MINISTERIO DE ECONOMÍA Y FINANZAS PARAGUAY | PARAGUÁI TEMBIGUEREKOITA HA VIRUÑANGAREKO MOTENONDEHA

Usuario:
3505876

Fecha y Hora:
18/02/2026 18:00:13

ORDEN DE EJECUCIÓN

INSTITUCIÓN: UAF-MINISTERIO DE ECONOMÍA Y FINANZAS

Código de Contratación	Fecha Inicio Vigencia	Fecha Fin Vigencia	RUC del Proveedor
CO-12006-24-238691	07/04/2024	07/04/2027	80070851

Razón Social del Proveedor	Categoría de Contratación
SSD S.R.L.	N/A

Nro. de Orden	Fecha de Orden	Inicio de Ejecución	Fin de Ejecución
CO-12006-24-238691-M-3654	18/02/2026	19/02/2026	20/03/2026

Not. al Proveedor	Moneda	Monto Total
18/02/2026	Guaraní	158.693.583

Descripción

SIME Nº 85723/25 - CONTRATO Nº 4/24 - PPTO. Nº PC001077-2.-

La presente orden tiene por objeto la entrega de los bienes o servicios que se detallan a continuación, así como los precios unitarios y totales.

Lugar de Entrega de Bienes o Prestación del Servicio: MINISTERIO DE ECONOMIA Y FINANZAS

Dirección: CHILE e/ ESTRELLA y PALMA

Lugar a Entregar: DIRECCIÓN GENERAL DE ADMINISTRACIÓN Y FINANZAS - COORDINACIÓN DE RECURSOS ADMINISTRATIVOS - DPTO. DE INFORMÁTICA

Punto de Referencia: N/A

Observación: SIME Nº 85723/25 - CONTRATO Nº 4/24 - PPTO. Nº PC001077-2.-

Fecha Planificada de Entrega: 20/03/2026 **Plazo de Entrega:** 30 Días corridos

Cód. Producto	Descripción	Precio Unitario	Cantidad	Total
81111806-002	PRESENTAR DOCUMENTO DE LA NUEVA CONFIGURACIÓN DE LA BASE DE DATOS Y DEL SISTEMA OPERATIVO	7.244.646	1	7.244.646
81111806-002	CONFIGURACIÓN DE REPLICACIÓN EN SERVIDOR SECUNDARIO	19.514.097	1	19.514.097
81111806-002	CONFIGURACIÓN DE REPLICACIÓN EN SERVIDOR PRIMARIO	19.514.097	1	19.514.097
81111806-002	PRUEBAS DOCUMENTADAS DE INSERCIONES (INSERT), ACTUALIZACIONES (UPDATE) Y BORRADO (DELETE) CON SUS RESPECTIVAS AUDITORÍAS EN EL SERVIDOR PRINCIPAL.	6.080.750	1	6.080.750
81111806-002	PRUEBAS DOCUMENTADAS DE INSERCIONES (INSERT), ACTUALIZACIONES (UPDATE) Y BORRADO (DELETE) CON SUS RESPECTIVAS AUDITORÍAS Y SE DEBERÁ COMPROBAR EN EL SERVIDOR SECUNDARIO LAS ACTUALIZACIONES RESPECTIVAS.	6.080.750	1	6.080.750
81111806-002	PRESENTAR DOCUMENTO DE LA CONFIGURACIÓN DE REPLICACIÓN.	5.456.459	1	5.456.459
81111806-002	PRESENTAR DOCUMENTO DE PROCEDIMIENTO DE CONTINGENCIA PARA PASAR DEL SERVIDOR PRINCIPAL AL SECUNDARIO.	5.841.271	1	5.841.271
81111806-002	SCRIPT O PROGRAMA DE RESTAURACIÓN CON SUS RESPECTIVAS CONFIGURACIONES DE NOTIFICACIÓN VÍA CORREO ELECTRÓNICO.	7.963.084	1	7.963.084
81111806-002	SCRIPT O PROGRAMA DE COPIA DE SEGURIDAD CON SUS RESPECTIVAS CONFIGURACIONES DE NOTIFICACIÓN VÍA CORREO ELECTRÓNICO.	7.963.084	1	7.963.084
81111806-002	SCRIPT O PROGRAMA DE GESTIÓN DEL PERIODO DE RETENCIÓN DE RESPALDO CON SUS RESPECTIVAS	7.963.084	1	7.963.084

ORDEN DE EJECUCIÓN

Lugar de Entrega de Bienes o Prestación del Servicio: MINISTERIO DE ECONOMIA Y FINANZAS

Dirección: CHILE e/ ESTRELLA y PALMA

Lugar a Entregar: DIRECCIÓN GENERAL DE ADMINISTRACIÓN Y FINANZAS - COORDINACIÓN DE RECURSOS ADMINISTRATIVOS - DPTO. DE INFORMÁTICA

Punto de Referencia: N/A

Observación: SIME Nº 85723/25 - CONTRATO Nº 4/24 - PPTO. Nº PC001077-2.-

Fecha Planificada de Entrega: 20/03/2026 **Plazo de Entrega:** 30 Días corridos

Cód. Producto	Descripción	Precio Unitario	Cantidad	Total
	CONFIGURACIONES DE NOTIFICACIÓN VÍA CORREO ELECTRÓNICO.			
81111806-002	PRUEBA DOCUMENTADA DE RESTAURACIÓN	5.626.042	1	5.626.042
81111806-002	PRUEBA DOCUMENTADA DE BACKUP	5.626.042	1	5.626.042
81111806-002	PRUEBA DOCUMENTADA DEL SCRIPT DE GESTIÓN DE RETENCIÓN DE RESPALDOS	5.626.042	1	5.626.042
81111806-002	PRUEBA DOCUMENTADA DE ÉNVIO DE NOTIFICACIÓN	5.626.042	1	5.626.042
81111806-002	SCRIPT O PROGRAMA DE COPIA DE SEGURIDAD CON PITR CON SUS RESPECTIVAS CONFIGURACIONES DE NOTIFICACIÓN VÍA CORREO ELECTRÓNICO	7.496.959	1	7.496.959
81111806-002	SCRIPT O PROGRAMA DE COPIA DE RESTAURACIÓN CON PITR CON SUS RESPECTIVAS CONFIGURACIONES DE NOTIFICACIÓN VÍA CORREO ELECTRÓNICO	6.184.445	1	6.184.445
81111806-002	SCRIPT O PROGRAMA DE GESTIÓN DEL PERIODO DE RETENCIÓN DE RESPALDO PITR CON SUS RESPECTIVAS CONFIGURACIONES DE NOTIFICACIÓN VÍA CORREO ELECTRÓNICO	7.496.959	1	7.496.959
81111806-002	PRUEBA DOCUMENTADA DE REALIZACIÓN DE BACKUP A UN PUNTO EN EL TIEMPO	6.804.188	1	6.804.188
81111806-002	PRUEBA DOCUMENTADA DE REALIZACIÓN DE RESTAURACIÓN A UN PUNTO EN EL TIEMPO	6.804.188	1	6.804.188
81111806-002	SERVICIO ESPECIALIZADO DE CONFIGURACIÓN DE MONITOREO DE BASE DE DATOS POSTGRESQL CON HERRAMIENTA DE MONITOREO: PROMETHEUS	7.781.354	1	7.781.354

158.693.583

Firmado electrónicamente en el SIARE por: ROGER WALDEMAR CARDOZO BALBUENA, Cargo: TECNICO ANALISTA DE PROCESOS, Institución: UAF-MINISTERIO DE ECONOM¿A Y FINANZAS, Fecha: 18/02/2026 17:53:14, Cód. verificador: 623b9706ce268516dc2ffc8f092db9cc

Firmado electrónicamente en el SIARE por: LIZ ROMINA CABALLERO ORTIZ, Cargo: JEFE PROCESOS Y ENCARGADO/A DE DESPACHO COORDINACION UOC, Institución: UAF-MINISTERIO DE ECONOMA Y FINANZAS, Fecha: 18/02/2026 18:00:11, Cód. verificador: a30f222b94c737dc33971a1b8c79b459

Asunción, 12 de marzo de 2.026.

Señores:
MINISTERIO DE ECONOMÍA Y FINANZAS
Chile N°252 E/Palma y Pdte. Franco
Asunción – Paraguay.

Atención: Departamento de Informática de la Coordinación de Recursos Administrativos dependiente de la Dirección General de Administración y Finanzas.

Referencia: INFORME TECNICO – ORDEN DE SERVICIO N° CO-12006-24-238691-M-3654 – CONTRATO N°4/2024- LICITACION POR CONCURSO DE OFERTAS N° 05/23- "SERVICIOS DE MANTENIMIENTO Y ACTUALIZACION DE BASE DE DATOS DE LA DA" – PLURIANUAL – ID N° 426.742.

Presente

Nos dirigimos a ustedes en relación con la LICITACION POR CONCURSO DE OFERTAS N° 05/23- "SERVICIOS DE MANTENIMIENTO Y ACTUALIZACION DE BASE DE DATOS DE LA DA" – PLURIANUAL – ID N° 426.742. con el propósito de comunicar que se ha culminado los trabajos en tiempo y forma en la orden de servicio N° CO-12006-24-238691-M-3654.

- **Adjunta:** Informe Técnico con detalle de los trabajos realizados a lo solicitado en la orden de servicio N° CO-12006-24-238691-M-3654

En base a ello se solicita amablemente la emisión del acta de conformidad.

Atentamente,

HUGO DIAZ
SSD S.R.L

MINISTERIO DE ECONOMÍA Y FINANZAS PARAGUAY | PARAGUÁI TEMBIGUEREKOITA HA VIRUÑANGAREKO MOTENONDEHA

Versión 1.0

Proyecto: **Mantenimiento y Actualización de Base de Datos**

Cliente: **Ministerio de Economía y Finanzas**

Asunción, Paraguay

Tabla de contenido

1. INTRODUCCION 4

1.1 PROPÓSITO 4
1.2 AUDIENCIA 4

2. RESUMEN EJECUTIVO 4

3. ALCANCE 5

4. ITEM 1: DOCUMENTO DE LA NUEVA CONFIGURACION DE LA BASE DE DATOS Y DEL SISTEMA OPERATIVO. 6

4.1. RELEVAMIENTO DE BASE DE DATOS Y SISTEMAS 6
4.2 INSTALACIÓN DE SERVIDORES 7
4.3 INSTALACIÓN DE BASE DE DATOS POSTGRESQL EN SU ÚLTIMA VERSIÓN ESTABLE 12
4.4 CONFIGURACIÓN DE LA NUEVA BASE DE DATOS 13

5. ITEM 2 Y 3: CONFIGURACION DE REPLICACION EN SERVIDOR PRIMARIO & SECUNDARIO 13

5.1 TOPOLOGÍA 13
5.2 ETCD 14
5.3 PATRONI (CLUSTER POSTGRESQL) 14
5.4 HAPROXY (BALANCEO Y HEALTH-CHECK) 14
5.5 KEEPALIVED (VIP FLOTANTE) 15

