2, and vm-central.

- Terminal 1 (vm-centro1):** Shows the configuration and start of the PostgreSQL service. It includes commands like `sudo systemctl status postgresql` and `sudo systemctl start postgresql`.
- Terminal 2 (vm-centro2):** Shows the configuration and start of the PostgreSQL service. It includes commands like `sudo systemctl status postgresql` and `sudo systemctl start postgresql`.
- Terminal 3 (vm-central):** Shows the configuration and start of the PostgreSQL service. It includes commands like `sudo systemctl status postgresql` and `sudo systemctl start postgresql`.

In addition to the terminals, there is a fourth window titled "tengo este customhook hookusec" which contains a file named "Archivo". The file lists network interfaces and their IP addresses:

```
Archivo
```

```
vm-central| 34.139.66.31 / 10.0.0.2
vm-centar1| 34.138.184.79 / 10.0.0.3
vm-centar2| 34.196.76.189 / 10.0.0.4
```

The bottom of the screen shows standard terminal navigation information: Ln 9, Col 41, 307 caracteres, 100%, Windows (CRLF), and UTF-8.