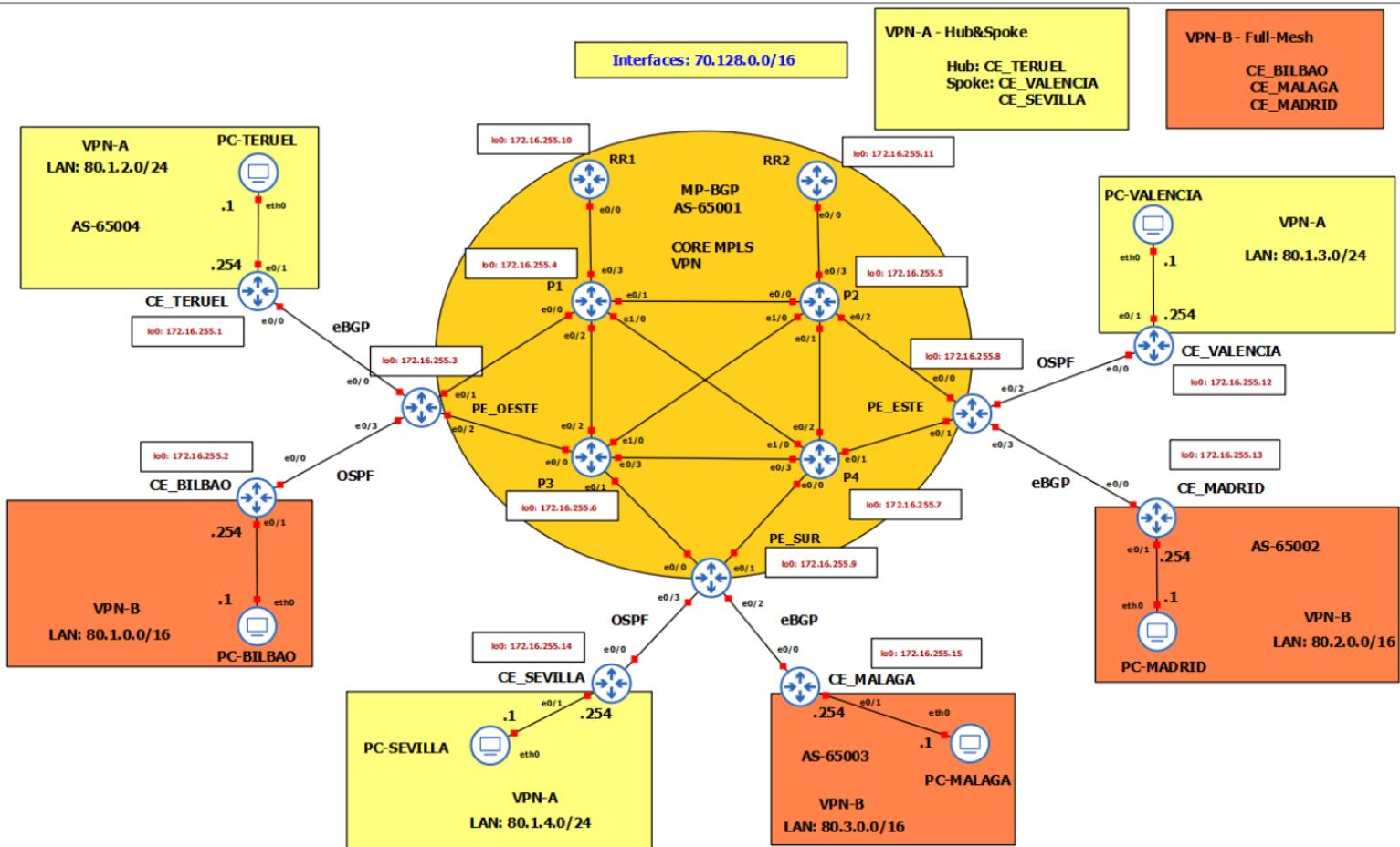


Redes privadas virtuales de nivel 3 sobre una red MPLS (BGP/MPLS IP VPNs)



Subred Interfaces (/30)	Router	Interfaz	IP Interfaz	IP Interfaz	Interfaz	Router
70.128.0.0	CE_BILBAO	e0/0	70.128.0.1	70.128.0.2	e0/3	PE_OESTE
70.128.0.4	CE_TERUEL	e0/0	70.128.0.5	70.128.0.6	e0/0	PE_OESTE
70.128.0.8	PE_OESTE	e0/1	70.128.0.9	70.128.0.10	e0/0	P1
70.128.0.12	PE_OESTE	e0/2	70.128.0.13	70.128.0.14	e0/0	P3
70.128.0.16	P1	e0/1	70.128.0.17	70.128.0.18	e0/0	P2
70.128.0.20	P1	e0/2	70.128.0.21	70.128.0.22	e0/2	P3
70.128.0.24	P1	e0/3	70.128.0.25	70.128.0.26	e0/0	RR1
70.128.0.28	P1	e1/0	70.128.0.29	70.128.0.30	e1/0	P4
70.128.0.32	P2	e0/3	70.128.0.33	70.128.0.34	e0/0	RR2
70.128.0.36	P2	e0/1	70.128.0.37	70.128.0.38	e0/2	P4
70.128.0.40	P2	e1/0	70.128.0.41	70.128.0.42	e1/0	P3
70.128.0.44	P2	e0/2	70.128.0.45	70.128.0.46	e0/0	PE_ESTE
70.128.0.48	P4	e0/1	70.128.0.49	70.128.0.50	e0/1	PE_ESTE
70.128.0.52	P4	e0/3	70.128.0.53	70.128.0.54	e0/3	P3
70.128.0.56	P4	e0/0	70.128.0.57	70.128.0.58	e0/1	PE_SUR
70.128.0.60	P3	e0/1	70.128.0.61	70.128.0.62	e0/0	PE_SUR
70.128.0.64	PE_ESTE	e0/2	70.128.0.65	70.128.0.66	e0/0	CE_VALENCIA
70.128.0.68	PE_ESTE	e0/3	70.128.0.69	70.128.0.70	e0/0	CE_MADRID
70.128.0.72	PE_SUR	e0/3	70.128.0.73	70.128.0.74	e0/0	CE_SEVILLA
70.128.0.76	PE_SUR	e0/2	70.128.0.77	70.128.0.78	e0/0	CE_MALAGA

Tabla de contenido

1.	Verificación de la configuración de partida.....	4
•	Realizar pruebas de conectividad entre interfaces conectadas al mismo enlace.....	4
•	Verificar que las tablas de encaminamiento de los PE, P y RR contienen las direcciones de Loopback del core.4	
•	Comprobar que las tablas de reenvío de MPLS contienen la información adecuada sobre los LSP entre PE.6	
2.	Rellenar la tabla con la información relacionada con las VPN.....	6
3.	Crear malla de vecindades MP-iBGP entre los PE.....	7
•	Número de proceso BGP debe coincidir con número de AS.....	7
•	Configurar familia de direcciones VPN-IPv4	7
•	Mostrar las vecindades MP-iBGP de los routers PE, una vez finalizada esta etapa de configuración.....	7
4.	Configuración de cada una de las VRF en cada router PE.....	8
•	Asignar a cada VRF el nombre, el identificador de RD y las listas de RT de importación y exportación, de acuerdo a la política de comunicación de cada VPN.....	8
•	Asociar cada VRF a la interfaz del PE adecuada.....	8
•	El resultado de la ejecución de la orden que muestra los detalles de las VRF en uno de los PE, en el que se puedan observar los parámetros configurados.....	9
•	El resultado de la ejecución de la orden que le permita ver los contenidos de una de las VRF. Comente el resultado.....	9
•	El resultado de la ejecución de la orden que le permita ver la tabla de encaminamiento “por defecto” (no VRF) de uno de los PE. ¿Aparece en esta tabla de encaminamiento el enlace local con el CE? ¿A qué es debido?.....10	
5.	Configuración de las sedes de la VPN-B (full-meshed).....	10
•	Enlaces CE-PE con protocolo eBPG:	10
•	Enlaces CE-PE con protocolo OSPF:.....	12
6.	Configuración de las sedes de la VPN-A (hub&spoke):.....	14
•	Repetir los pasos de configuración de las sedes de la VPN-B, teniendo en cuenta en cada pareja CE-PE el protocolo de routing utilizado. (Se configura igual, aquí están ya los filtros aplicados).	14
7.	Configuración de una pareja de Route Reflectors:	15
•	Cluster con un único Route Reflector (RR1)	15
•	Comprobaciones:	16
•	Cluster con dos Route Reflectors (RR1 y RR2).....	18
8.	Análisis de tráfico MP-iBGP en el core.....	19
•	Filtro	19
•	Tráfico capturado con #clear ip bgp *	20
•	Tráfico capturado con “shutdown” / “no shutdown” en una interfaz de un CE.....	23