6. SEGURIDAD Y TLS PARA BACKUPS 15

7. ITEM 4 Y 5: PRUEBAS DOCUMENTADA DE INSERCIONES, ACTUALIZACIONES Y BORRADO EN SERVIDOR PRIMARO & SECUNDARIO. 15

7.1 INSERCIÓN (INSERT) 15
Ejecución en el Servidor Principal: 15
Auditoría: 16
Verificación en el Servidor Secundario: 16
7.2 ACTUALIZACIÓN (UPDATE) 16
Ejecución en el Servidor Principal: 16
Auditoría: 17
Verificación en el Servidor Secundario: 17
7.3 BORRADO (DELETE) 17
Ejecución en el Servidor Principal: 18
Auditoría: 18
Verificación en el Servidor Secundario: 18

8. RESULTADOS Y CONCLUSIONES 19

8.1 RESULTADOS DE LAS PRUEBAS 19
8.2 CONCLUSIONES 19

9. ITEM 6: CONFIGURACION DE CONFIGURACIONES DE BACKUP & REPLICACION 20

9.1 PROPÓSITO 20
9.2 CONFIGURACIÓN DEL REPOSITORIO DE BACKUPS 20
9.3 ARCHIVO PGBACKREST.CONF 20
9.3.1 Sección Global 22
9.3.2 Opciones generales 22

***process-max=2**: Limita el número máximo de procesos que se ejecutan simultáneamente (para optimizar el uso de recursos).* *22*
9.3.3 Opciones del servidor TLS *22*
tls-server-address=: Indica que el servidor escuchará en todas las direcciones IP disponibles.* *22*
4.3.2 Opciones del servidor TLS *22*
9.3.3 Sección [postgres] *23*
9.3.4.1 Configuración para el servidor principal (pgsqlprd) 23
9.3.4.2 Configuración para el servidor réplica (pgdbrep) 23

10. ITEM 7: PROCEDIMIENTO DE CONTINGENCIA DE NODO PRINCIPAL A NODO SECUNDARIO 24

7.1 RESTAURACIÓN COMPLETA 24
7.2 PITR (POINT-IN-TIME RECOVERY) 24

11. ITEM 8, 9: CONFIGURACIONES Y PROGRAMAS DE COPIA & RESTAURACIÓN CON SUS RESPECTIVAS NOTIFICACIONES DE CORREO 24

11.1 DISEÑO 24
11.2 PARÁMETROS RELEVANTES (/ETC/PGBACKREST/PGBACKREST.CONF) 25
11.3 AUTOMATIZACIÓN (CRON) Y COMANDOS 25
11.4 NOTIFICACIONES POR CORREO 25

12. ITEM 10: PROGRAMA DE GESTIÓN DEL PERIODO DE RETENCIÓN DE RESPALDO 26

8.1 pgBadger *26*

13. PRUEBAS DE REPLICACIÓN DOCUMENTADAS 27

14. CAMBIOS REALIZADOS (SUMARIO) 27

15. RECOMENDACIONES 27

16. ANEXOS 28

12.1 CRON DE PGBADGER (DIARIO) 28
12.2 COMANDOS ÚTILES 28
12.3 RUTAS Y PUERTOS 28

17. CONTROL DE WHITELISTS (HAPROXY) 28

13.1 OBJETIVO 28
13.2 ARCHIVOS 28
13.3 PROCEDIMIENTO SEGURO (ROLLING, SIN CORTE) 29
13.4 ROLLBACK 29

18. CONCLUSIÓN 30

1. INTRODUCCION

1.1 Propósito

Establecer un **registro técnico unificado** de la plataforma de base de datos **PostgreSQL HA** del MEF —incluyendo arquitectura, configuraciones, políticas de seguridad (TLS, whitelists), **respaldos con pgBackRest**, **recuperación ante desastres (DR/PITR)**, **balanceo HAProxy/Keepalived**, **gobierno de cambios** y **pruebas de replicación**— para:

- Facilitar la **operación diaria** y la **resolución de incidentes**.
- Asegurar **continuidad del servicio** y **recuperabilidad** ante fallas.
- Servir como **fuente de verdad** para auditorías internas/externas y transferencia de conocimiento.
- Documentar criterios de aceptación, procedimientos y evidencias que reduzcan **riesgo operativo**.

Alcance temporal: esta versión refleja el estado a **octubre de 2025**.

1.2 Audiencia

- DBA / Operaciones de BD MEF: operación, mantenimiento y restauraciones (full, diff, incr, PITR).
- Infraestructura / Redes: HAProxy, Keepalived, VRRP, whitelists, VIP y conectividad.
- Seguridad de la Información: cumplimiento, gestión de certificados TLS, permisos y trazabilidad.
- Desarrollo / Aplicaciones: consumo correcto de endpoints (RW/RO), pruebas de integración y performance.
- NOC / Mesa de Ayuda: monitoreo, checklists y escalamiento operativo.
- Gestión de TI / Auditoría: verificación de controles, evidencias y ciclo de vida de cambios.
- Integradores/Proveedores (bajo NDA): cuando requieran intervenir en componentes específicos.

2. Resumen ejecutivo

Se implementó y dejó operativo un clúster de base de datos PostgreSQL de **alta disponibilidad** soportado por **Patroni** (gestión del cluster y failover), **etcd** (consenso), **HAProxy** + **Keepalived** (balanceo y VIP flotante). Se habilitó un esquema de **respaldo centralizado con pgBackRest** sobre **TLS**, con **retención por tiempo**, **backups full e incrementales** automatizados y **alertas por correo**. Se documentó y validó la **replicación** mediante pruebas de **INSERT/UPDATE/DELETE** y se dejó configurado **pgBadger** para reportería de actividad.
El resultado es una plataforma con continuidad de servicio, recuperabilidad (restore completo y **PITR**), monitoreo y operación estandarizada.

3. Alcance

- Diseño e implementación de arquitectura HA para PostgreSQL.
- Configuración de etcd, Patroni, HAProxy y Keepalived.
- Configuración de **pgBackRest**: repositorio, retención, cron, scripts y notificaciones.
- Procedimientos de **DR**: restauración completa y **PITR**.
- **Pruebas documentadas** de replicación de datos.
- Puesta en marcha de **pgBadger** (tareas programadas y logs).

4. ITEM 1: DOCUMENTO DE LA NUEVA CONFIGURACION DE LA BASE DE DATOS Y DEL SISTEMA OPERATIVO.

4.1. Relevamiento de Base de Datos y Sistemas

Antes de comenzar con la instalación del clúster PostgreSQL, se realizó un relevamiento de los sistemas existentes para definir los requerimientos:

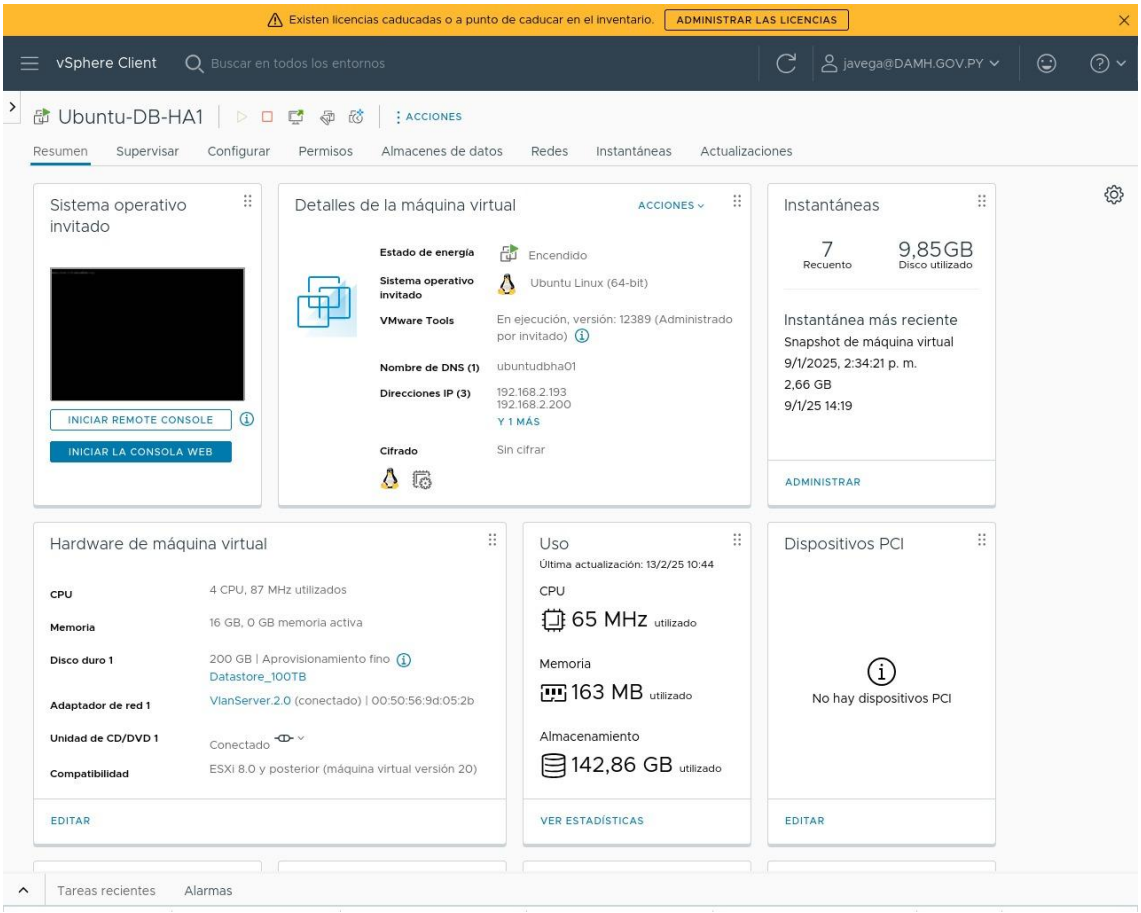
- Versiones de software utilizadas:
  - PostgreSQL: 16.6 (última versión a la fecha de inicio del proyecto)
  - Patroni: última versión compatible con PostgreSQL (4.0.1)
  - etcd: 3.5.16
  - HAProxy: 2.8.5-1ubuntu3.2
  - Keepalived: v2.2.8
  - pgBackRest: 2.53.1
- Servidores identificados para la instalación:
  - 2 servidores para los balanceadores de carga
  - 2 nodos para la base de datos
  - 1 nodo para backups
- Estrategia de respaldo:
  - Se configuró pgBackRest para backups automáticos
- Requerimientos de hardware:
  - Balanceadores de carga:
    - CPU: 4 vCPUs
    - RAM: 16GB
    - Almacenamiento: 200GB
  - Base de datos:
    - CPU: 8 vCPUs
    - RAM: 64GB
    - Almacenamiento: 5TB

