

# Executando um MPLS VPN sobre túneis TE

## Índice

[Introdução](#)

[Pré-requisitos](#)

[Requisitos](#)

[Componentes Utilizados](#)

[Convenções](#)

[Material de Suporte](#)

[Configuração VPN inicial entre CE1 e CE2 sem um túnel TE](#)

[Topologia](#)

[Configuração](#)

[Verificação](#)

[Caso 1: VPN sobre um túnel TE quando o túnel TE for do PE1 ao PE2](#)

[Topologia](#)

[Configuração](#)

[Verificação](#)

[Caso 2: VPN sobre um túnel TE quando o túnel TE for do PE1 a P2](#)

[Topologia](#)

[Configuração](#)

[Verificação](#)

[Explicação](#)

[Solução](#)

[Caso 3: VPN entre o CE1 e o CE2 sobre um túnel TE de P1 a P2 quando o TDP/LDP não for permitido](#)

[Topologia](#)

[Configuração](#)

[Verificação](#)

[Solução](#)

[Caso 4: VPN sobre um túnel TE entre P1 e P2 com o LDP permitido](#)

[Topologia](#)

[Configuração](#)

[Verificação](#)

[Caso 5: MPLS VPN sobre um túnel entre P1 e PE2](#)

[Topologia](#)

[Configuração](#)

[Verificação](#)

[Problemas conhecidos](#)

[Conclusão](#)

[Informações Relacionadas](#)

# Introdução

Este documento fornece configurações de exemplo para implantação de uma Multiprotocol Label Switching (MPLS) VPN sobre túneis da engenharia de tráfego (TE) em uma rede MPLS. A fim de ganhar os benefícios de um MPLS VPN sobre túneis TE, ambos devem coexistir na rede. Este original ilustra as várias encenações que explicam porque o encaminhamento de pacote dentro de um MPLS VPN sobre túneis TE pôde falhar. Também fornece uma possível solução.

## Pré-requisitos

### Requisitos

Os leitores deste documento devem estar cientes destes tópicos:

- [Engenharia de tráfego MPLS e realces](#)
- [Configurando uma VPN MPLS básica](#)

### Componentes Utilizados

Este documento não se restringe a versões de software e hardware específicas.

### Convenções

Consulte as [Convenções de Dicas Técnicas da Cisco](#) para obter mais informações sobre convenções de documentos.

### Material de Suporte



Segundo as indicações desta topologia, em uma configuração simples do MPLS VPN, a ponta de provedor 1 (PE1) aprende a etiqueta VPN (etiqueta 1 [L1]) para o prefixo 172.16.13.0/24 VPN através do protocolo de la puerta de enlace marginal (BGP) multiprotocol (MPBGP) do PE2 diretamente, com o lúpulo seguinte como o endereço de loopback PE2. O PE1 igualmente aprende a etiqueta (L2) para o endereço de loopback PE2 através do protocolo de distribuição de rótulo (LDP) de seu lúpulo seguinte P1.

Quando os dados de encaminhamento ao VPN prefixam 172.16.13.13, o PE1 usa uma pilha de rótulo {L2 L1} com o L2 como a etiqueta exterior. O L2 obtém trocado pelo Label Switch Router do trânsito (LSR), P1. P2 estala o L2 exterior e para a frente o pacote ao PE2 com o somente um L1. Para compreender melhor porque P2 estala o L2, refira a seção 3.16 sobre o Penultimate Hop Popping (PHP) no [RFC 3031](#). [Assim, os pacotes ao prefixo 172.16.13.0/24 da versão IP 4 VPN \(IPv4\) são etiqueta comutada sobre uma rede MPLS.](#)

A operação de encaminhamento do MPLS VPN falha se qualquer roteador P recebe o pacote

com L1 (etiqueta VPN) como a única etiqueta exterior em vez da pilha de rótulo {L2 L1}. Isto ocorre porque nenhum dos roteadores P tem o L1 em sua base de informação de encaminhamento de rótulo (LFIB) para comutar o pacote.

Um MPLS TE usa o Resource Reservation Protocol (RSVP) para trocar etiquetas. Quando um roteador é configurado para TE e protocolo de distribuição de etiquetas (TDP) /LDP, o roteador recebe etiquetas diferentes do LDP e do RSVP para um prefixo dado. As etiquetas do LDP e do RSVP não precisam de ser as mesmas em todas as situações. O roteador instala uma etiqueta LDP na tabela do forwarding se o prefixo é instruído através de uma relação LDP, e instala a etiqueta RSVP na tabela do forwarding se o prefixo é instruído sobre uma relação do túnel TE.