Tabla de ilustraciones

Ilustración 1: ping PC-TERUEL a CE-TERUEL.....	4
Ilustración 2: ping CE-TERUEL a PE_OESTE	4
Ilustración 3: ping PE_OESTE a P3	4
Ilustración 4: Tabla de encaminamiento de PE_OESTE	4
Ilustración 5: Tabla de encaminamiento de P3	5
Ilustración 6: Tabla de encaminamiento de RR1	5
Ilustración 7: Tabla de reenvío de PE_OESTE	6
Ilustración 8: Tabla de reenvío de P1.....	6
Ilustración 9: Tabla de reenvío de P4.....	6
Ilustración 10: Configurar BGP en PE-OESTE	7
Ilustración 11: Configurar la familia de dir. VPN-IPv4 en PE-ESTE.....	7
Ilustración 12: Vecindades MP-iBGP en PE-OESTE	7
Ilustración 13: Vecindades MP-iBGP en PE-ESTE.....	8
Ilustración 14: Vecindades MP-iBGP en PE-SUR.....	8
Ilustración 15: Configurar VRF SUR-SEVILLA en PE-SUR	8
Ilustración 16: Configurar VRF a su interfaz y volver a configurar Ip y mascara de interfaz.....	8
Ilustración 17: Detalles de VRFs PE-SUR	9
Ilustración 18: Contenido de VRF SUR-SEVILLA	9
Ilustración 19: Tabla de encaminamiento de PE_SUR después de VRF	10
Ilustración 20: Tabla de encaminamiento vrf ESTE-MADRID con eBGP	11
Ilustración 21: Tabla de encaminamiento CE-MADRID con eBGP	12
Ilustración 22: Tabla de encaminamiento vrf OESTE-BILBAO con OSPF	13
Ilustración 23: Tabla de encaminamiento CE-BILBAO con OSPF	13
Ilustración 24: Tabla de encaminamiento CE-MALAGA con OSPF	14

1. Verificación de la configuración de partida.

- Realizar pruebas de conectividad entre interfaces conectadas al mismo enlace.

```
root@PC-TERUEL:~# ping -c1 80.1.2.254
PING 80.1.2.254 (80.1.2.254): 56 data bytes
64 bytes from 80.1.2.254: icmp_seq=0 ttl=255 time=0.200 ms
--- 80.1.2.254 ping statistics ---
1 packets transmitted, 1 packets received, 0% packet loss
round-trip min/avg/max/stddev = 0.200/0.200/0.200/0.000 ms
root@PC-TERUEL:~#
```

Ilustración 1: ping PC-TERUEL a CE-TERUEL

```
CE_TERUEL#ping 70.128.0.6
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 70.128.0.6, timeout is 2 seconds:
!!!!!
Success rate is 80 percent (4/5), round-trip min/avg/max = 1/1/1 ms
CE_TERUEL#
```

Ilustración 2: ping CE-TERUEL a PE_OESTE

```
PE_OESTE#ping 70.128.0.14
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 70.128.0.14, timeout is 2 seconds:
!!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 1/1/1 ms
PE_OESTE#
```

Ilustración 3: ping PE_OESTE a P3

- Verificar que las tablas de encaminamiento de los PE, P y RR contienen las direcciones de Loopback del core.

```
PE_OESTE#show ip route
Codes: L - local, C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
      D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
      N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
      E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
      i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
      ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
      o - ODR, P - periodic downloaded static route, H - NHRP, l - LISPs
      + - replicated route, % - next hop override

Gateway of last resort is not set

    70.0.0.0/8 is variably subnetted, 8 subnets, 2 masks
C      70.128.0.0/30 is directly connected, Ethernet0/3
L      70.128.0.2/32 is directly connected, Ethernet0/3
C      70.128.0.4/30 is directly connected, Ethernet0/0
L      70.128.0.6/32 is directly connected, Ethernet0/0
C      70.128.0.8/30 is directly connected, Ethernet0/1
L      70.128.0.9/32 is directly connected, Ethernet0/1
C      70.128.0.12/30 is directly connected, Ethernet0/2
L      70.128.0.13/32 is directly connected, Ethernet0/2
    172.16.0.0/32 is subnetted, 9 subnets
C      172.16.255.3 is directly connected, Loopback0
O      172.16.255.4 [110/11] via 70.128.0.10, 00:12:23, Ethernet0/1
O      172.16.255.5 [110/21] via 70.128.0.14, 00:12:13, Ethernet0/2
          [110/21] via 70.128.0.10, 00:12:13, Ethernet0/1
O      172.16.255.6 [110/11] via 70.128.0.14, 00:12:13, Ethernet0/2
O      172.16.255.7 [110/21] via 70.128.0.14, 00:12:13, Ethernet0/2
          [110/21] via 70.128.0.10, 00:12:13, Ethernet0/1
O      172.16.255.8 [110/31] via 70.128.0.14, 00:12:13, Ethernet0/2
          [110/31] via 70.128.0.10, 00:12:13, Ethernet0/1
O      172.16.255.9 [110/21] via 70.128.0.14, 00:12:13, Ethernet0/2
O      172.16.255.10 [110/21] via 70.128.0.10, 00:12:13, Ethernet0/1
O      172.16.255.11 [110/31] via 70.128.0.14, 00:12:13, Ethernet0/2
          [110/31] via 70.128.0.10, 00:12:13, Ethernet0/1
PE_OESTE#
```

Ilustración 4: Tabla de encaminamiento de PE_OESTE

```

P3#show ip route
Codes: L - local, C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
      D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
      N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
      E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
      i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
      ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
      o - ODR, P - periodic downloaded static route, H - NHRP, l - LISP
      + - replicated route, % - next hop override

Gateway of last resort is not set

      70.0.0.0/8 is variably subnetted, 10 subnets, 2 masks
C        70.128.0.12/30 is directly connected, Ethernet0/0
L        70.128.0.14/32 is directly connected, Ethernet0/0
C        70.128.0.20/30 is directly connected, Ethernet0/2
L        70.128.0.22/32 is directly connected, Ethernet0/2
C        70.128.0.40/30 is directly connected, Ethernet1/0
L        70.128.0.42/32 is directly connected, Ethernet1/0
C        70.128.0.52/30 is directly connected, Ethernet0/3
L        70.128.0.54/32 is directly connected, Ethernet0/3
C        70.128.0.60/30 is directly connected, Ethernet0/1
L        70.128.0.61/32 is directly connected, Ethernet0/1
      172.16.0.0/32 is subnetted, 9 subnets
O          172.16.255.3 [110/11] via 70.128.0.13, 00:16:33, Ethernet0/0
O          172.16.255.4 [110/11] via 70.128.0.21, 00:16:33, Ethernet0/2
O          172.16.255.5 [110/11] via 70.128.0.41, 00:16:33, Ethernet1/0
C          172.16.255.6 is directly connected, Loopback0
O          172.16.255.7 [110/11] via 70.128.0.53, 00:16:33, Ethernet0/3
O          172.16.255.8 [110/21] via 70.128.0.53, 00:16:23, Ethernet0/3
              [110/21] via 70.128.0.41, 00:16:23, Ethernet1/0
O          172.16.255.9 [110/11] via 70.128.0.62, 00:16:23, Ethernet0/1
O          172.16.255.10 [110/21] via 70.128.0.21, 00:16:23, Ethernet0/2
O          172.16.255.11 [110/21] via 70.128.0.41, 00:16:33, Ethernet1/0
P3#

```

Ilustración 5: Tabla de encaminamiento de P3

```

RR1#show ip route
Codes: L - local, C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
      D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
      N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
      E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
      i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
      ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
      o - ODR, P - periodic downloaded static route, H - NHRP, l - LISP
      + - replicated route, % - next hop override

Gateway of last resort is not set

      70.0.0.0/8 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C        70.128.0.24/30 is directly connected, Ethernet0/0
L        70.128.0.26/32 is directly connected, Ethernet0/0
      172.16.0.0/32 is subnetted, 9 subnets
O          172.16.255.3 [110/21] via 70.128.0.25, 00:19:04, Ethernet0/0
O          172.16.255.4 [110/11] via 70.128.0.25, 00:19:04, Ethernet0/0
O          172.16.255.5 [110/21] via 70.128.0.25, 00:19:04, Ethernet0/0
O          172.16.255.6 [110/21] via 70.128.0.25, 00:19:04, Ethernet0/0
O          172.16.255.7 [110/21] via 70.128.0.25, 00:19:04, Ethernet0/0
O          172.16.255.8 [110/31] via 70.128.0.25, 00:19:04, Ethernet0/0
O          172.16.255.9 [110/31] via 70.128.0.25, 00:18:54, Ethernet0/0
C          172.16.255.10 is directly connected, Loopback0
O          172.16.255.11 [110/31] via 70.128.0.25, 00:19:04, Ethernet0/0
RR1#