- Servidor de Backups
  - CPU: 4 vCPUs
  - RAM: 16GB
  - Almacenamiento: 2TB

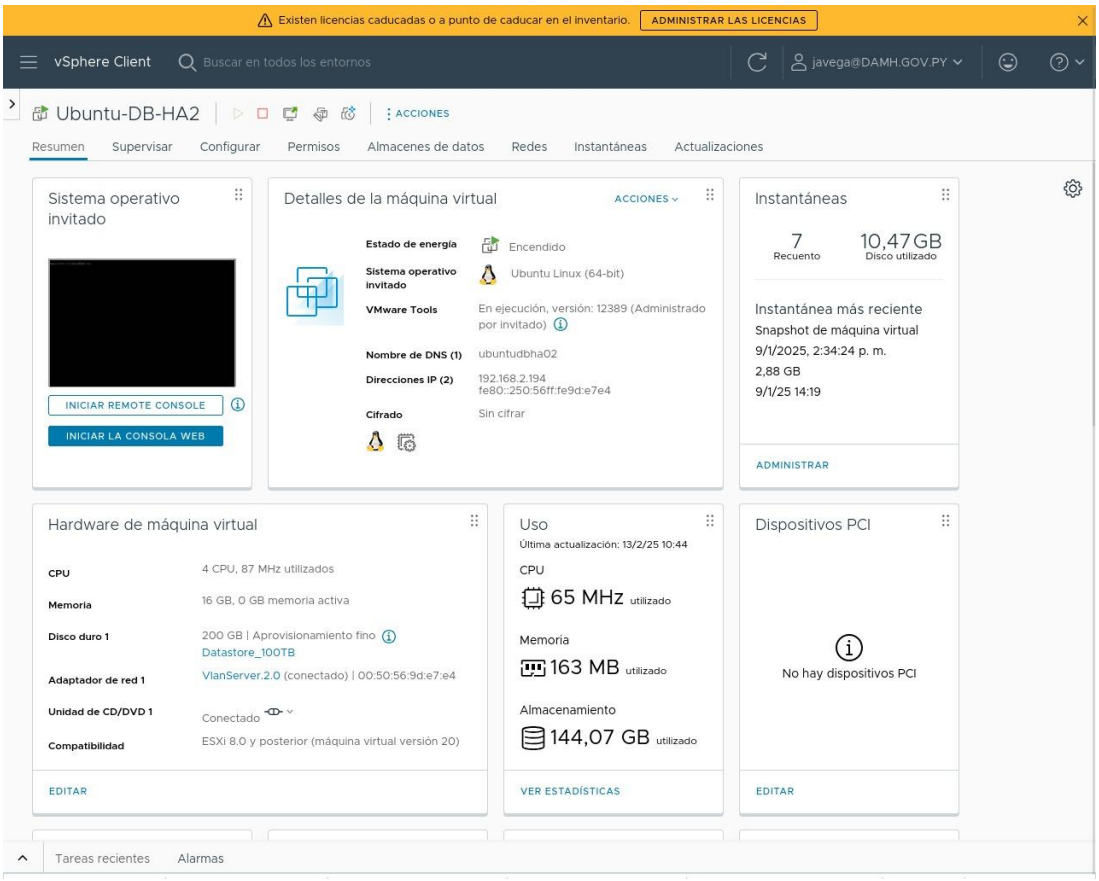
4.2 Instalación de Servidores

Se realizó la instalación de los cinco servidores involucrados en el proyecto: dos balanceadores de carga, dos nodos de base de datos y un servidor adicional para backups con pgBackRest. Todos los servidores fueron configurados con sus respectivos roles para garantizar la estabilidad y alta disponibilidad del clúster PostgreSQL.

Servidores de balanceo de carga (Ubuntu)

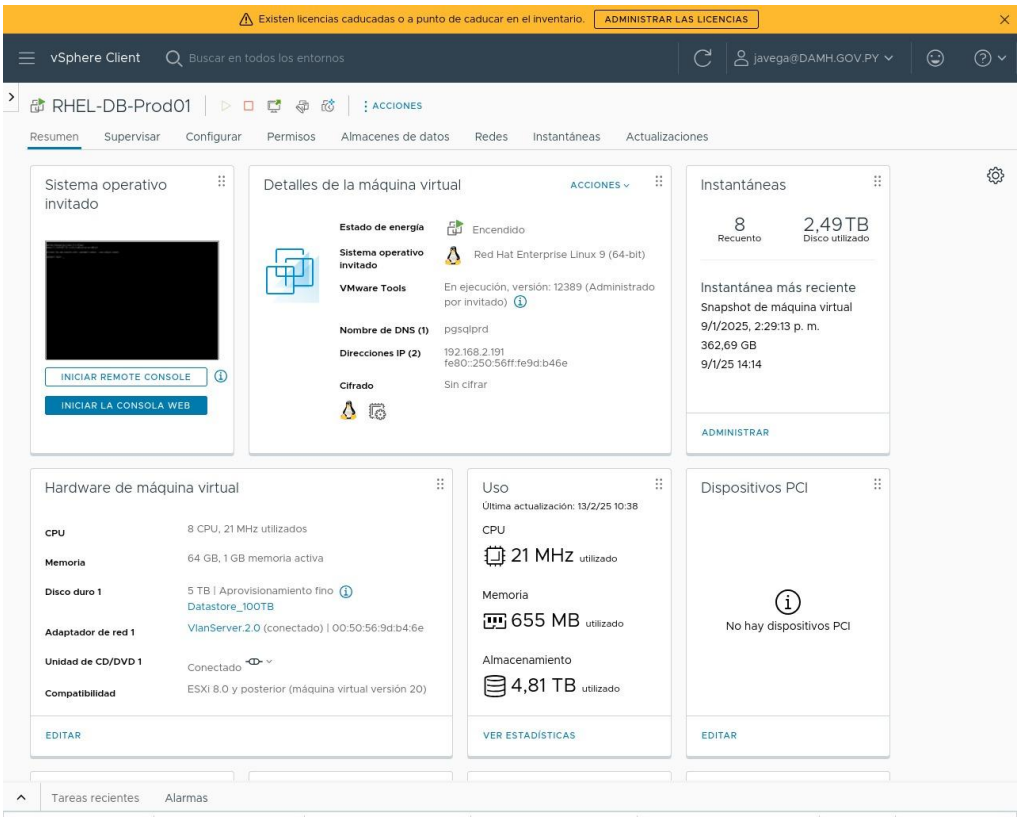


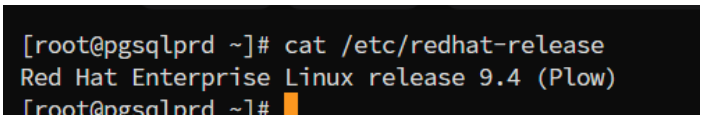
```
infra@ubuntudbha01:~$ lsb_release -a
No LSB modules are available.
Distributor ID: Ubuntu
Description:    Ubuntu 24.04.1 LTS
Release:        24.04
Codename:       noble
infra@ubuntudbha01:~$
```

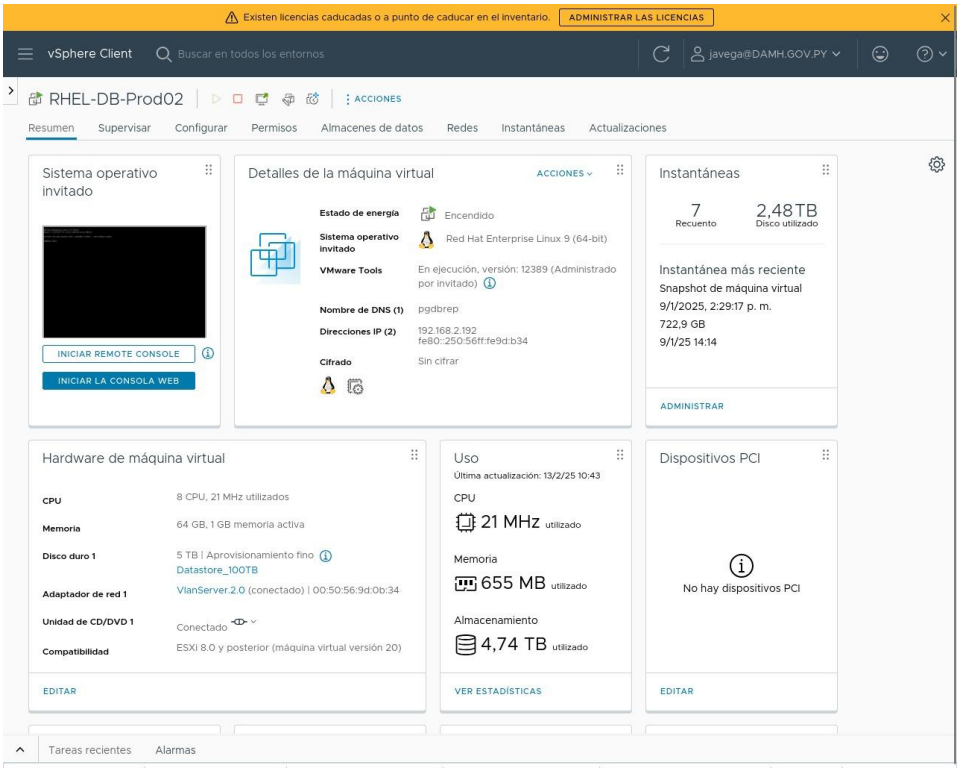


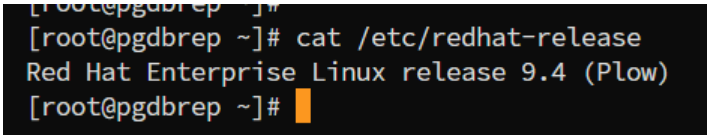

```
infra@ubuntudbha02:~$ lsb_release -a
No LSB modules are available.
Distributor ID: Ubuntu
Description:    Ubuntu 24.04.1 LTS
Release:        24.04
Codename:       noble
infra@ubuntudbha02:~$
```

Servidores de Base de Datos (RHEL Premium)