No caso de um túnel TE liso (sem LDP/TDP permitido no túnel), o ingresso LSR (o LSR no final do cabeçalho do túnel TE) usa a mesma etiqueta que é usado alcançando a extremidade final do túnel TE para todas as rotas que são instruídas através de um túnel TE.

Por exemplo, há um túnel TE de PE1 para P2 aprendendo o prefixo 10.11.11.11/32 através do túnel. A extremidade do túnel em P2 é 10.5.5.5 e o rótulo para alcançar 10.5.5.5 em PE1 é L3. O PE1 usa então o L3 para alcançar o destino 10.11.11.11/32, aprendido sobre o túnel TE.

Na encenação [acima](#), quando há um túnel TE entre o PE1 e o P2, considere esses para a frente dados PE1 ao edge de cliente 2 (CE2). Se o L4 é a etiqueta VPN, PE1 para a frente os dados com a pilha de rótulo {L3 L4}. P1 estala o L3, e P2 recebe o pacote com L4. O PE2 é o único LSR que pode encaminhar corretamente o pacote com L4 de rótulo externo. P2 não tem uma sessão MPBGP com PE2, assim que não recebe o L4 do PE2. Consequentemente, P2 não tem nenhum conhecimento do L2, e deixa cair o pacote.

As configurações e as saídas da **mostra** que seguem demonstram esta e ilustram uma solução possível a este problema.

## Configuração VPN inicial entre CE1 e CE2 sem um túnel TE

### Topologia



### Configuração

Somente as partes relevantes dos arquivos de configuração são incluídas aqui:

```
PE1
hostname PE1
ip cef
!
ip vrf aqua
 rd 100:1
  route-target export 1:1
  route-target import 1:1
```

```
!  
mpls traffic-eng tunnels  
!  
interface Loopback0  
 ip address 10.2.2.2 255.255.255.255  
 no ip directed-broadcast  
!  
interface Ethernet2/0/1  
 ip vrf forwarding aqua  
 ip address 172.16.1.2 255.255.255.0  
!  
interface Ethernet2/0/2  
 ip address 10.7.7.2 255.255.255.0  
 ip router isis  
 mpls traffic-eng tunnels  
 tag-switching ip  
!  
router isis  
 passive-interface Loopback0  
 net 47.1234.2222.2222.00  
 is-type level-1  
 metric-style wide  
 mpls traffic-eng router-id Loopback0  
 mpls traffic-eng level-1  
!  
router bgp 1  
 bgp log-neighbor-changes  
 neighbor 10.11.11.11 remote-as 1  
 neighbor 10.11.11.11 update-source Loopback0  
!  
 address-family vpnv4  
 neighbor 10.11.11.11 activate  
 neighbor 10.11.11.11 send-community extended  
 exit-address-family  
!  
 address-family ipv4  
 neighbor 10.11.11.11 activate  
 no auto-summary  
 no synchronization  
 exit-address-family  
!  
 address-family ipv4 vrf aqua  
 redistribute connected  
 no auto-summary  
 no synchronization  
 exit-address-family
```

## PE2

```
hostname PE2  
!  
ip vrf aqua  
 rd 100:1  
 route-target export 1:1  
 route-target import 1:1  
!  
mpls traffic-eng tunnels  
!  
interface Loopback0  
 ip address 10.11.11.11 255.255.255.255  
!  
interface POS0/1  
 ip address 10.12.12.10 255.255.255.0
```

```

ip router isis
mpls traffic-eng tunnels
tag-switching ip
crc 16
clock source internal
!
interface POS5/1
 ip vrf forwarding aqua
 ip address 172.16.13.11 255.255.255.0
 crc 32
 clock source internal
!
router isis
 passive-interface Loopback0
 mpls traffic-eng router-id Loopback0
 mpls traffic-eng level-1
 net 47.1234.1010.1010.1010.00
 is-type level-1
 metric-style wide
!
router bgp 1
 bgp log-neighbor-changes
 neighbor 10.2.2.2 remote-as 1
 neighbor 10.2.2.2 update-source Loopback0
 no auto-summary
!
 address-family vpnv4
 neighbor 10.2.2.2 activate
 neighbor 10.2.2.2 send-community extended
 exit-address-family
!
 address-family ipv4 vrf aqua
 redistribute connected
 no auto-summary
 no synchronization
 exit-address-family
!