```

Ilustración 6: Tabla de encaminamiento de RR1

- Comprobar que las tablas de reenvío de MPLS contienen la información adecuada sobre los LSP entre PE.

```
PE_OESTE#show mpls forwarding-table
Local      Outgoing    Prefix          Bytes Label   Outgoing      Next Hop
Label      Label       or Tunnel Id   Switched     interface
104        Pop Label   172.16.255.4/32 0           Et0/1        70.128.0.10
105        207         172.16.255.11/32 0          Et0/1        70.128.0.10
106        405         172.16.255.11/32 0          Et0/2        70.128.0.14
107        208         172.16.255.10/32 0          Et0/1        70.128.0.10
108        411         172.16.255.9/32 0           Et0/2        70.128.0.14
109        210         172.16.255.8/32 0           Et0/1        70.128.0.10
110        412         172.16.255.8/32 0           Et0/2        70.128.0.14
111        211         172.16.255.7/32 0           Et0/1        70.128.0.10
112        406         172.16.255.7/32 0           Et0/2        70.128.0.14
113        Pop Label   172.16.255.6/32 0           Et0/2        70.128.0.14
114        205         172.16.255.5/32 0           Et0/1        70.128.0.10
115        407         172.16.255.5/32 0           Et0/2        70.128.0.14
PE_OESTE#
```

Ilustración 7: Tabla de reenvío de PE_OESTE

```
P1#show mpls forwarding-table
Local      Outgoing    Prefix          Bytes Label   Outgoing      Next Hop
Label      Label       or Tunnel Id   Switched     interface
205        Pop Label   172.16.255.5/32 0           Et0/1        70.128.0.18
206        Pop Label   172.16.255.3/32 0           Et0/0        70.128.0.9
207        307         172.16.255.11/32 0          Et0/1        70.128.0.18
208        No Label   172.16.255.10/32 0          Et0/3        70.128.0.26
209        411         172.16.255.9/32 0           Et0/2        70.128.0.22
210        511         172.16.255.9/32 0           Et1/0        70.128.0.30
211        310         172.16.255.8/32 0           Et0/1        70.128.0.18
212        512         172.16.255.8/32 0           Et1/0        70.128.0.30
213        Pop Label   172.16.255.7/32 0           Et1/0        70.128.0.30
214        Pop Label   172.16.255.6/32 0           Et0/2        70.128.0.22
P1#
```

Ilustración 8: Tabla de reenvío de P1

```
P4#show mpls forwarding-table
Local      Outgoing    Prefix          Bytes Label   Outgoing      Next Hop
Label      Label       or Tunnel Id   Switched     interface
505        307         172.16.255.11/32 0          Et0/2        70.128.0.37
506        Pop Label   172.16.255.6/32 0           Et0/3        70.128.0.54
507        Pop Label   172.16.255.5/32 0           Et0/2        70.128.0.37
508        Pop Label   172.16.255.4/32 0           Et1/0        70.128.0.29
509        206         172.16.255.3/32 0           Et1/0        70.128.0.29
510        409         172.16.255.3/32 0           Et0/3        70.128.0.54
511        208         172.16.255.10/32 0          Et1/0        70.128.0.29
512        Pop Label   172.16.255.9/32 0           Et0/0        70.128.0.58
513        Pop Label   172.16.255.8/32 0           Et0/1        70.128.0.50
P4#
```

Ilustración 9: Tabla de reenvío de P4

Comprobamos que PE_OESTE llega a PE_ESTE a través de varios túneles, uno de ellos sería:

PE_OESTE (108/210) --> P1 (210/512) --> P4 (512/Pop Label)

P4 realiza PHP por lo que termina reenviando el datagrama a PE_ESTE a través de IP.

2. Rellenar la tabla con la información relacionada con las VPN.

NODO	SEDE	NOMBRE VRF	RD	RT exportacion	RT importacion
PE_OESTE	TERUEL (VPN-A)	OESTE-TRUEL	65001:1	65001:11	65001:12
	BILBAO (VPN-B)	OESTE-BILBAO	65001:2	65001:10	65001:10
PE_ESTE	VALENCIA (VPN-A)	ESTE-VALENCIA	65001:3	65001:12	65001:11
	MADRID (VPN-B)	ESTE-MADRID	65001:4	65001:10	65001:10
PE_SUR	SEVILLA (VPN-A)	SUR-SEVILLA	65001:5	65001:12	65001:11
	MALAGA (VPN-B)	SUR-MALAGA	65001:6	65001:10	65001:10

Tabla 1: Parámetros de VRF

3. Crear malla de vecindades MP-iBGP entre los PE.

- Número de proceso BGP debe coincidir con número de AS.

```
PE_OESTE#enable
PE_OESTE#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
PE_OESTE(config)#router bgp 65001
PE_OESTE(config-router)#neighbor 172.16.255.9 remote-as 65001
PE_OESTE(config-router)#neighbor 172.16.255.9 update-source Loopback 0
PE_OESTE(config-router)#neighbor 172.16.255.8 remote-as 65001
PE_OESTE(config-router)#neighbor 172.16.255.8 update-source Loopback 0
PE_OESTE(config-router)#end
PE_OESTE#
```

Ilustración 10: Configurar BGP en PE-OESTE

- Configurar familia de direcciones VPN-IPv4

```
PE_ESTE#enable
PE_ESTE#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
PE_ESTE(config)#router bgp 65001
PE_ESTE(config-router)#address-family vpnv4 unicast
PE_ESTE(config-router-af)#neighbor 172.16.255.3 send-community extended
% Activate the neighbor for the address family first
PE_ESTE(config-router-af)#neighbor 172.16.255.3 activate
*Feb 23 15:46:10.695: %BGP-5-ADJCHANGE: neighbor 172.16.255.3 Up
PE_ESTE(config-router-af)#neighbor 172.16.255.9 send-community extended
% Activate the neighbor for the address family first
PE_ESTE(config-router-af)#neighbor 172.16.255.9 activate
PE_ESTE(config-router-af)#
*Feb 23 15:47:27.780: %BGP-5-ADJCHANGE: neighbor 172.16.255.9 Down Capability changed
*Feb 23 15:47:27.780: %BGP_SESSION-5-ADJCHANGE: neighbor 172.16.255.9 IPv4 Unicast topology base removed from session Capability changed
*Feb 23 15:47:28.786: %BGP-5-ADJCHANGE: neighbor 172.16.255.9 Up
PE_ESTE(config-router-af)#end
```

Ilustración 11: Configurar la familia de dir. VPN-IPv4 en PE-ESTE

(Direccion Loopback + Up significa que se ha configurado bien)

- Utilizar direcciones de loopback para establecer las vecindades MP-iBGP.
- Mostrar las vecindades MP-iBGP de los routers PE, una vez finalizada esta etapa de configuración.

```
PE_OESTE#show bgp vpnv4 unicast all summary
:BGP router identifier 172.16.255.3, local AS number 65001
:BGP table version is 1, main routing table version 1
:
Neighbor      V          AS MsgRcvd MsgSent    TblVer  InQ OutQ Up/Down  State/PfxRcd
172.16.255.8  4        65001      15      13      1      0      0 00:10:52      0
172.16.255.9  4        65001      19      19      1      0      0 00:13:51      0
PE_OESTE#
```

Ilustración 12: Vecindades MP-iBGP en PE-OESTE

```

PE_ESTE#show bgp vpng4 unicast all summary
BGP router identifier 172.16.255.8, local AS number 65001
BGP table version is 1, main routing table version 1

Neighbor      V          AS MsgRcvd MsgSent   TblVer  InQ OutQ Up/Down  State/PfxRcd
172.16.255.3  4          65001      8       10        1     0    0 00:05:28      0
172.16.255.9  4          65001      6       6        1     0    0 00:04:10      0
PE_ESTE#

```

Ilustración 13: Vecindades MP-iBGP en PE-ESTE

```

PE_SUR#show bgp vpng4 unicast all summary
BGP router identifier 172.16.255.9, local AS number 65001
BGP table version is 1, main routing table version 1

Neighbor      V          AS MsgRcvd MsgSent   TblVer  InQ OutQ Up/Down  State/PfxRcd
172.16.255.3  4          65001      17      17        1     0    0 00:12:34      0
172.16.255.8  4          65001      10      11        1     0    0 00:08:17      0
PE_SUR#