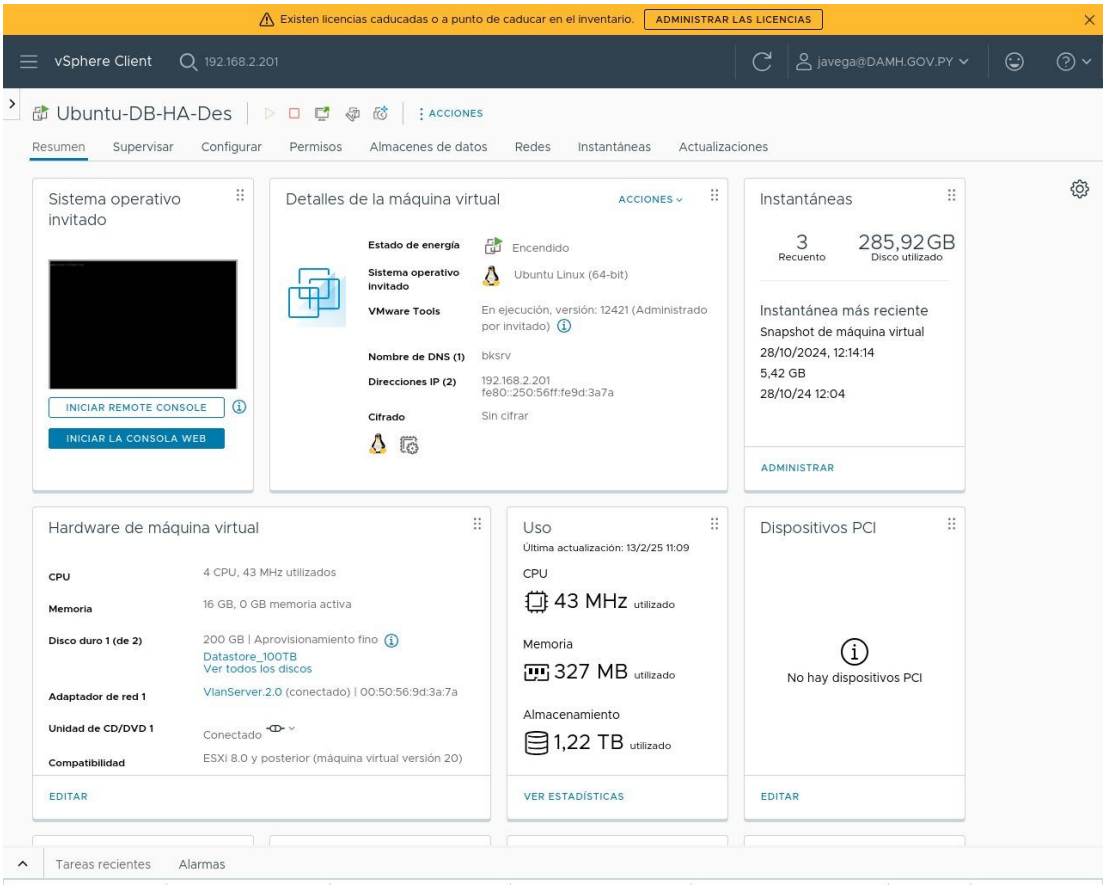


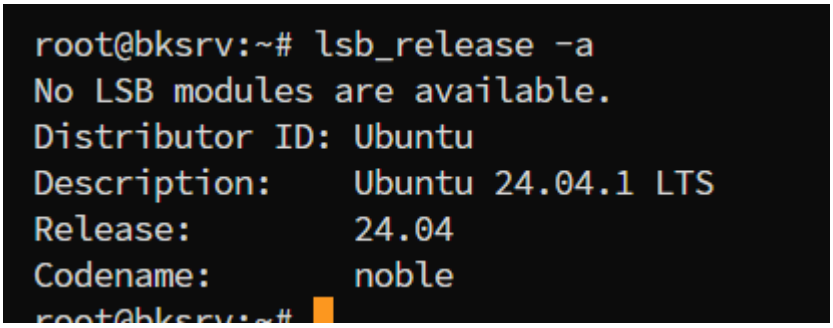






Servidor de Backups


Existen licencias caducadas o a punto de caducar en el inventario.
ADMINISTRAR LAS LICENCIAS
vSphere Client
192.168.2.201
javega@DAMH.GOV.PY
Ubuntu-DB-HA-Des
ACCIONES
Resumen
Supervisar
Configurar
Permisos
Almacenes de datos
Redes
Instantáneas
Actualizaciones
Sistema operativo invitado
INICIAR REMOTE CONSOLE
INICIAR LA CONSOLA WEB
Detalles de la máquina virtual
ACCIONES
Estado de energía
Encendido
Sistema operativo invitado
Ubuntu Linux (64-bit)
VMware Tools
En ejecución, versión: 12421 (Administrado por invitado)
Nombre de DNS (1)
bksrv
Direcciones IP (2)
192.168.2.201
fe80::250:56ff:fe9d:3a7a
Cifrado
Sin cifrar
Instantáneas
3
Recuento
285,92 GB
Disco utilizado
Instantánea más reciente
Snapshot de máquina virtual
28/10/2024, 12:14:14
5,42 GB
28/10/24 12:04
ADMINISTRAR
Hardware de máquina virtual
CPU
4 CPU, 43 MHz utilizados
Memoria
16 GB, 0 GB memoria activa
Disco duro 1 (de 2)
200 GB | Aprovisionamiento fino
Datastore_100TB
Ver todos los discos
Adaptador de red 1
VlanServer.2.0 (conectado) | 00:50:56:9d:3a:7a
Unidad de CD/DVD 1
Conectado
Compatibilidad
ESXi 8.0 y posterior (máquina virtual versión 20)
EDITAR
Uso
Última actualización: 13/2/25 11:09
CPU
43 MHz utilizado
Memoria
327 MB utilizado
Almacenamiento
1,22 TB utilizado
VER ESTADÍSTICAS
Dispositivos PCI
No hay dispositivos PCI
EDITAR
Tareas recientes
Alarmas


root@bksrv:~# lsb_release -a
No LSB modules are available.
Distributor ID: Ubuntu
Description: Ubuntu 24.04.1 LTS
Release: 24.04
Codename: noble
root@bksrv:~#

4.3 Instalación de Base de Datos PostgreSQL en su última Versión Estable

En ambos servidores se instaló la última versión estable de Postgresql, funcionando correctamente como se ve en la imagen.

Prod01 (192.168.2.191)

```
[root@pgsqlprd ~]# psql -h 192.168.2.191 -p 5432 -U postgres
Password for user postgres:
psql (16.4)
Type "help" for help.

postgres=# \c db_sicrh
You are now connected to database "db_sicrh" as user "postgres".
db_sicrh=# SELECT * FROM abogacia.cargos;
 id_cargo |                              descripcion                              | usu_alta |          fec_alta          | usu_modi |          fec_modi          |     ip_alta      |
 ip_modi
----------+-------------------------------------------------------------------------+----------+----------------------------+----------+----------------------------+------------------+-
----------
        2 | COORDINADOR JURÍDICO Y ADMINISTRATIVO                                   | mcaniza  | 2023-06-16 10:22:16.020469 |          |                            | 192.168.142.35   |
        3 | DIRECTOR GENERAL DE LA ABOGACÍA DEL TESORO                              | jgrillon | 2023-06-20 17:50:51.417755 | jgrillon | 2023-06-20 17:50:58.274877 | 10.2.55.2        |
10.2.55.2
        5 | COORDINADOR DE JUICIOS                                                  | jgrillon | 2023-06-20 17:51:36.396126 |          |                            | 10.2.55.2        |
        6 | JEFE DEL ÁREA DE GESTIÓN DE CALIDAD                                     | jgrillon | 2023-06-20 17:51:54.085917 |          |                            | 10.2.55.2        |
        7 | TECNICO SENIOR EN SECRETARÍA PRIVADA                                    | jgrillon | 2023-06-20 17:52:18.829001 |          |                            | 10.2.55.2        |
        8 | TÉCNICO SENIOR EN GESTIÓN DOCUMENTAL                                    | jgrillon | 2023-06-20 17:52:27.676158 |          |                            | 10.2.55.2        |
        9 | ASISTENTE TÉCNICO ADMINISTRATIVO EN GESTIÓN DOCUMENTAL                  | jgrillon | 2023-06-20 17:53:03.625831 |          |                            | 10.2.55.2        |
       10 | JEFE ADMINISTRATIVO                                                     | jgrillon | 2023-06-20 17:53:21.057512 |          |                            | 10.2.55.2        |
       11 | JEFE DE TESORERIA                                                       | jgrillon | 2023-06-20 17:53:28.60168  |          |                            | 10.2.55.2        |
       12 | ASISTENTE TÉCNICO ADMINISTRATIVO EN GESTIÓN DOCUMENTAL Y ADMINISTRATIVA | jgrillon | 2023-06-20 17:53:53.832671 |          |                            | 10.2.55.2        |
       13 | JEFE DE DEPARTAMENTO JURÍDICO                                           | jgrillon | 2023-06-20 17:54:16.83762  |          |                            | 10.2.55.2        |
       14 | PROFESIONAL JUNIOR EN SERVICIOS INFORMATICOS                            | jgrillon | 2023-06-20 17:56:57.982441 |          |                            | 10.2.55.2        |
       15 | ASISTENTE TÉCNICO ADMINISTRATIVO EN SERVICIOS GENERAL - ATENCIÓN TELEFONICA | jgrillon | 2023-06-20 17:57:28.678835 |          |                            | 10.2.55.2        |
       16 | TÉCNICO JUNIOR CHOFER                                                   | jgrillon | 2023-06-20 17:57:44.240069 |          |                            | 10.2.55.2        |
       17 | ASISTENTE TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE SEGURIDAD                           | jgrillon | 2023-06-20 17:58:03.990991 |          |                            | 10.2.55.2        |
       18 | PROFESIONAL SENIOR EN GESTIÓN ADMINISTRATIVA Y FINANCIERA               | jgrillon | 2023-06-20 17:58:21.493603 |          |                            | 10.2.55.2        |
       19 | TECNICO SENIOR EN GESTIÓN ADMINISTRATIVA                                | jgrillon | 2023-06-20 17:58:34.974208 |          |                            | 10.2.55.2        |
       20 | TÉCNICO SENIOR EN GESTIÓN DE DEUDAS Y VALORES                           | jgrillon | 2023-06-20 17:59:03.507892 |          |                            | 10.2.55.2        |
       21 | PROFESIONAL SENIOR ABOGADO FISCAL                                       | jgrillon | 2023-06-20 17:59:12.579423 |          |                            | 10.2.55.2        |
       23 | PROFESIONAL JUNIOR GESTOR FISCAL                                        | jgrillon | 2023-06-20 18:00:40.485301 |          |                            | 10.2.55.2        |
       24 | TECNICO SENIOR PROCURADOR FISCAL                                        | jgrillon | 2023-06-20 18:00:53.0608   |          |                            | 10.2.55.2        |
       25 | PROFESIONAL JUNIOR OFICIAL DE JUSTICIA                                  | jgrillon | 2023-06-20 18:01:03.460592 |          |                            | 10.2.55.2        |
       26 | TÉCNICO JUNIOR EN SERVICIOS INFORMÁTICOS                                | jgrillon | 2023-06-20 18:01:16.81027  |          |                            | 10.2.55.2        |
       27 | ENC. DE ATENCION DE DESPACHO                                            | jgrillon | 2023-10-26 09:18:47.748056 |          |                            | 10.2.55.2        |
       28 | ASISTENTE ADMINISTRATIVO Y FINANCIERO                                   | jgrillon | 2023-10-26 09:21:03.514557 |          |                            | 10.2.55.2        |
       29 | ENC. DE ATENCION DE DESPACHO                                            | jgrillon | 2023-10-26 09:21:30.315791 |          |                            | 10.2.55.2        |
       30 | xxxx                                                                    | mcaniza  | 2024-11-21 10:20:13.827529 |          |                            | 192.168.2.193/32 |
(27 rows)
```