```

## Verificação

O PE2 aprende o prefixo 172.16.1.0/24 PE1 VPN IPv4 sobre o MPBGP que espregueia entre o PE1 e o PE2. Isto é mostrado aqui:

```
PE2# show ip route vrf aqua
```

```
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, 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, E - EGP
       i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area
       * - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
```

```
Gateway of last resort is not set
```

```
10.0.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
```

```
B 172.16.1.0 [200/0] via 10.2.2.2, 16:09:10
```

```
C 172.16.13.0 is directly connected, POS5/1
```

Similarmente, o PE1 aprende o prefixo 172.16.13.0/24 PE2 VPN IPv4 sobre o MPBGP que espregueia entre o PE1 e o PE2. Isto é mostrado aqui:

```
PE1# show ip route vrf aqua
```

```
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, 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, E - EGP
       i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area
       * - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
```

```
Gateway of last resort is not set
```

```
10.0.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
```

```
B 172.16.13.0 [200/0] via 10.11.11.11, 16:09:49
C 172.16.1.0 is directly connected, Ethernet2/0/1
```

```
PE1# show ip route vrf aqua 172.16.13.13
```

```
Routing entry for 172.16.13.0/24
  Known via "bgp 1", distance 200, metric 0, type internal
  Last update from 10.11.11.11 16:13:19 ago
  Routing Descriptor Blocks:
  * 10.11.11.11 (Default-IP-Routing-Table), from 10.11.11.11, 16:13:19 ago
    Route metric is 0, traffic share count is 1
    AS Hops 0, BGP network version 0
```

```
PE1# show ip cef vrf aqua 172.16.13.13
```

```
172.16.13.0/24, version 11, cached adjacency 10.7.7.7
0 packets, 0 bytes
tag information set
  local tag: VPN route head
  fast tag rewrite with Et2/0/2, 10.7.7.7, tags imposed {17 12308}
via 10.11.11.11, 0 dependencies, recursive
  next hop 10.7.7.7, Ethernet2/0/2 via 10.11.11.11/32
  valid cached adjacency
  tag rewrite with Et2/0/2, 10.7.7.7, tags imposed {17 12308}
!--- The label stack used to reach 172.16.13.13 is !--- {17 12308}, where 17 is the outer label
to reach next hop 10.11.11.11 !--- and 12308 is the VPN IPv4 label for 172.16.13.0/24. PE1# show
ip cef 10.11.11.11
```

```
10.11.11.11/32, version 31, cached adjacency 10.7.7.7
0 packets, 0 bytes
tag information set
  local tag: 21
  fast tag rewrite with Et2/0/2, 10.7.7.7, tags imposed {17}
via 10.7.7.7, Ethernet2/0/2, 1 dependency
  next hop 10.7.7.7, Ethernet2/0/2
  valid cached adjacency
  tag rewrite with Et2/0/2, 10.7.7.7, tags imposed {17}
```

```
!--- Outer label 17 is used to reach next hop 10.11.11.11.
```

Assim, o CE1 pode alcançar 172.16.13.13 na rede CE2 através do exemplo “aqua” do VPN Routing and Forwarding (VRF), que é configurado no PE1 usando a pilha de rótulo {17 12308}, como mostrado acima.

Esta saída do **sibilo** confirma a Conectividade:

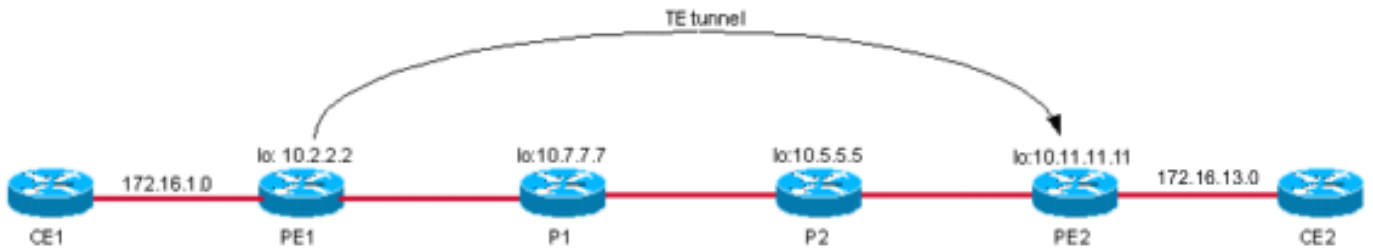
```
CE1# ping 172.16.13.13
```

```
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 172.16.13.13, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 1/1/4 ms
```

**Caso 1: VPN sobre um túnel TE quando o túnel TE for do PE1 ao**

# PE2

## Topologia



Quando o túnel TE é construído entre os roteadores de PE com autoroute announce usado, o lúculo seguinte da saída PE BGP é alcançável através da relação do túnel TE. Assim, o PE1 usa a etiqueta TE para alcançar o PE2.