```

Ilustración 14: Vecindades MP-iBGP en PE-SUR

4. Configuración de cada una de las VRF en cada router PE.

- Asignar a cada VRF el nombre, el identificador de RD y las listas de RT de importación y exportación, de acuerdo a la política de comunicación de cada VPN.

```

PE_SUR#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
PE_SUR(config)#ip vrf SUR-SEVILLA
PE_SUR(config-vrf)#rd 65001:5
PE_SUR(config-vrf)#route-target export 65001:12
PE_SUR(config-vrf)#route-target import 65001:11
PE_SUR(config-vrf)#end
PE_SUR#

```

Ilustración 15: Configurar VRF SUR-SEVILLA en PE-SUR

- Asociar cada VRF a la interfaz del PE adecuada.

```

PE_SUR#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
PE_SUR(config)#interface e0/3
PE_SUR(config-if)#ip vrf forwarding SUR-SEVILLA
% Interface Ethernet0/3 IPv4 disabled and address(es) removed due to enabling VR
F SUR-SEVILLA
PE_SUR(config-if)#ip address 70.128.0.73 255.255.255.252
PE_SUR(config-if)#exit
PE_SUR(config)#exit
PE_SUR#

```

Ilustración 16: Configurar VRF a su interfaz y volver a configurar Ip y mascara de interfaz

- El resultado de la ejecución de la orden que muestra los detalles de las VRF en uno de los PE, en el que se puedan observar los parámetros configurados.

```
PE_SUR#show vrf detail
VRF SUR-MALAGA (VRF Id = 2); default RD 65001:6; default VPNID <not set>
  Interfaces:
    Et0/2
  Address family ipv4 (Table ID = 2 (0x2)):
    Export VPN route-target communities
      RT:65001:10
    Import VPN route-target communities
      RT:65001:10
    No import route-map
    No export route-map
    VRF label distribution protocol: not configured
    VRF label allocation mode: per-prefix
  Address family ipv6 not active

VRF SUR-SEVILLA (VRF Id = 1); default RD 65001:5; default VPNID <not set>
  Interfaces:
    Et0/3
  Address family ipv4 (Table ID = 1 (0x1)):
    Export VPN route-target communities
      RT:65001:12
    Import VPN route-target communities
      RT:65001:11
    No import route-map
    No export route-map
    VRF label distribution protocol: not configured
    VRF label allocation mode: per-prefix
  Address family ipv6 not active

PE_SUR#
```

Ilustración 17: Detalles de VRFs PE-SUR

- El resultado de la ejecución de la orden que le permita ver los contenidos de una de las VRF. Comente el resultado.

```
PE_SUR#show ip route vrf SUR-SEVILLA

Routing Table: SUR-SEVILLA
Codes: L - local, C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
      D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
      N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
      E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
      i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
      ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
      o - ODR, P - periodic downloaded static route, H - NHRP, l - LISP
      + - replicated route, % - next hop override

Gateway of last resort is not set

      70.0.0.0/8 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C        70.128.0.72/30 is directly connected, Ethernet0/3
L        70.128.0.73/32 is directly connected, Ethernet0/3

PE_SUR#
```

Ilustración 18: Contenido de VRF SUR-SEVILLA

- El resultado de la ejecución de la orden que le permita ver la tabla de encaminamiento “por defecto” (no VRF) de uno de los PE. ¿Aparece en esta tabla de encaminamiento el enlace local con el CE? ¿A qué es debido?

En la tabla aparecen las rutas a los routers del core. Los enlaces a los CE locales no aparecen ya que están asociados a las VRFs.

```
PE_SUR#show ip route
Codes: L - local, C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
      D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
      N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
      E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
      i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
      ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
      o - ODR, P - periodic downloaded static route, H - NHRP, l - LIS
      + - replicated route, % - next hop override

Gateway of last resort is not set

      70.0.0.0/8 is variably subnetted, 4 subnets, 2 masks
C        70.128.0.56/30 is directly connected, Ethernet0/1
L        70.128.0.58/32 is directly connected, Ethernet0/1
C        70.128.0.60/30 is directly connected, Ethernet0/0
L        70.128.0.62/32 is directly connected, Ethernet0/0
      172.16.0.0/32 is subnetted, 9 subnets
O          172.16.255.3 [110/21] via 70.128.0.61, 18:15:10, Ethernet0/0
O          172.16.255.4 [110/21] via 70.128.0.61, 18:15:10, Ethernet0/0
O          [110/21] via 70.128.0.57, 00:04:42, Ethernet0/1
O          172.16.255.5 [110/21] via 70.128.0.61, 18:15:10, Ethernet0/0
O          [110/21] via 70.128.0.57, 00:04:42, Ethernet0/1
O          172.16.255.6 [110/11] via 70.128.0.61, 18:15:10, Ethernet0/0
O          172.16.255.7 [110/11] via 70.128.0.57, 00:04:42, Ethernet0/1
O          172.16.255.8 [110/21] via 70.128.0.57, 00:04:42, Ethernet0/1
C          172.16.255.9 is directly connected, Loopback0
O          172.16.255.10 [110/31] via 70.128.0.61, 18:15:10, Ethernet0/0
O          [110/31] via 70.128.0.57, 00:04:42, Ethernet0/1
O          172.16.255.11 [110/31] via 70.128.0.61, 18:15:10, Ethernet0/0
O          [110/31] via 70.128.0.57, 00:04:42, Ethernet0/1
PE_SUR#
```

Ilustración 19: Tabla de encaminamiento de PE_SUR después de VRF

5. Configuración de las sedes de la VPN-B (full-meshed):

- Enlaces CE-PE con protocolo eBPG:
 - Configuración en el proceso BGP del PE: asociar la familia de direcciones IPv4 al nombre de la VRF y establecer vecindad eBGP con CE.

```
PE-SUR# enable
PE-SUR# configure terminal
PE-SUR# router bgp 65001
PE-SUR# address-family ipv4 vrf SUR-MALAGA
PE-SUR# neighbor 70.128.0.78 remote-as 65003
PE-SUR# neighbor 70.128.0.78 activate
PE-SUR# end
```

- Creación y configuración del proceso eBGP en el CE: establecer vecindad eBGP con PE y definir los prefijos exportados.

```
CE-MALAGA# enable
CE-MALAGA# configure terminal
CE-MALAGA# router bgp 65003
CE-MALAGA# neighbor 70.128.0.77 remote-as 65001
CE-MALAGA# address-family ipv4
CE-MALAGA# neighbor 70.128.0.77 activate
CE-MALAGA# network 80.3.0.0 mask 255.255.0.0
CE-MALAGA# end
```

- ¿Por qué para las vecindades eBGP entre PE y CE se le pide que utilice las direcciones físicas de los equipos en lugar de las direcciones de *loopback*?

La vecindad eBGP entre PE y CE se hace con las direcciones físicas porque están directamente conectados, no interesa hacerlo con loopback ya que solo queremos alcanzar el PE mediante una sola ruta. En el core, como no son todos adyacentes, es necesario hacer las vecindades con las direcciones de loopback.

- Tablas VRF de uno de los PE configurados con eBGP y comentario de la comparación entre ambas:

```
PE_ESTE#show ip route vrf ESTE-MADRID

Routing Table: ESTE-MADRID
Codes: L - local, C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
      D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
      N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
      E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
      i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
      ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
      o - ODR, P - periodic downloaded static route, H - NHRP, l - LIS
      + - replicated route, % - next hop override

Gateway of last resort is not set

    70.0.0.0/8 is variably subnetted, 3 subnets, 2 masks
B        70.128.0.0/30 [200/0] via 172.16.255.3, 00:11:27
C        70.128.0.68/30 is directly connected, Ethernet0/3
L        70.128.0.69/32 is directly connected, Ethernet0/3
          80.0.0.0/16 is subnetted, 3 subnets
B            80.1.0.0 [200/20] via 172.16.255.3, 00:11:27
B            80.2.0.0 [200/20] via 70.128.0.70, 00:58:38
B            80.3.0.0 [200/0] via 172.16.255.9, 00:41:57
PE ESTE#
```