Prod02 (192.168.2.192)

```
[root@pgdbrep ~]# psql --version
psql (PostgreSQL) 16.4
[root@pgdbrep ~]# psql -h 192.168.2.192 -p 5432 -U postgres
Password for user postgres:
psql (16.4)
Type "help" for help.

postgres=# \c db_sicrh
You are now connected to database "db_sicrh" as user "postgres".
db_sicrh=# SELECT * FROM abogacia.cargos;
 id_cargo |                              descripcion                              | usu_alta |          fec_alta          | usu_modi |          fec_modi          |     ip_alta      |
 ip_modi
----------+-------------------------------------------------------------------------+----------+----------------------------+----------+----------------------------+------------------+-
----------
        2 | COORDINADOR JURÍDICO Y ADMINISTRATIVO                                   | mcaniza  | 2023-06-16 10:22:16.020469 |          |                            | 192.168.142.35   |
        3 | DIRECTOR GENERAL DE LA ABOGACÍA DEL TESORO                              | jgrillon | 2023-06-20 17:50:51.417755 | jgrillon | 2023-06-20 17:50:58.274877 | 10.2.55.2        |
10.2.55.2
        5 | COORDINADOR DE JUICIOS                                                  | jgrillon | 2023-06-20 17:51:36.396126 |          |                            | 10.2.55.2        |
        6 | JEFE DEL ÁREA DE GESTIÓN DE CALIDAD                                     | jgrillon | 2023-06-20 17:51:54.085917 |          |                            | 10.2.55.2        |
        7 | TECNICO SENIOR EN SECRETARÍA PRIVADA                                    | jgrillon | 2023-06-20 17:52:18.829001 |          |                            | 10.2.55.2        |
        8 | TÉCNICO SENIOR EN GESTIÓN DOCUMENTAL                                    | jgrillon | 2023-06-20 17:52:27.676158 |          |                            | 10.2.55.2        |
        9 | ASISTENTE TÉCNICO ADMINISTRATIVO EN GESTIÓN DOCUMENTAL                  | jgrillon | 2023-06-20 17:53:03.625831 |          |                            | 10.2.55.2        |
       10 | JEFE ADMINISTRATIVO                                                     | jgrillon | 2023-06-20 17:53:21.057512 |          |                            | 10.2.55.2        |
       11 | JEFE DE TESORERIA                                                       | jgrillon | 2023-06-20 17:53:28.60168  |          |                            | 10.2.55.2        |
       12 | ASISTENTE TÉCNICO ADMINISTRATIVO EN GESTIÓN DOCUMENTAL Y ADMINISTRATIVA | jgrillon | 2023-06-20 17:53:53.832671 |          |                            | 10.2.55.2        |
       13 | JEFE DE DEPARTAMENTO JURÍDICO                                           | jgrillon | 2023-06-20 17:54:16.83762  |          |                            | 10.2.55.2        |
       14 | PROFESIONAL JUNIOR EN SERVICIOS INFORMATICOS                            | jgrillon | 2023-06-20 17:56:57.982441 |          |                            | 10.2.55.2        |
       15 | ASISTENTE TÉCNICO ADMINISTRATIVO EN SERVICIOS GENERAL - ATENCIÓN TELEFONICA | jgrillon | 2023-06-20 17:57:28.678835 |          |                            | 10.2.55.2        |
       16 | TÉCNICO JUNIOR CHOFER                                                   | jgrillon | 2023-06-20 17:57:44.240069 |          |                            | 10.2.55.2        |
       17 | ASISTENTE TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE SEGURIDAD                           | jgrillon | 2023-06-20 17:58:03.990991 |          |                            | 10.2.55.2        |
       18 | PROFESIONAL SENIOR EN GESTIÓN ADMINISTRATIVA Y FINANCIERA               | jgrillon | 2023-06-20 17:58:21.493603 |          |                            | 10.2.55.2        |
       19 | TECNICO SENIOR EN GESTIÓN ADMINISTRATIVA                                | jgrillon | 2023-06-20 17:58:34.974208 |          |                            | 10.2.55.2        |
       20 | TÉCNICO SENIOR EN GESTIÓN DE DEUDAS Y VALORES                           | jgrillon | 2023-06-20 17:59:03.507892 |          |                            | 10.2.55.2        |
       21 | PROFESIONAL SENIOR ABOGADO FISCAL                                       | jgrillon | 2023-06-20 17:59:12.579423 |          |                            | 10.2.55.2        |
       23 | PROFESIONAL JUNIOR GESTOR FISCAL                                        | jgrillon | 2023-06-20 18:00:40.485301 |          |                            | 10.2.55.2        |
       24 | TECNICO SENIOR PROCURADOR FISCAL                                        | jgrillon | 2023-06-20 18:00:53.0608   |          |                            | 10.2.55.2        |
       25 | PROFESIONAL JUNIOR OFICIAL DE JUSTICIA                                  | jgrillon | 2023-06-20 18:01:03.460592 |          |                            | 10.2.55.2        |
       26 | TÉCNICO JUNIOR EN SERVICIOS INFORMÁTICOS                                | jgrillon | 2023-06-20 18:01:16.81027  |          |                            | 10.2.55.2        |
       27 | ENC. DE ATENCION DE DESPACHO                                            | jgrillon | 2023-10-26 09:18:47.748056 |          |                            | 10.2.55.2        |
       28 | ASISTENTE ADMINISTRATIVO Y FINANCIERO                                   | jgrillon | 2023-10-26 09:21:03.514557 |          |                            | 10.2.55.2        |
       29 | ENC. DE ATENCION DE DESPACHO                                            | jgrillon | 2023-10-26 09:21:30.315791 |          |                            | 10.2.55.2        |
       30 | xxxx                                                                    | mcaniza  | 2024-11-21 10:20:13.827529 |          |                            | 192.168.2.193/32 |
(27 rows)
```

4.4 Configuración de la Nueva Base de Datos

Cuando Patroni está en ejecución, toma el control del servicio de PostgreSQL, gestionando su estado.

pg_hba:

- host replication replicator 127.0.0.1/32 md5
- host replication replicator 192.168.2.191/0 md5
- host replication replicator 192.168.2.192/0 md5
- host all all 0.0.0.0/0 md5

Directorio de datos: /u01/pgsql/16

Usuario: postgres

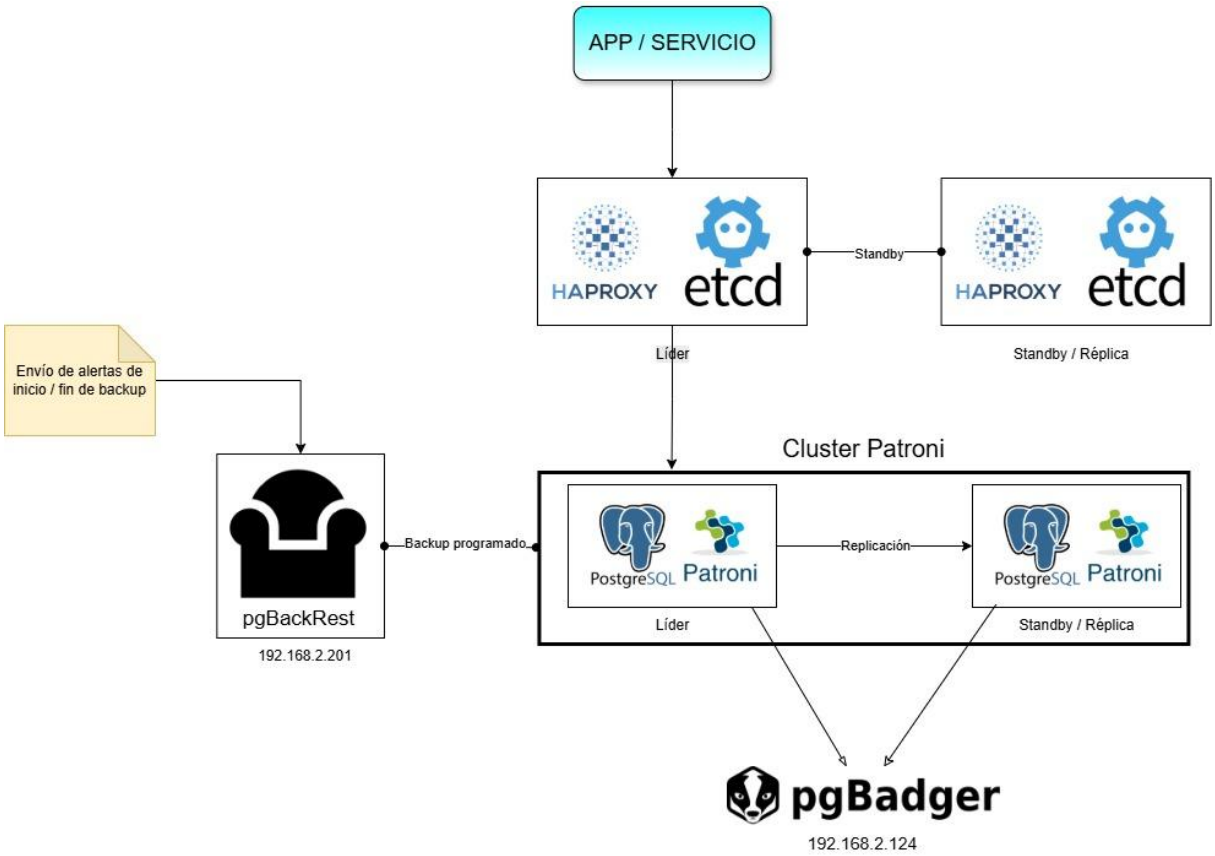
Contraseña: postgres

5. ITEM 2 Y 3: CONFIGURACION DE REPLICACION EN SERVIDOR PRIMARIO & SECUNDARIO

5.1 Topología

- Nodos de datos: rhel-DB-prod01 (192.168.2.191) y rhel-DB-prod02 (192.168.2.192).
- Balanceadores: ubuntu-db-ha1 (192.168.2.193) y db-ha2 (192.168.2.194) con Keepalived y HAProxy.
- Nodo de almacenamiento de Backups: 192.168.2.201 (bksrv)
- Nodo de monitorio (pgbadger): 192.168.2.124
- IP flotante: 192.168.2.200.

- Puertos principales: PostgreSQL 5432, HAProxy 5000 (Primary) y 5001 (Standby), Patroni REST



5.2 etcd

- Servicio de consenso para Patroni.

- Comandos de verificación sugeridos: `systemctl status etcd`, `etcdctl member list --write-out=table`, `etcdctl --write-out=table endpoint health`, `journalctl -u etcd -f`.
- Variable recomendada: `export ETCDCTL_ENDPOINTS=http://192.168.2.193:2379,http://192.168.2.194:2379`.

5.3 Patroni (cluster PostgreSQL)

- Gestiona **election**, **failover/switchover** y **bootstrap**.
- Verificación operativa: `systemctl status patroni`, `patronictl -c /etc/patroni/patroni.yml list postgres`.

5.4 HAProxy (balanceo y health-check)

- **Primary**: escucha en **192.168.2.200:5000**, health-check **HTTP OPTIONS /master → 200**.

- **Standby**: escucha en **192.168.2.200:5001**, balanceo **roundrobin**, health-check **HTTP OPTIONS /replica → 200**.
- Backends apuntan a `192.168.2.191:5432` y `192.168.2.192:5432` con checks en **8008** (REST Patroni).
- Verificación: `systemctl status haproxy`, `journalctl -u haproxy -f`.

5.5 Keepalived (VIP flotante)

- Mecanismo **VRRP** para IP 192.168.2.200.
- Verificación: `systemctl status keepalived`, `journalctl -u keepalived -f`.