**Nota:** O MPLS TE é independente do LDP, assim que significa que, se você tem uma malha cheia dos túneis do PE ao PE, você pode eficazmente desabilitar o LDP no Roteadores e não precisa de executar o LDP nas relações do túnel TE. Contudo, você deve construir todos os túneis ao lúculo seguinte BGP das rotas da versão 4 VPN (VPNv4). No exemplo nesta [configuração](#), você pode ver que este lúculo seguinte BGP é o Loopback0 no PE2, 10.11.11.11. Este mesmo laço de retorno é igualmente o destino de túnel para o túnel do PE1 ao PE2. Isto explica porque, neste exemplo, se há igualmente um túnel do PE2 ao PE1 para o tráfego de retorno, você pode desabilitar o LDP no núcleo. Então, enviar do CE ao CE trabalha com todo o tráfego do VPNv4 levado sobre os túneis TE. Se o lúculo seguinte BGP não é o mesmo que o destino do túnel TE, o LDP deve ser executado no núcleo e no túnel TE.

## Configuração

A configuração adicional no PE1 para estabelecer um túnel PE é mostrada aqui:

```
PE1
PE1# show run interface tunnel 0
!
interface Tunnel0
 ip unnumbered Loopback0
 no ip directed-broadcast
 no ip route-cache distributed
 tunnel destination 10.11.11.11
 tunnel mode mpls traffic-eng
 tunnel mpls traffic-eng autoroute announce
 tunnel mpls traffic-eng path-option 10 dynamic
end
```

## Verificação

```
PE1# show ip cef vrf aqua 172.16.13.13
172.16.13.0/24, version 11
0 packets, 0 bytes
```

```

tag information set
  local tag: VPN route head
  fast tag rewrite with Tu0, point2point, tags imposed {19 12308}
via 10.11.11.11, 0 dependencies, recursive
  next hop 10.11.11.11, Tunnel0 via 10.11.11.11/32
  valid adjacency
  tag rewrite with Tu0, point2point, tags imposed {19 12308}
!--- The label stack to reach 172.16.13.13 is {19 12308}. !--- BGP next hop for the VPNv4 prefix
is 10.11.11.11, which is !--- the same as the TE tunnel destination. PE1# show ip route
10.11.11.11
Routing entry for 10.11.11.11/32
  Known via "isis", distance 115, metric 40, type level-1
  Redistributing via isis
  Last update from 10.11.11.11 on Tunnel0, 00:02:09 ago
  Routing Descriptor Blocks:
  * 10.11.11.11, from 10.11.11.11, via Tunnel0
!--- The route is via Tunnel0. Route metric is 40, traffic share count is 1

```

Agora, confirme o rótulo externo usado para alcançar o próximo salto 10.11.11.11 por meio do Tunnel0.

```
PE1# show mpls traffic-eng tunnels tunnel 0
```

```

Name: PE1_t0 (Tunnel0) Destination: 10.11.11.11
Status:
  Admin: up      Oper: up      Path: valid      Signalling: connected

  path option 10, type dynamic (Basis for Setup, path weight 30)

Config Parameters:
  Bandwidth: 0 kbps (Global) Priority: 7 7 Affinity: 0x0/0xFFFF
  Metric Type: TE (default)
  AutoRoute: enabled LockDown: disabled Loadshare: 0 bw-based
  auto-bw: disabled