Ilustración 20: Tabla de encaminamiento vrf ESTE-MADRID con eBGP

- Tabla de encaminamiento de uno de los dos CE configurados con eBGP y comentario:

```
CE_MADRID#show ip route
Codes: L - local, C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
      D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
      N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
      E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
      i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
      ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
      o - ODR, P - periodic downloaded static route, H - NHRP, l - LISP
      + - replicated route, % - next hop override

Gateway of last resort is not set

    70.0.0.0/8 is variably subnetted, 3 subnets, 2 masks
B        70.128.0.0/30 [20/0] via 70.128.0.69, 00:12:41
C        70.128.0.68/30 is directly connected, Ethernet0/0
L        70.128.0.70/32 is directly connected, Ethernet0/0
    80.0.0.0/8 is variably subnetted, 4 subnets, 2 masks
B        80.1.0.0/16 [20/0] via 70.128.0.69, 00:12:41
C        80.2.0.0/16 is directly connected, Ethernet0/1
L        80.2.0.254/32 is directly connected, Ethernet0/1
B        80.3.0.0/16 [20/0] via 70.128.0.69, 00:43:11
        172.16.0.0/32 is subnetted, 1 subnets
C          172.16.255.13 is directly connected, Loopback0
CE_MADRID#
```

Ilustración 21: Tabla de encaminamiento CE-MADRID con eBGP

- Enlaces CE-PE con protocolo OSPF:

- Creación y configuración de un proceso OSPF en PE (diferente al del core) asociado a la VRF. En este proceso OSPF se deben redistribuir hacia el CE las rutas aprendidas por MP-iBGP desde los otros PE.
- En el proceso BGP del PE se deben redistribuir las rutas aprendidas del CE por OSPF hacia MP-iBGP para su exportación a otros PE.

```
PE-OESTE# enable
PE-OESTE# configure terminal
PE-OESTE# router ospf 2 vrf OESTE-BILBAO
PE-OESTE# network 70.128.0.0 0.0.0.3 area 0
PE-OESTE# redistribute bgp 65001 subnets
PE-OESTE# router bgp 65001
PE-OESTE# address-family ipv4 vrf OESTE-BILBAO
PE-OESTE# redistribute ospf 2 vrf OESTE-BILBAO
PE-OESTE# end
```

- Creación y configuración de proceso OSPF en el CE para intercambio de la información de routing adecuada con el PE.

```
CE-BILBAO# enable
CE-BILBAO# configure terminal
CE-BILBAO# router ospf 2
CE-BILBAO# network 70.128.0.0 0.0.0.3 area 0
CE-BILBAO# network 80.1.0.0 0.0.255.255 area 0
CE-BILBAO# end
```

- Contenido de la VRF OESTE-BILBAO en PE_OESTE y comentario:

```
PE_OESTE#show ip route vrf OESTE-BILBAO

Routing Table: OESTE-BILBAO
Codes: L - local, C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
      D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
      N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
      E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
      i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
      ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
      o - ODR, P - periodic downloaded static route, H - NHRP, l - LISP
      + - replicated route, % - next hop override

Gateway of last resort is not set

    70.0.0.0/8 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C        70.128.0.0/30 is directly connected, Ethernet0/3
L        70.128.0.2/32 is directly connected, Ethernet0/3
          80.0.0.0/16 is subnetted, 3 subnets
O          80.1.0.0 [110/20] via 70.128.0.1, 00:22:23, Ethernet0/3
B          80.2.0.0 [200/0] via 172.16.255.8, 01:01:41
B          80.3.0.0 [200/0] via 172.16.255.9, 00:45:00
PE_OESTE#
```

Ilustración 22: Tabla de encaminamiento vrf OESTE-BILBAO con OSPF

- Contenido de la tabla de encaminamiento del CE_BILBAO y del CE_MALAGA, y comparación entre ambas:

```
CE_BILBAO#show ip route
Codes: L - local, C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
      D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
      N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
      E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
      i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
      ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
      o - ODR, P - periodic downloaded static route, H - NHRP, l - LISP
      + - replicated route, % - next hop override

Gateway of last resort is not set

    70.0.0.0/8 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C        70.128.0.0/30 is directly connected, Ethernet0/0
L        70.128.0.1/32 is directly connected, Ethernet0/0
          80.0.0.0/8 is variably subnetted, 4 subnets, 2 masks
C            80.1.0.0/16 is directly connected, Ethernet0/1
L            80.1.0.254/32 is directly connected, Ethernet0/1
O E2            80.2.0.0/16 [110/1] via 70.128.0.2, 00:22:55, Ethernet0/0
O E2            80.3.0.0/16 [110/1] via 70.128.0.2, 00:22:55, Ethernet0/0
              172.16.0.0/32 is subnetted, 1 subnets
C                172.16.255.2 is directly connected, Loopback0
CE_BILBAO#
```

Ilustración 23: Tabla de encaminamiento CE-BILBAO con OSPF

```

CE_MALAGA#show ip route
Codes: L - local, C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
      D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
      N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
      E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
      i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
      ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
      o - ODR, P - periodic downloaded static route, H - NHRP, l - LISP
      + - replicated route, % - next hop override

Gateway of last resort is not set

    70.0.0.0/8 is variably subnetted, 3 subnets, 2 masks
B        70.128.0.0/30 [20/0] via 70.128.0.77, 00:16:06
C        70.128.0.76/30 is directly connected, Ethernet0/0
L        70.128.0.78/32 is directly connected, Ethernet0/0
    80.0.0.0/8 is variably subnetted, 4 subnets, 2 masks
B        80.1.0.0/16 [20/0] via 70.128.0.77, 00:16:06
B        80.2.0.0/16 [20/0] via 70.128.0.77, 00:46:37
C        80.3.0.0/16 is directly connected, Ethernet0/1
L        80.3.0.254/32 is directly connected, Ethernet0/1
    172.16.0.0/32 is subnetted, 1 subnets
C        172.16.255.15 is directly connected, Loopback0
CE_MALAGA#

```

Ilustración 24: Tabla de encaminamiento CE-MALAGA con OSPF

6. Configuración de las sedes de la VPN-A (hub&spoke):

- Repetir los pasos de configuración de las sedes de la VPN-B, teniendo en cuenta en cada pareja CE-PE el protocolo de routing utilizado. (Se configura igual, aquí están ya los filtros aplicados).

```

PE_OESTE#show ip route vrf OESTE-TERUEL
Routing Table: OESTE-TERUEL
Codes: L - local, C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
      D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
      N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
      E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
      i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
      ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
      o - ODR, P - periodic downloaded static route, H - NHRP, l - LISP
      + - replicated route, % - next hop override

Gateway of last resort is not set

    70.0.0.0/8 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C        70.128.0.4/30 is directly connected, Ethernet0/0
L        70.128.0.6/32 is directly connected, Ethernet0/0
    80.0.0.0/24 is subnetted, 3 subnets
B        80.1.2.0 [20/0] via 70.128.0.5, 01:30:08
B        80.1.3.0 [200/20] via 172.16.255.8, 00:08:59
B        80.1.4.0 [200/20] via 172.16.255.9, 00:11:02

```

7. Configuración de una pareja de Route Reflectors:

- Cluster con un único Route Reflector (RR1)
 - Cambiar las vecindades existentes entre los PE, de modo que cada PE solo tenga vecindad MP-iBGP con el RR1.

```
RR1# configure terminal  
RR1# router bgp 65001  
RR1# neighbor 172.16.255.3 remote-as 65001  
RR1# neighbor 172.16.255.3 update-source Loopback0  
RR1# neighbor 172.16.255.8 remote-as 65001  
RR1# neighbor 172.16.255.8 update-source Loopback0  
RR1# neighbor 172.16.255.9 remote-as 65001  
RR1# neighbor 172.16.255.9 update-source Loopback0  
RR1# address-family vpnv4  
RR1# neighbor 172.16.255.3 activate  
RR1# neighbor 172.16.255.3 send-community extended  
RR1# neighbor 172.16.255.8 activate  
RR1# neighbor 172.16.255.8 send-community extended  
RR1# neighbor 172.16.255.9 activate  
RR1# neighbor 172.16.255.9 send-community extended  
RR1# end
```

```
PE_OESTE# configure terminal  
PE_OESTE# router bgp 65001  
PE_OESTE# no neighbor 172.16.255.8 remote-as 65001 //con esto ya vale para  
PE_OESTE# no neighbor 172.16.255.9 remote-as 65001      eliminarlo todo  
PE_OESTE# configure terminal  
PE_OESTE# router bgp 65001  
PE_OESTE# neighbor 172.16.255.10 remote-as 65001  
PE_OESTE# neighbor 172.16.255.10 update-source Loopback0  
PE_OESTE# address-family vpnv4  
PE_OESTE# neighbor 172.16.255.10 activate  
PE_OESTE# neighbor 172.16.255.10 send-community extended
```

- Configurar RR1 con Router Reflector cuyos clientes son los PE.

```
RR1# configure terminal  
RR1# router bgp 65001  
RR1# address-family vpnv4  
RR1# neighbor 172.16.255.3 route-reflector-client  
RR1# neighbor 172.16.255.8 route-reflector-client  
RR1# neighbor 172.16.255.9 route-reflector-client  
RR1#end
```