6. Seguridad y TLS para backups

- Generación de **CA** y certificados por nodo (**bksrv**, `pgsqlprd`, `pgdbrep`).
- Distribución hacia rutas de sistema y ajuste de permisos: `chmod 600 *.key`, `chmod 644 *.crt`, `chown postgres:postgres *.key *.crt`.
- Validación de vencimientos: `openssl x509 -in <cert>.crt -noout -enddate`.
- **Nota**: mantener rotación de certificados y protección de claves privadas. Explicados en documento de configuración de Backups: MT_MEF_Configuración_BackUp.docx

7. ITEM 4 Y 5: PRUEBAS DOCUMENTADA DE INSERCIONES, ACTUALIZACIONES Y BORRADO EN SERVIDOR PRIMARO & SECUNDARIO.

Este apartado detalla las pruebas realizadas en el servidor principal para verificar las operaciones de inserción, actualización y borrado, así como la comprobación de que dichas operaciones fueron replicadas correctamente en el servidor secundario.

7.1 Inserción (INSERT)

Ejecución en el Servidor Principal:

Se ejecutó la siguiente operación de inserción en la tabla empleados:

```
INSERT INTO empleados (id_empleado, nombre, puesto) VALUES (1, 'Juan Pérez', 'Gerente');
```

Resultado esperado: Un registro con el empleado "Juan Pérez" y el puesto "Gerente" debe ser insertado en la tabla empleados.

```
db_pruebas=# INSERT INTO empleados (nombre, puesto) VALUES ('Juan Pérez', 'Gerente');
INSERT 0 1
```

Auditoría:

Se verificó que el trigger configurado registró la operación en la tabla auditoria_empleados:

```
SELECT * FROM auditoria_empleados WHERE operacion = 'I';
```

Resultado esperado: El registro de auditoría correspondiente a la inserción debe estar presente, con detalles como id_empleado, nombre, puesto, y fecha_cambio.

```
db_pruebas=# SELECT * FROM auditoria_empleados WHERE operacion = 'I';
 id_auditoria | operacion | id_empleado |   nombre   | puesto  |        fecha_cambio
--------------+-----------+-------------+------------+---------+----------------------------
            1 | I         |           1 | Juan Pérez | Gerente | 2024-08-09 16:18:45.730651
(1 row)
```

Verificación en el Servidor Secundario:

Se verificó que el registro insertado fue replicado en el servidor secundario.

```
SELECT * FROM empleados WHERE id_empleado = 1;
```

Resultado esperado: El registro de "Juan Pérez" debe estar presente en la tabla empleados del servidor secundario.

```
db_pruebas=# SELECT * FROM empleados WHERE id_empleado = 1;
 id_empleado |   nombre   | puesto
-------------+------------+---------
           1 | Juan Pérez | Gerente
(1 fila)
```

7.2 Actualización (UPDATE)

Ejecución en el Servidor Principal:

Se realizó la siguiente operación de actualización para cambiar el puesto de "Juan Pérez":

```
UPDATE empleados SET puesto = 'Gerente Senior' WHERE id_empleado = 1;
```

Resultado esperado: El puesto del empleado "Juan Pérez" debe actualizarse a "Gerente Senior" en la tabla empleados.

```
db_pruebas=# UPDATE empleados SET puesto = 'Gerente Senior' WHERE id_empleado = 1;
UPDATE 1
```

Auditoría:

Se verificó que el trigger registró la actualización en la tabla auditoria_empleados:

```
SELECT * FROM auditoria_empleados WHERE operacion = 'U';
```

Resultado esperado: Un nuevo registro de auditoría debe reflejar la actualización con los valores anteriores y actuales.

```
db_pruebas=# SELECT * FROM auditoria_empleados WHERE operacion = 'U';
 id_auditoria | operacion | id_empleado |   nombre   |     puesto     |        fecha_cambio
--------------+-----------+-------------+------------+----------------+----------------------------
            2 | U         |           1 | Juan Pérez | Gerente Senior | 2024-08-09 16:28:30.540015
(1 fila)
```

Verificación en el Servidor Secundario:

Se verificó que la actualización fue replicada en el servidor secundario.

```
SELECT * FROM empleados WHERE id_empleado = 1;
```

Resultado esperado: El puesto de "Juan Pérez" debe aparecer como "Gerente Senior" en la tabla empleados del servidor secundario.

```
db_pruebas=# SELECT * FROM empleados WHERE id_empleado = 1;
 id_empleado |   nombre   |     puesto
-------------+------------+----------------
           1 | Juan Pérez | Gerente Senior
(1 fila)
```

7.3 Borrado (DELETE)

Ejecución en el Servidor Principal:

Se ejecutó la siguiente operación de borrado para eliminar el registro del empleado "Juan Pérez":

```
DELETE FROM empleados WHERE id_empleado = 1;
```

Resultado esperado: El registro del empleado "Juan Pérez" debe ser eliminado de la tabla empleados.

```
db_pruebas=# DELETE FROM empleados WHERE id_empleado = 1;
DELETE 1
```

Auditoría:

Se verificó que el trigger registró la operación de borrado en la tabla auditoria_empleados:

```
SELECT * FROM auditoria_empleados WHERE operacion = 'D';
```

Resultado esperado: El registro de auditoría correspondiente al borrado debe estar presente, con los detalles del empleado antes de su eliminación.

```
db_pruebas=# SELECT * FROM auditoria_empleados WHERE operacion = 'D';
 id_auditoria | operacion | id_empleado |   nombre   |     puesto     |        fecha_cambio
--------------+-----------+-------------+------------+----------------+----------------------------
            3 | D         |           1 | Juan Pérez | Gerente Senior | 2024-08-09 16:33:32.110674
(1 fila)
```

Verificación en el Servidor Secundario:

Se verificó que la operación de borrado fue replicada en el servidor secundario.

```
SELECT * FROM empleados WHERE id_empleado = 1;
```

Resultado esperado: El registro del empleado "Juan Pérez" ya no debe estar presente en la tabla empleados del servidor secundario.

```
db_pruebas=# SELECT * FROM empleados WHERE id_empleado = 1;
 id_empleado | nombre | puesto
-------------+--------+--------
(0 filas)
```

8. Resultados y Conclusiones

8.1 Resultados de las Pruebas

Las pruebas documentadas de inserción, actualización y borrado realizadas en el servidor principal demostraron que las operaciones se replican correctamente en el servidor secundario.

A continuación, se resumen los resultados de cada tipo de operación:

- Inserción (INSERT): Los datos insertados en el servidor principal fueron replicados exitosamente en el servidor secundario, y los registros de auditoría correspondientes se reflejaron en ambas instancias.

- Actualización (UPDATE): Las modificaciones realizadas en los registros del servidor principal fueron replicadas adecuadamente en el servidor secundario, con auditorías que registraron correctamente los cambios en ambas bases de datos.

- Borrado (DELETE): Los registros eliminados en el servidor principal fueron removidos también en el servidor secundario, y la auditoría confirmó la eliminación en ambos servidores.

8.2 Conclusiones

Las pruebas han validado que el sistema de replicación configurado es fiable y que las operaciones de escritura (inserciones, actualizaciones y borrados) realizadas en el servidor principal se reflejan con precisión en el servidor secundario. Además, la auditoría en ambos servidores confirma que todas las operaciones fueron registradas correctamente, garantizando la integridad y consistencia de los datos.

Este comportamiento cumple con los requisitos de alta disponibilidad, asegurando que en caso de fallo del servidor principal, el servidor secundario pueda asumir su rol sin pérdida de datos ni interrupciones significativas en el servicio.

9. ITEM 6: CONFIGURACION DE CONFIGURACIONES DE BACKUP & REPLICACION

9.1 Propósito

- **pgBackRest** se utiliza para la gestión de respaldos consistentes y restauraciones eficientes de las bases de datos PostgreSQL.
- Las funcionalidades clave son:
  - **Backups completos e incrementales.**
  - **Encriptación y compresión de datos.**
  - **Gestión automatizada de WALs.**

9.2 Configuración del Repositorio de Backups

- **Repositorio centralizado:** El servidor bksrv actúa como repositorio donde se almacenan los respaldos.
- **Ruta del repositorio:** Los backups se almacenan en /backup_space.
- **Retención:** La configuración está definida para mantener backups completos durante 90 días.
- **Frecuencia de respaldo**: La instancia está configurada para hacer 1 full backup cada 30 días y 1 incremental por día a las 22.

9.3 Archivo pgbackrest.conf

 # /etc/pgbackrest.conf

[global]

 # Detalles del repositorio

repo1-path=/backup_space

repo1-retention-full-type=time

repo1-retention-full=90

repo1-host-ca-file=/home/postgres/certs/ca.crt

repo1-host-user=postgres

 # Opciones generales

process-max=2

log-level-console=info

log-level-file=debug

start-fast=y

delta=y

 # Opciones del servidor TLS

tls-server-address=*

tls-server-cert-file=/home/postgres/certs/bksrv.crt

tls-server-key-file=/home/postgres/certs/bksrv.key

tls-server-ca-file=/home/postgres/certs/ca.crt

tls-server-auth=bksrv=postgres

tls-server-port=8432

[postgres]

 # Configuración para el servidor 1

pg1-path=/u01/pgsql/16

pg1-host=pgsqlprd

pg1-socket-path=/u01/pgsql/16

pg1-host-type=tls

pg1-host-cert-file=/home/postgres/certs/pgsqlprd.crt

pg1-host-key-file=/home/postgres/certs/pgsqlprd.key

pg1-host-ca-file=/home/postgres/certs/ca.crt

pg1-host-user=postgres

 # Configuración para el servidor 2

pg2-host=pgdbrep

pg2-path=/u01/pgsql/16

pg2-socket-path=/u01/pgsql/16

pg2-host-type=tls

pg2-host-cert-file=/home/postgres/certs/pgdbrep.crt

pg2-host-key-file=/home/postgres/certs/pgdbrep.key

pg2-host-ca-file=/home/postgres/certs/ca.crt

pg2-host-user=postgres

Este archivo se encuentra en /etc/pgbackrest/pgbackrest.conf en todos los servidores

9.3.1 Sección Global

repo1-path: Define la ruta donde se almacenan los backups en el servidor.

repo1-retention-full-type=time: Configura la retención de backups completos basada en tiempo.

repo1-retention-full=90: Especifica que los backups completos se conservarán por 90 días antes de ser eliminados automáticamente.

repo1-host-ca-file=/home/postgres/certs/ca.crt: Especifica la ubicación del certificado raíz (CA) utilizado para verificar las conexiones TLS al servidor.

repo1-host-user=postgres: Define el usuario que accede al repositorio (postgres).

Aquí tienes una explicación detallada de cada parte del archivo de configuración de **pgBackRest** en el servidor bksrv:

9.3.2 Opciones generales

process-max=2: Limita el número máximo de procesos que se ejecutan simultáneamente (para optimizar el uso de recursos).

log-level-console=info: Define el nivel de detalle de los logs mostrados en la consola (info).

log-level-file=debug: Define el nivel de detalle de los logs guardados en archivos (debug para mayor detalle).

start-fast=y: Habilita un inicio rápido para backups (reduce el tiempo de espera al conectar a PostgreSQL).

delta=y: Permite optimizar los backups incrementales al solo incluir los cambios desde el último backup.