- Comprobaciones:

- Vecindades MP-iBGP en los PE:

```
PE_OESTE#show bgp vpng4 unicast all summary
BGP router identifier 172.16.255.3, local AS number 65001
BGP table version is 61, main routing table version 61
10 network entries using 1680 bytes of memory
10 path entries using 640 bytes of memory
7/6 BGP path/bestpath attribute entries using 1008 bytes of memory
2 BGP rrinfo entries using 48 bytes of memory
3 BGP AS-PATH entries using 72 bytes of memory
5 BGP extended community entries using 168 bytes of memory
0 BGP route-map cache entries using 0 bytes of memory
0 BGP filter-list cache entries using 0 bytes of memory
BGP using 3616 total bytes of memory
BGP activity 27/17 prefixes, 35/25 paths, scan interval 60 secs

Neighbor      V          AS MsgRcvd MsgSent   TblVer  InQ OutQ Up/Down State/PfxRcd
70.128.0.5    4          65004     50       56       61      0    0 00:41:34      1
172.16.255.10 4          65001     46       40       61      0    0 00:30:59      4
PE_OESTE#
```

- Contenido de una VRF y análisis de cuál es el siguiente salto para las rutas aprendidas por MP-iBGP:

```
PE_OESTE#show ip route vrf OESTE-TERUEL

iRouting Table: OESTE-TERUEL
Codes: L - local, C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
      D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
      N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
      v - E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
      i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
      ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
      o - ODR, P - periodic downloaded static route, H - NHRP, l - LISP
      + - replicated route, % - next hop override
e

Gateway of last resort is not set

      70.0.0.0/8 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C        70.128.0.4/30 is directly connected, Ethernet0/0
L        70.128.0.6/32 is directly connected, Ethernet0/0
      80.0.0.0/24 is subnetted, 3 subnets
B          80.1.2.0 [20/0] via 70.128.0.5, 00:43:35
B          80.1.3.0 [200/20] via 172.16.255.8, 00:06:03
B          80.1.4.0 [200/20] via 172.16.255.9, 00:08:54
1PE_OESTE#
```

- Vecindades MP-iBGP en RR1:

```
RR1#show bgp vpng4 unicast all summary
BGP router identifier 172.16.255.10, local AS number 65001
BGP table version is 15, main routing table version 15
6 network entries using 1008 bytes of memory
6 path entries using 384 bytes of memory
6/6 BGP path/bestpath attribute entries using 864 bytes of memory
3 BGP AS-PATH entries using 72 bytes of memory
5 BGP extended community entries using 168 bytes of memory
0 BGP route-map cache entries using 0 bytes of memory
0 BGP filter-list cache entries using 0 bytes of memory
BGP using 2496 total bytes of memory
BGP activity 6/0 prefixes, 10/4 paths, scan interval 60 secs

Neighbor      V          AS MsgRcvd MsgSent   TblVer  InQ OutQ Up/Down State/PfxRcd
172.16.255.3  4          65001     45       50       15      0    0 00:35:17      2
172.16.255.8  4          65001     16       20       15      0    0 00:08:19      2
172.16.255.9  4          65001     19       27       15      0    0 00:11:10      2
RR1#
```

```
PE_OESTE#show ip bgp summary
BGP router identifier 172.16.255.3, local AS number 65001
BGP table version is 1, main routing table version 1

Neighbor          V      AS MsgRcvd MsgSent   TblVer  InQ OutQ Up/Down  State/PfxRcd
172.16.255.10    4      65001     20       22        1      0     0 00:14:03      0
PE_OESTE#
```

```
RR1#show ip bgp summary
BGP router identifier 172.16.255.10, local AS number 65001
BGP table version is 1, main routing table version 1

Neighbor          V      AS MsgRcvd MsgSent   TblVer  InQ OutQ Up/Down  State/PfxRcd
172.16.255.3    4      65001     37      42        1      0      0 00:27:27    0
172.16.255.8    4      65001     7       12        1      0      0 00:00:29    0
172.16.255.9    4      65001    10      18        1      0      0 00:03:20    0
BGP4
```

- ¿Cuánto tiempo tardan los PE en reportar pérdida de vecindad con RR1 y el tráfico del plano de datos en interrumpirse desde que se pierde conectividad con RR1?

RR1 solo interviene en el plano de control, en el plano de datos se usan túneles.

Cuando hacemos shutdown los paquetes no dejan de llegar al instante ya que hay un temporizador para verificar que se mantiene la conexión. Cuando los mensajes Keepalive dejan de intercambiarse entre Route Reflector y PE, el temporizador se acaba y es cuando tiran lo que han aprendido de bgp.

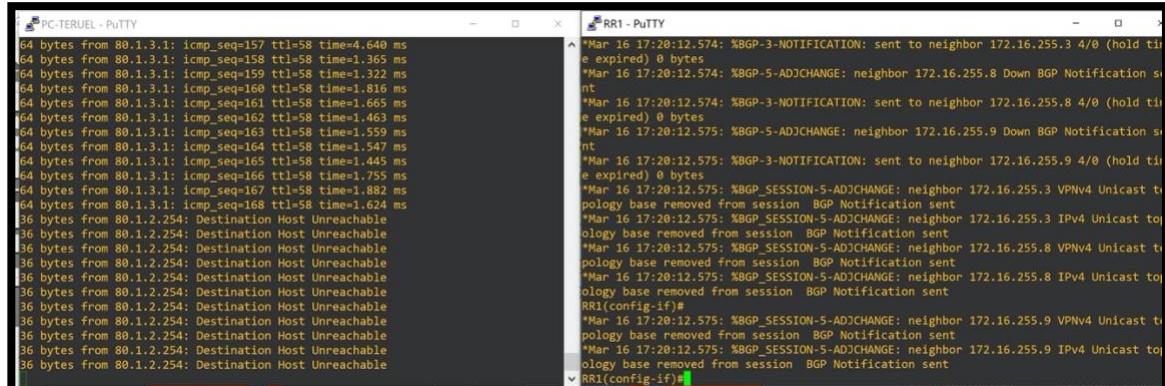
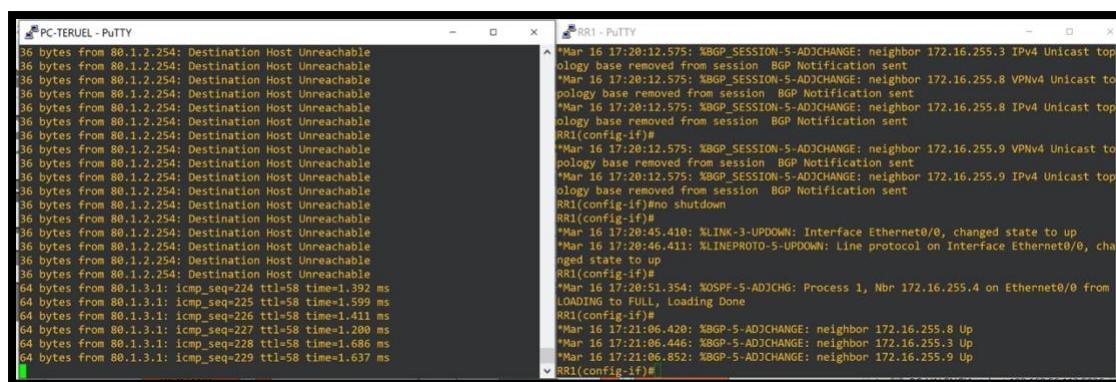
Lo mismo pasa cuando hago no shutdown cuando se acaba el temporizador vuelve a alinearse, han empezado a intercambiar los mensajes bgp y entonces vuelven a aprender las rutas por eso tarda menos

PC-TERUEL# ping 80.1.3.1 (ping a PC-VALENCIA)

RR1# configure terminal

RR1# interface e0/0

RR1#shutdown



- Cluster con dos Route Reflectors (RR1 y RR2)
 - Añadir las vecindades de cada PE con RR2
 - Añadir vecindad entre RR1 y RR2.
Hacerlo igual que cualquier otra vecindad
 - Utilizar el mismo identificador de cluster en ambos RR
RR# bgp cluster-id 1
 - Comparación de la ejecución de la orden “**show bgp vpnv4 unicast all <uno_de_los_prefijos_aprendidos_por_MP-iBGP>**” en uno de los RR entre antes y después de ser configurado el mismo identificador de cluster en los dos RR:

```
RR1#show bgp vpnv4 unicast all 80.1.2.0/24
BGP routing table entry for 65001:1:80.1.2.0/24, version 18
Paths: (2 available, best #2, no table)
  Advertised to update-groups:
    2          3
  Refresh Epoch 1
  65004
    172.16.255.3 (metric 21) from 172.16.255.11 (172.16.255.11)
      Origin IGP, metric 0, localpref 100, valid, internal
      Extended Community: RT:65001:11
      Originator: 172.16.255.3, Cluster list: 172.16.255.11
      mpls labels in/out nolabel/100
  Refresh Epoch 1
  65004, (Received from a RR-client)
    172.16.255.3 (metric 21) from 172.16.255.3 (172.16.255.3)
      Origin IGP, metric 0, localpref 100, valid, internal, best
      Extended Community: RT:65001:11
      mpls labels in/out nolabel/100
```

```
RR1#show bgp vpnv4 unicast all 80.1.2.0/24
BGP routing table entry for 65001:1:80.1.2.0/24, version 26
Paths: (1 available, best #1, no table)
  Advertised to update-groups:
    4          6
  Refresh Epoch 2
  65004, (Received from a RR-client)
    172.16.255.3 (metric 21) from 172.16.255.3 (172.16.255.3)
      Origin IGP, metric 0, localpref 100, valid, internal, best
      Extended Community: RT:65001:11
      mpls labels in/out nolabel/100
```

Antes de poner el identificador del cluster aparece tanto la ruta directa, como la que recibo del segundo Route Reflector. Tras poner el identificador solo aparece la ruta directa del cliente.

- Consecuencias de la caída de RR1, y comparación con el caso en que solo había un RR configurado:

```
*Mar 24 10:19:07.561: %BGP-5-ADJCHANGE: neighbor 172.16.255.3 Down BGP Notification sent
*Mar 24 10:19:07.561: %BGP-3-NOTIFICATION: sent to neighbor 172.16.255.3 4/0 (hold time expired) 0 bytes
RR1(config-if)#
*Mar 24 10:19:07.562: %BGP_SESSION-5-ADJCHANGE: neighbor 172.16.255.3 VPNv4 Unicast topology base removed
from session BGP Notification sent
*Mar 24 10:19:07.562: %BGP_SESSION-5-ADJCHANGE: neighbor 172.16.255.3 IPv4 Unicast topology base removed f
rom session BGP Notification sent
```

Al tener dos RR configurados, cuando uno se cae, el otro le sustituye por lo que nunca dejan de enviarse paquetes.

Al cabo de un tiempo, el RR que hemos tirado elimina de su tabla de vecinos a sus clientes (routers PE) y al otro RR. Si volvemos a activarlo, vuelve a aprenderlos.

8. Análisis de tráfico MP-iBGP en el core.

- Filtro:

Se recomienda configurar en los router PE el filtrado de rutas redistribuidas por MP-iBGP hacia otros PE, de forma que las subredes de los enlaces CE- PE con OSPF como protocolo de “routing” no se redistribuyan hacia los otros PE.

1. inicialmente salen la .64 y .72

```
PE_OESTE#show ip route vrf OESTE-TERUEL

Routing Table: OESTE-TERUEL
Codes: L - local, C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
      D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
      N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
      E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
      i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
      ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
      o - ODR, P - periodic downloaded static route, H - NHRP, l - LISP
      + - replicated route, % - next hop override

Gateway of last resort is not set

      70.0.0.0/8 is variably subnetted, 4 subnets, 2 masks
C        70.128.0.4/30 is directly connected, Ethernet0/0
L        70.128.0.6/32 is directly connected, Ethernet0/0
B        70.128.0.64/30 [200/0] via 172.16.255.8, 00:00:02
B        70.128.0.72/30 [200/0] via 172.16.255.9, 00:42:25
      80.0.0.0/24 is subnetted, 3 subnets
B          80.1.2.0 [20/0] via 70.128.0.5, 00:42:44
B          80.1.3.0 [200/20] via 172.16.255.8, 00:00:02
B          80.1.4.0 [200/20] via 172.16.255.9, 00:42:25
```

2. config mifiltro

```
PE_SUR#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
PE_SUR(config)#route-map mifiltro permit 1
PE_SUR(config-route-map)#match ip address 10
PE_SUR(config-route-map)#exit
PE_SUR(config)#router bgp 65001
PE_SUR(config-router)#address-family ipv4 vrf SUR-SEVILLA
PE_SUR(config-router-af)#redistribute ospf 2 route-map mifiltro
PE_SUR(config-router-af)#end
PE_SUR#
```

3. ya no salen ni .64 ni .72

```
PE_OESTE#show ip route vrf OESTE-TERUEL

Routing Table: OESTE-TERUEL
Codes: L - local, C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
      D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
      N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
      E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
      i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
      ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
      o - ODR, P - periodic downloaded static route, H - NHRP, l - LISP
      + - replicated route, % - next hop override

Gateway of last resort is not set

      70.0.0.0/8 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C        70.128.0.4/30 is directly connected, Ethernet0/0
L        70.128.0.6/32 is directly connected, Ethernet0/0
      80.0.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
B          80.1.2.0 [20/0] via 70.128.0.5, 01:19:00
B          80.1.3.0 [200/20] via 172.16.255.8, 00:33:09
```

el show running tiene que estar así pe-este

```
PE_ESTE - PuTTY
!
router bgp 65001
bgp log-neighbor-changes
neighbor 172.16.255.3 remote-as 65001
neighbor 172.16.255.3 update-source Loopback0
neighbor 172.16.255.9 remote-as 65001
neighbor 172.16.255.9 update-source Loopback0
!
address-family vpnv4
neighbor 172.16.255.3 activate
neighbor 172.16.255.3 send-community extended
neighbor 172.16.255.9 activate
neighbor 172.16.255.9 send-community extended
exit-address-family
!
address-family ipv4 vrf ESTE-MADRID
neighbor 70.128.0.70 remote-as 65002
neighbor 70.128.0.70 activate
exit-address-family
!
address-family ipv4 vrf ESTE-VALENCIA
redistribute ospf 2 route-map mifiltro
exit-address-family
!
ip forward-protocol nd
!
!
no ip http server
no ip http secure-server
!
access-list 10 deny 70.128.0.0 0.0.255.255
access-list 10 permit any
!
route-map mifiltro permit 1
match ip address 10
!
!
mpls ldp router-id Loopback0
!
control-plane
!
```

1. hacer el clear bgp en pe oeste, analizar el intercambio de mensajes de señalización mp-ibgp
abrir los path attributes y leer withdraw, mirar route distinguisher y mp unreachable

2. hacerlo en ce Bilbao

pe oeste enviará un mensaje a rr2 de que Bilbao ya no es accesible para la vpnB, cuando rr2 lo reciba se lo comunicará al resto de routers pe, para que incorporen en sus tablas de vrf la no alcanzabilidad de Bilbao. cuando lo volvamos a activar enviará un mensaje con la disponibilidad de Bilbao y rr2 lo reenviará

- Tráfico capturado con #clear ip bgp *
PE_OESTE# clear ip bgp *
- Descripción breve de la funcionalidad de cada uno de los mensajes del protocolo BGP intercambiados: mensajes KEEPALIVE, OPEN, ROUTE-REFRESH y UPDATE.
Keepalive se asegura de que los vecinos BGP están activos.

Open configura y estabiliza una adyacencia BGP.
 Route-Refresh resetea las vecindades para que los cambios en BGP tengan efecto.
 Update anuncia, actualiza o retira rutas.

- Análisis detallado de uno de los mensajes UPDATE enviados por RR1 a PE_OESTE.