9.3.3 Opciones del servidor TLS

tls-server-address=*: Indica que el servidor escuchará en todas las direcciones IP disponibles.

tls-server-cert-file=/home/postgres/certs/bksrv.crt: Especifica el certificado TLS del servidor bksrv.

tls-server-key-file=/home/postgres/certs/bksrv.key: Especifica la clave privada correspondiente al certificado del servidor.

tls-server-ca-file=/home/postgres/certs/ca.crt: Especifica el certificado de la autoridad certificadora (CA) para validar las conexiones TLS.

tls-server-auth=bksrv=postgres: Define que el servidor autentica al cliente con el alias bksrv y el usuario postgres.

tls-server-port=8432: Especifica el puerto donde el servidor escuchará conexiones TLS de los clientes (nodos pgsqlprd y pgdbrep).

4.3.2 Opciones del servidor TLS

tls-server-address=*: Indica que el servidor escuchará en todas las direcciones IP disponibles.

tls-server-cert-file=/home/postgres/certs/bksrv.crt: Especifica el certificado TLS del servidor bksrv.
tls-server-key-file=/home/postgres/certs/bksrv.key: Especifica la clave privada correspondiente al certificado del servidor.
tls-server-ca-file=/home/postgres/certs/ca.crt: Especifica el certificado de la autoridad certificadora (CA) para validar las conexiones TLS.
tls-server-auth=bksrv=postgres: Define que el servidor autentica al cliente con el alias bksrv y el usuario postgres.
tls-server-port=8432: Especifica el puerto donde el servidor escuchará conexiones TLS de los clientes (nodos pgsqlprd y pgdbrep).

9.3.3 Sección [postgres]

9.3.4.1 Configuración para el servidor principal (pgsqlprd)

pg1-path=/u01/pgsql/16: Especifica la ruta de los datos de PostgreSQL en el nodo líder.
pg1-host=pgsqlprd: Define el hostname del nodo líder (pgsqlprd).
pg1-socket-path=/u01/pgsql/16: Especifica la ruta del socket de PostgreSQL en el nodo líder.
pg1-host-type=tls: Indica que las conexiones al nodo líder utilizan TLS.
pg1-host-cert-file: Define la ubicación del certificado TLS para el nodo líder.
pg1-host-key-file: Define la ubicación de la clave privada TLS del nodo líder.
pg1-host-ca-file: Especifica la ubicación del certificado raíz (CA) utilizado para validar conexiones TLS.
pg1-host-user=postgres: Define el usuario PostgreSQL en el nodo líder (postgres).

9.3.4.2 Configuración para el servidor réplica (pgdbrep)

pg2-host=pgdbrep: Define el hostname del nodo réplica (pgdbrep).

pg2-path=/u01/pgsql/16: Especifica la ruta de los datos de PostgreSQL en el nodo réplica.

pg2-socket-path=/u01/pgsql/16: Especifica la ruta del socket de PostgreSQL en el nodo réplica.

pg2-host-type=tls: Indica que las conexiones al nodo réplica utilizan TLS.

pg2-host-cert-file: Define la ubicación del certificado TLS para el nodo réplica.

pg2-host-key-file: Define la ubicación de la clave privada TLS del nodo réplica.

pg2-host-ca-file: Especifica la ubicación del certificado raíz (CA) utilizado para validar conexiones TLS.

pg2-host-user=postgres: Define el usuario PostgreSQL en el nodo réplica (postgres).

10. ITEM 7: Procedimiento de contingencia de nodo principal a nodo secundario

7.1 Restauración completa

1) **Balanceadores / etcd**: limpiar claves previas en etcd si aplica (`etcdctl del /db/ --prefix`), `patronictl remove postgres`.

2) **Nodos PG**: detener `patroni`; limpiar datos (`rm -rf /u01/*`), asegurar permisos (`chown postgres:postgres /u01`, `chmod 750 /u01`).
3) Utilizar script para bootstrap custom.

4) **Inicio**: arrancar `patroni` en el nodo designado ⇒ dispara **restore** con el último backup **full**.

5) **Verificación**: `patronictl list` y tamaño de datos (`du -h /u01`).

NOTA: Para más detalles revisar el documento MT_MEF_Configuración_BackUp.docx

7.2 PITR (Point-in-Time Recovery)

- Requiere **bootstrap** con método **pgBackRest**.

- Se realizaron scripts de inicio con PITR

- Ajustes en `patroni.yml`
- Proceso: detener `patroni`, `patronictl remove postgres`, limpiar datos, iniciar `patroni` para que ejecute restore al punto objetivo.

NOTA: Para más detalles revisar el documento MT_MEF_Configuración_BackUp.docx

11. ITEM 8, 9: Configuraciones y programas de copia & restauración con sus respectivas notificaciones de correo

11.1 Diseño

- **Repositorio central** en **bksrv** (ruta: `/backup_space`).

- Retención basada en tiempo: **30 días** de **full**.

- Frecuencia: **1 full cada 30 días** y **1 incremental diario** (22:00).

- Tráfico de backup sobre **TLS** (puerto **8432**).

11.2 Parámetros relevantes (`/etc/pgbackrest/pgbackrest.conf`)

- `[global]`
  - `repo1-path=/backup_space`
  - `repo1-retention-full-type=time` + `repo1-retention-full=30`
  - `process-max=2`, `log-level-console=info`, `log-level-file=debug`, `start-fast=y`, `delta=y`
  - TLS server: `tls-server-address=*`, `tls-server-port=8432`, `tls-server-cert-file`, `tls-server-key-file`, `tls-server-ca-file`, `tls-server-auth`
- `[postgres]`
  - **pg1** (pgsqlprd) y **pg2** (pgdbrep): `pg*-path=/u01/pgsql/16`, `pg*-socket-path=/u01/pgsql/16`, `pg*-host-type=tls`, `pg*-host-cert-file`, `pg*-host-key-file`, `pg*-host-ca-file`, `pg*-host-user=postgres`.

11.3 Automatización (cron) y comandos

- **Cron** (bksrv):
  - **Full mensual** (00:00, día 1): `/etc/pgbackrest/scripts/pgbackrest_alerta_full.sh`
  - **Incremental diario** (22:00): `/etc/pgbackrest/scripts/pgbackrest_alerta_incr.sh`
- **Comandos**:
  - Full: `sudo -iu postgres pgbackrest --stanza=postgres --type=full backup`
  - Incremental: `sudo -iu postgres pgbackrest --stanza=postgres --type=incr backup`

11.4 Notificaciones por correo

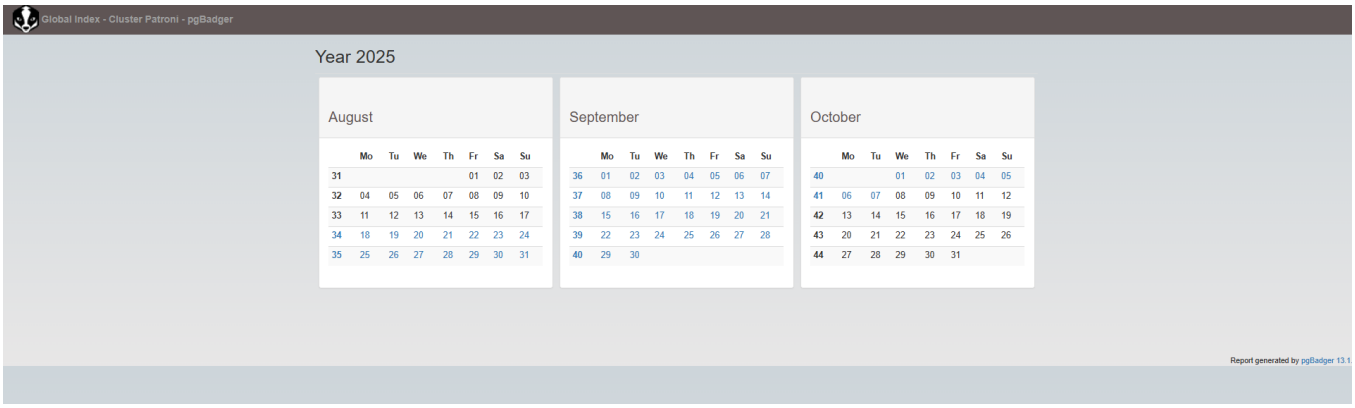
- Scripts de alerta envían **HTML** de **inicio** y **fin** (éxito/error) a lista de distribución.

-

12. ITEM 10: Programa de gestión del periodo de retención de respaldo

8.1 pgBadger

- Tarea programada diaria con script `pgbadger_build_cluster.sh`.
- **Log**: `/home/pghero/pgbadger_cron.log`.
- Objetivo: consolidar actividad y performance del cluster para análisis.
- El dashboard se puede consultar desde http://192.168.2.124/pg_reports/



13. Pruebas de replicación documentadas

Se ejecutaron operaciones **INSERT**, **UPDATE** y **DELETE** sobre tabla de prueba en el **nodo líder**; se habilitó **trigger de auditoría** para registrar cambios y se verificó la **replicación** en el **nodo réplica**: - **INSERT**: alta de registro; verificación en auditoría y réplica.
- **UPDATE**: modificación de campo; verificación en líder y réplica.
- **DELETE**: eliminación de registro; verificación en líder y réplica.
Resultado: la replicación funcionó conforme y las auditorías reflejaron cada operación en ambos nodos.

14. Cambios realizados (sumario)

- Implementación de **cluster HA** con Patroni + etcd + HAProxy + Keepalived y **VIP 192.168.2.200**.
- Configuración de **health-checks** HAProxy contra **REST 8008** (`/master`, `/replica`).
- Endurecimiento y **TLS** para canal de backups.
- pgBackRest con retención 30 días, full mensual e incremental diario + alertas por mail.
- Procedimientos de **DR**: restauración completa y **PITR**.
- **Pruebas** de replicación con auditoría y evidencia.
- **pgBadger** automatizado con cron y logging dedicado.

15. Recomendaciones

- Asegurar **rotación de certificados** y **credenciales**.

- Ensayar DR/PITR trimestralmente en entorno controlado.

16. Anexos

12.1 Cron de pgBadger (diario)

```
0 0 * * * /usr/bin/flock -n /home/pghero/.pgbadger.lock /bin/bash -lc '/home/pghero
/pgbadger_build_cluster.sh >> /home/pghero/pgbadger_cron.log 2>&1'
```

12.2 Comandos útiles

- Ver certificado: `openssl x509 -in <cert>.crt -noout -enddate`
- Espacio de datos: `du -h /u01`
- Estado cluster: `patronictl -c /etc/patroni/patroni.yml list postgres`

12.3 Rutas y puertos

- Repositorio backups: `/backup_space`
- TLS pgBackRest (servidor): **8432**
- HAProxy Primary/Standby: **5000/5001**
- Patroni REST: **8008**

17. Control de Whitelists (HAProxy)

13.1 Objetivo

Administrar el acceso a PostgreSQL a través de HAProxy mediante **listas blancas (whitelists)** separadas por puerto/rol, garantizando cambios **sin corte** de servicio.

13.2 Archivos

- **Archivos** (en ambos balanceadores):
  - `/etc/haproxy/whitelist_primary_5000.lst` → **Lectura/Escritura** (RW) vía **puerto 5000** (Primary).

- `/etc/haproxy/whitelist_standby_5001.lst` → **Solo lectura** (RO) vía **puerto 5001** (Standby).

- **Servidores**:
  - `192.168.2.193` (**ubuntudbha01**)
  - `192.168.2.194` (**ubuntudbha02**)
- **Ruta** en ambos: `/etc/haproxy`

Regla operativa: los cambios deben aplicarse **primero en ubuntudbha02** y luego en ubuntudbha01 para mejor fluidez de la inclusión de IP's.