111	91.719974	172.16.255.10	172.16.255.3	BGP	580 UPDATE Message, UPDATE Message, UPDATE Message, UPDATE Message, ROUTE-REFRESH Message, UPDATE Message
-----	-----------	---------------	--------------	-----	---

Border Gateway Protocol - UPDATE Message

Marker: ffffffffffffffffffffff
 Length: 109
 Type: UPDATE Message (2)
 Withdrawn Routes Length: 0
 Total Path Attribute Length: 86

Path attributes

- > Path Attribute - ORIGIN: IGP
- > Path Attribute - AS_PATH: 65002
- > Path Attribute - MULTI_EXIT_DISC: 0
- > Path Attribute - LOCAL_PREF: 100
- > Path Attribute - EXTENDED_COMMUNITIES
 - > Flags: 0xc0, Optional, Transitive, Complete
 - Type Code: EXTENDED_COMMUNITIES (16)
 - Length: 8
 - > Carried extended communities: (1 community)
 - > Route Target: 65001:10 [Transitive 2-Octet AS-Specific]
 - > Type: Transitive 2-Octet AS-Specific (0x00)
 - Subtype (AS2): Route Target (0x02)
 - 2-Octet AS: 65001
 - 4-Octet AN: 10
- > Path Attribute - CLUSTER_LIST: 0.0.0.1
- > Path Attribute - ORIGINATOR_ID: 172.16.255.8
- > Path Attribute - MP_REACH_NLRI
 - > Flags: 0x80, Optional, Non-transitive, Complete
 - Type Code: MP_REACH_NLRI (14)
 - Length: 31
 - Address family identifier (AFI): IPv4 (1)
 - Subsequent address family identifier (SAFI): Labeled VPN Unicast (128)
 - > Next hop network address (12 bytes)
 - Next Hop: Empty Label Stack RD=0:0 IPv4=172.16.255.8
 - Number of Subnetwork points of attachment (SNPA): 0
 - > Network layer reachability information (14 bytes)
 - > BGP Prefix
 - Prefix Length: 104
 - Label Stack: 611 (bottom)
 - Route Distinguisher: 65001:4
 - MP Reach NLRI IPv4 prefix: 80.2.0.0

Route Target (RT) = 65001:10

“Network layer reachability information”: MP_REACH_NLRI

Tipo de dirección = IPv4

Next Hop = 172.16.255.8

Longitud prefijo de la subred anunciada, calculada a partir del campo “Prefix Length” = 104

Etiqueta MPLS asociada = 611

Route Distinguisher (RD) = 65001:4

Subred de la VPN anunciada = 80.2.0.0

- ¿Cuántos mensajes UPDATE envía RR1 a PE_OESTE? ¿Para qué se utiliza cada uno de ellos?

111 91.719974	172.16.255.10	172.16.255.3	BGP	580 UPDATE Message, UPDATE Message, UPDATE Message, UPDATE Message, ROUTE-REFRESH Message, UPDATE Message
---------------	---------------	--------------	-----	---

```

> Transmission Control Protocol, Src Port: 179, Dst Port: 56216, Seq: 108, Ack: 85, Len: 526
> Border Gateway Protocol - UPDATE Message
< Border Gateway Protocol - UPDATE Message
  Marker: ffffffffffffffffffffff
  Length: 109
  Type: UPDATE Message (2)
  Withdrawn Routes Length: 0
  Total Path Attribute Length: 86
< Path attributes
  > Path Attribute - ORIGIN: IGP
  > Path Attribute - AS_PATH: 65003
  > Path Attribute - MULTI_EXIT_DISC: 0
  > Path Attribute - LOCAL_PREF: 100
  > Path Attribute - EXTENDED_COMMUNITIES
  > Path Attribute - CLUSTER_LIST: 0.0.0.1
  > Path Attribute - ORIGINATOR_ID: 172.16.255.9
  > Path Attribute - MP_REACH_NLRI
< Border Gateway Protocol - UPDATE Message
  Marker: ffffffffffffff
  Length: 128
  Type: UPDATE Message (2)
  Withdrawn Routes Length: 0
  Total Path Attribute Length: 105
< Path attributes
  > Path Attribute - ORIGIN: INCOMPLETE
  > Path Attribute - AS_PATH: empty
  > Path Attribute - MULTI_EXIT_DISC: 20
  > Path Attribute - LOCAL_PREF: 100
  > Path Attribute - EXTENDED_COMMUNITIES
  > Path Attribute - CLUSTER_LIST: 0.0.0.1
  > Path Attribute - ORIGINATOR_ID: 172.16.255.9
  > Path Attribute - MP_REACH_NLRI
> Border Gateway Protocol - UPDATE Message

```

```

> Border Gateway Protocol - UPDATE Message
< Border Gateway Protocol - ROUTE-REFRESH Message
  Marker: ffffffffffffff
  Length: 23
  Type: ROUTE-REFRESH Message (5)
  Address family identifier (AFI): IPv4 (1)
  Subtype: Demarcation of the ending of a route refresh (2)
  Subsequent address family identifier (SAFI): Labeled VPN Unicast (128)
< Border Gateway Protocol - UPDATE Message
  Marker: ffffffffffffff
  Length: 29
  Type: UPDATE Message (2)
  Withdrawn Routes Length: 0
  Total Path Attribute Length: 6
< Path attributes
  > Path Attribute - MP_UNREACH_NLRI

```

(Hay dos mensajes updates para PE_ESTE (172.16.255.8) como los de PE_SUR (172.16.255.9) que no se adjuntan por economizar el espacio)

RR1 envía 4 mensajes update, uno por cada subred de cada PE, luego envía un Route refresh y posteriormente un mensaje update con el atributo MP_UNREACH_NLRI.

Con respecto los mensajes update de las subredes observamos que las que tienen el tipo de enlace eBGP incluyen en el campo AS_PATH el número de sistema autónomo y en el campo ORIGIN el protocolo IGP, sin embargo en los enlaces OSPF el AS_PATH está vacío y ORIGIN está incompleto.

172.150.353436	172.16.255.10	172.16.255.3	BGP	291 UPDATE Message, UPDATE Message
172.150.353436	172.16.255.10	172.16.255.3	BGP	291 UPDATE Message, UPDATE Message

En estos dos últimos mensajes update se sigue la misma estructura que en las capturas anteriores pero esta vez con las subredes de la propia PE_OESTE

- Tráfico capturado con “shutdown” / ”no shutdown” en una interfaz de un CE
 - ¿Qué mensajes BGP recibe y envía RR2 como consecuencia de la acción de “shutdown”?¿Cuál es la finalidad de cada uno de dichos mensajes?

PE_OESTE anuncia a RR2 mediante un mensaje update que ha perdido la conexión con la red 80.1.0.0 que corresponde con la subred de CE_BILBAO, a su vez RR2 anuncia con mensajes update a todos sus clientes y al RR1 de la pérdida de dicha conexión.

- Qué mensajes BGP recibe y envía RR2 como consecuencia de volver a levantar la interfaz (“no shutdown”)? ¿Cuál es la finalidad de cada uno de dichos mensajes?

PE_OESTE vuelve a enviar un mensaje update a RR2 esta vez para anunciar que tiene conexión con la red 80.1.0.0, RR2 a su vez se lo anuncia a todos sus clientes y al RR1. En el anuncio se incluye el Next Hop que es el PE_OESTE (172.16.255.3) y el Route Distinguisher que es 65001:2

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
178	180.546626	172.16.255.3	172.16.255.11	BGP	167	UPDATE Message
179	180.552503	172.16.255.10	172.16.255.11	BGP	181	UPDATE Message
180	180.555004	172.16.255.11	172.16.255.3	BGP	181	UPDATE Message
181	180.555270	172.16.255.11	172.16.255.8	BGP	181	UPDATE Message
182	180.555302	172.16.255.11	172.16.255.9	BGP	181	UPDATE Message
183	180.555366	172.16.255.11	172.16.255.10	BGP	181	UPDATE Message
196	193.288967	172.16.255.8	172.16.255.11	BGP	73	KEEPALIVE Message

> Frame 178: 167 bytes on wire (1336 bits), 167 bytes captured (1336 bits) on interface -, id 0

> Ethernet II, Src: aa:bb:cc:00:06:30 (aa:bb:cc:00:06:30), Dst: aa:bb:cc:00:0f:00 (aa:bb:cc:00:0f:00)

> Internet Protocol Version 4, Src: 172.16.255.3, Dst: 172.16.255.11

> Transmission Control Protocol, Src Port: 44731, Dst Port: 179, Seq: 58, Ack: 77, Len: 113

Border Gateway Protocol - UPDATE Message

- Marker: ffffffffffffffffffffff
- Length: 113
- Type: UPDATE Message (2)
- Withdrawn Routes Length: 0
- Total Path Attribute Length: 90
- Path attributes
 - Path Attribute - ORIGIN: INCOMPLETE
 - Path Attribute - AS_PATH: empty
 - Path Attribute - MULTI_EXIT_DISC: 20
 - Path Attribute - LOCAL_PREF: 100
 - Path Attribute - EXTENDED_COMMUNITIES
 - Path Attribute - MP_REACH_NLRI
 - Flags: 0x80, Optional, Non-transitive, Complete
 - Type Code: MP_REACH_NLRI (14)
 - Length: 31
 - Address family identifier (AFI): IPv4 (1)
 - Subsequent address family identifier (SAFI): Labeled VPN Unicast (128)
 - Next hop network address (12 bytes)
 - Next Hop: Empty Label Stack RD=0:0 IPv4=172.16.255.3
 - Number of Subnetwork points of attachment (SNPA): 0
 - Network layer reachability information (14 bytes)
 - BGP Prefix
 - Prefix Length: 104
 - Label Stack: 110 (bottom)
 - Route Distinguisher: 65001:2
 - MP Reach NLRI IPv4 prefix: 80.1.0.0