13.3 Procedimiento seguro (rolling, sin corte)

6) **Respaldo de listas** (en el nodo a modificar):

```
sudo cp /etc/haproxy/whitelist_primary_5000.lst /etc/haproxy/whitelist_primar
y_5000.lst.bak.$(date +%F_%H%M)
sudo cp /etc/haproxy/whitelist_standby_5001.lst /etc/haproxy/whitelist_standb
y_5001.lst.bak.$(date +%F_%H%M)
```

7) **Edición** (agregar/quitar IPs; se aceptan IPs o rangos en notación CIDR):

```
# Ejemplos de agregado
echo "10.10.10.5" | sudo tee -a /etc/haproxy/whitelist_primary_5000.lst
echo "10.10.20.0/24" | sudo tee -a /etc/haproxy/whitelist_standby_5001.lst
```

8) **Validación de configuración**:

```
sudo haproxy -c -f /etc/haproxy/haproxy.cfg
```

Si hay errores, **no recargar**; corregir y validar nuevamente.

9) **Aplicación del cambio**:

```
sudo systemctl restart haproxy - Primeramente en el 192.168.2.19
sudo systemctl status haproxy
```

10) **Verificación**:

- Desde una IP **permitida**, probar conexión a: `VIP:5000` (RW) y `VIP:5001` (RO).

```
psql -h 192.168.2.200 -p 5000 -U <usuario> -d <db> -c 'select 1;'
psql -h 192.168.2.200 -p 5001 -U <usuario> -d <db> -c 'select 1;'
```

- Revisar logs recientes de HAProxy:

```
journalctl -u haproxy -S -5min --no-pager
```

11) **Repetir** pasos 2–6 en el segundo balanceador (orden recomendado: **primero ubuntudbha02**, luego ubuntudbha01).

13.4 Rollback

Restaurar la copia de seguridad y recargar el servicio:

```
sudo cp /etc/haproxy/whitelist_primary_5000.lst.bak.* /etc/haproxy/whitelist_primar
y_5000.lst
sudo cp /etc/haproxy/whitelist_standby_5001.lst.bak.* /etc/haproxy/whitelist_standb
y_5001.lst
sudo systemctl reload haproxy || sudo systemctl restart haproxy
```

18. Conclusión

Con base en las actividades realizadas y las evidencias documentadas, la plataforma de bases de datos **PostgreSQL HA** del MEF se encuentra **lista para su operación** con niveles de **alta disponibilidad, recuperabilidad y observabilidad básica** acordes al alcance definido. La arquitectura implementada —**Patroni + etcd** para orquestación y failover, **HAProxy + Keepalived** con **IP Flotante 192.168.2.200** para balanceo y continuidad, y **pgBackRest** (TLS, retención de 30 días) para respaldos— fue sometida a **pruebas funcionales** que incluyen:

- **Replicación** verificada mediante operaciones **INSERT/UPDATE/DELETE** y trazabilidad por auditoría en líder y réplica.
- **Backups** full e incrementales ejecutados con **notificación por correo**, validando la correcta finalización y registro de eventos.
- **Accesos** controlados mediante **whitelists** por puerto/rol (5000 RW, 5001 RO) y verificación de **health-checks** expuestos por Patroni a través de HAProxy.
- **Reportería** de actividad y performance con **pgBadger** programado por cron y revisión de logs correspondiente.

Adicionalmente, se dejaron **procedimientos de restauración completa y PITR** definidos y listos para su ejecución ante contingencias. Con lo anterior, el sistema **cumple los objetivos** de continuidad, seguridad (TLS/whitelists) y operación estandarizada. Se recomienda mantener el plan de **operación diaria (SOP)** incluido, realizar **ensayos de DR/PITR trimestrales**, y sostener la **rotación de certificados/credenciales** según calendario.

Estado final: plataforma **validada y preparada** para explotación en producción conforme a esta Memoria Técnica.

SSD SOFTWARE SUPPORT & DEPLOYMENT

ACEPTACIÓN DE SERVICIO

N° 0006130

I. INFORMACIÓN DEL CLIENTE	II. DURACIÓN DEL SERVICIO
Nombre del Cliente: MEF	Fecha: 05/01/26
Dirección: Cn ie 252	Hora de Inicio: 9:00 Hora de Fin: 15:00
Teléfono: 448 283	Cantidad de Horas Efectivas: 7

III. CONTRATO DE SERVICIO		
Posee contrato de servicios: SI	NO	Precio Total: USD GS.
Facturable: SI	NO	Son:
Número de Contrato: 426 742		Los precios no incluye IVA

IV. TRABAJOS REALIZADOS
Tipo de Asistencia: En sito
Descripción: configuración de replicación en servidor primario y secundario

V. ACEPTACIÓN DE SERVICIO	
Firma del Técnico:	Firma de Conformidad del Cliente: CI. 2038680
Aclaración: Jose Cuenca	Aclaración: Jose Cabrera

Original: Cliente (Quim. blanco) - Duplicado: Dpto. de Facturación (Quim. verde) - Triplicado: Archivo (Quim. celeste)

Web: www.ssd.com.py
Email: ssd@ssd.com.py
Teléfono: +595 21 214 805/ + 595 971 704 924
Dirección: Legión Civil Extranjera N° 935

10 Tal. 50x3 - 5.801 al 6.300 - Julio/2025

SSD SOFTWARE SUPPORT & DEPLOYMENT

ACEPTACIÓN DE SERVICIO

N° 0006131

I. INFORMACIÓN DEL CLIENTE		II. DURACIÓN DEL SERVICIO	
Nombre del Cliente: MEF		Fecha: 12/01/26	
Dirección: Chile 252		Hora de Inicio: 9:00	Hora de Fin: 15:00
Teléfono: 448 283		Cantidad de Horas Efectivas: 7	
III. CONTRATO DE SERVICIO			
Posee contrato de servicios:	SI (X) NO	Precio Total:	USD GS.
Facturable:	SI (X) NO	Son:	
Número de Contrato: 426.742		Los precios no incluye IVA	

IV. TRABAJOS REALIZADOS

Tipo de Asistencia: En sitio

Descripción: Script de restauración con notificaciones vía correo

V. ACEPTACIÓN DE SERVICIO

Firma del Técnico:	Firma de Conformidad del Cliente:
Aclaración: José Cuenca	Aclaración: José Cabrera 2038680

Original: Cliente (Quim. blanco) - Duplicado: Dpto. de Facturación (Quim. verde) - Triplicado: Archivo (Quim. celeste)

Web: www.ssd.com.py
Email: ssd@ssd.com.py
Teléfono: +595 21 214 805/ + 595 971 704 924
Dirección: Legión Civil Extranjera N° 935

10 Tal. 50x3 - 5.801 al 6.300 - Julio/2025

SSD SOFTWARE SUPPORT & DEPLOYMENT

ACEPTACIÓN DE SERVICIO

N° 0006132

I. INFORMACIÓN DEL CLIENTE	II. DURACIÓN DEL SERVICIO
Nombre del Cliente: MEF	Fecha: 19/01/26
Dirección: Chile 252	Hora de Inicio: 9:00 Hora de Fin: 15:00
Teléfono: 448 283	Cantidad de Horas Efectivas: 7

III. CONTRATO DE SERVICIO		
Posee contrato de servicios: (SI)	NO	Precio Total: — USD GS.
Facturable: (SI)	NO	Son: —
Número de Contrato: 426.742		Los precios no incluye IVA

IV. TRABAJOS REALIZADOS
Tipo de Asistencia: En sitio
Descripción: script de copia de seguridad con notificación vía correo

V. ACEPTACIÓN DE SERVICIO	
Firma del Técnico:	Firma de Conformidad del Cliente:
Aclaración: José Cuenca	Aclaración: José Cabrera 2038680

Original: Cliente (Quim. blanco) - Duplicado: Dpto. de Facturación (Quim. verde) - Triplicado: Archivo (Quim. celeste)

Web: www.ssd.com.py
Email: ssd@ssd.com.py
Teléfono: +595 21 214 805/ + 595 971 704 924
Dirección: Legión Civil Extranjera N° 935

10 Tal. 50x3 - 5.801 al 6.300 - Julio/2025

SSD SOFTWARE SUPPORT & DEPLOYMENT

ACEPTACIÓN DE SERVICIO

N° 0006133

I. INFORMACIÓN DEL CLIENTE	II. DURACIÓN DEL SERVICIO
Nombre del Cliente: MEF	Fecha: 2/02/26
Dirección: Chile 252	Hora de Inicio: 9:00 Hora de Fin: 15:00
Teléfono: 448 253	Cantidad de Horas Efectivas: 7

III. CONTRATO DE SERVICIO		
Posee contrato de servicios:	(SI) NO	Precio Total: USD GS.
Facturable:	(SI) NO	Son:
Número de Contrato: 426. 742		Los precios no incluye IVA

IV. TRABAJOS REALIZADOS

Tipo de Asistencia: En sitio

Descripción: Script de Copia de seguridad con PITM

Script de copia de restauración con PITM

V. ACEPTACIÓN DE SERVICIO

Firma del Técnico:	Firma de Conformidad del Cliente:
Aclaración: José Cuenca	Aclaración: Jose Cabrera 2038680

Original: Cliente (Quim. blanco) - Duplicado: Dpto. de Facturación (Quim. verde) - Triplicado: Archivo (Quim. celeste)

Web: www.ssd.com.py
Email: ssd@ssd.com.py
Teléfono: +595 21 214 805/ + 595 971 704 924
Dirección: Legión Civil Extranjera N° 935

10 Tal. 50x3 - 5.801 al 6.300 - Julio/2025

SSD SOFTWARE SUPPORT & DEPLOYMENT

ACEPTACIÓN DE SERVICIO

N° 0006134

I. INFORMACIÓN DEL CLIENTE	II. DURACIÓN DEL SERVICIO
Nombre del Cliente: MEF	Fecha: 09/02/26
Dirección: Ch. e 252	Hora de Inicio: 9:00 Hora de Fin: 15:00
Teléfono: 448 253	Cantidad de Horas Efectivas: (7)

III. CONTRATO DE SERVICIO		
Posee contrato de servicios:	(SI) NO	Precio Total: USD GS.
Facturable:	(SI) NO	Son:
Número de Contrato: 426.742		Los precios no incluye IVA

IV. TRABAJOS REALIZADOS
Tipo de Asistencia: En sitio
Descripción: Script de gestion del Periodo de retencion de respaldos servicio de monitoreo

V. ACEPTACIÓN DE SERVICIO	
Firma del Técnico:	Firma de Conformidad del Cliente:
Aclaración: José Cuenca	Aclaración: José Cabrera 2038680

Original: Cliente (Quim. blanco) - Duplicado: Dpto. de Facturación (Quim. verde) - Triplicado: Archivo (Quim. celeste)

Web: www.ssd.com.py
Email: ssd@ssd.com.py
Teléfono: +595 21 214 805/ + 595 971 704 924
Dirección: Legión Civil Extranjera N° 935

10 Tal. 50x3 - 5.801 al 6.300 - Julio/2025