```

```

InLabel : -
OutLabel : Ethernet2/0/2, 19
!--- Label 19 from RSVP is used to reach destination 10.11.11.11/32. RSVP Signalling Info: Src
10.2.2.2, Dst 10.11.11.11, Tun_Id 0, Tun_Instance 31 RSVP Path Info: My Address: 10.7.7.2
Explicit Route: 10.7.7.7 10.8.8.7 10.8.8.5 10.12.12.10 10.11.11.11 Record Route: NONE Tspec: ave
rate=0 kbits, burst=1000 bytes, peak rate=0 kbits RSVP Resv Info: Record Route: NONE Fspec: ave
rate=0 kbits, burst=1000 bytes, peak rate=Inf Shortest Unconstrained Path Info: Path Weight: 30
(TE) Explicit Route: 10.7.7.2 10.7.7.7 10.8.8.7 10.8.8.5 10.12.12.10 10.11.11.11 History:
Tunnel: Time since created: 17 hours, 17 minutes Time since path change: 32 minutes, 54 seconds
Current LSP: Uptime: 32 minutes, 54 seconds Prior LSP: ID: path option 10 [14] Removal Trigger:
tunnel shutdown

```

Uma outra maneira de ver esta informação é rapidamente usar os modificadores de saída nos comandos **show**, como mostrado aqui:

```

PE1# show mpls traffic-eng tunnels tunnel 0 | include Label
  InLabel : -
  OutLabel : Ethernet2/0/2, 19
!--- This is the label to reach 10.11.11.11.

```

Olhe a pilha da etiqueta. É 19, que é a etiqueta TE, usado para enviar pacotes ao lúpulo seguinte 10.11.11.0 sobre Tunnel0.

```
PE1# show tag forwarding-table 10.11.11.11 detail
```

| Local tag | Outgoing tag or VC | Prefix or Tunnel Id | Bytes tag switched | Outgoing interface | Next Hop |
|-----------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|----------|
|-----------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|----------|



```

21      Pop tag      10.11.11.11/32    0          Tu0          point2point
      MAC/Encaps=14/18, MTU=1500, Tag Stack{19}, via Et2/0/2
      00603E2B02410060835887428847 00013000
      No output feature configured
      Per-packet load-sharing, slots: 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15
PE1#

```

Assim, o PE1 envia um pacote destinado a 172.16.13.13 com a pilha de rótulo {19 12308}. P1 troca a etiqueta 19. O pacote alcança P2, que estala que exterior etiquete. Então, o pacote é enviado ao PE2 com somente a etiqueta 12308.

No PE2, o pacote com a etiqueta 12308 é recebido e comutado de acordo com a informação na tabela do forwarding. Isto é mostrado aqui:

```

PE2# show tag for tags 12308 detail
Local   Outgoing   Prefix          Bytes tag   Outgoing   Next Hop
tag     tag or VC  or Tunnel Id    switched    interface
12308   Aggregate  172.16.13.0/24[V] 12256
      MAC/Encaps=0/0, MTU=0, Tag Stack{}
      VPN route: aqua
      No output feature configured
      Per-packet load-sharing, slots: 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15
PE2#

```

**Nota:** Nenhuma interface enviada é mostrada porque a etiqueta que parte é agregado. Isto é porque o prefixo associado com a etiqueta é diretamente a rota conectada.

Os sibilos do CE1 a um host no CE2 confirmam a conectividade de VPN sobre o túnel TE:

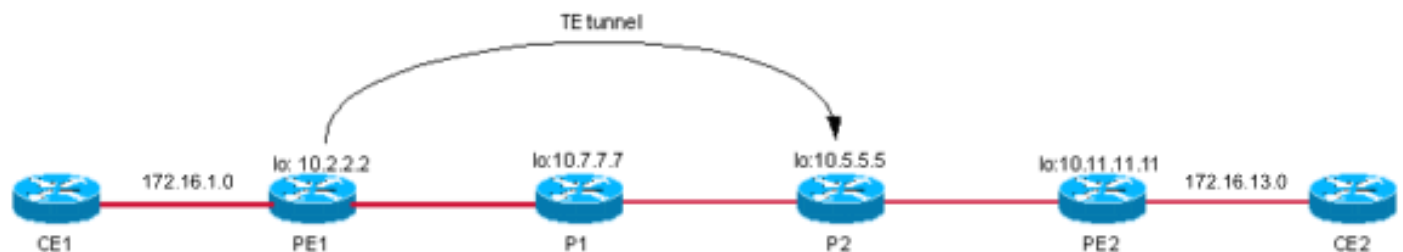
```

CE1# ping 172.16.13.13
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 172.16.13.13, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 4/13/36 ms
CE1#

```

## Caso 2: VPN sobre um túnel TE quando o túnel TE for do PE1 a P2

### Topologia



### Configuração

A configuração adicional TE sobre a configuração básica no PE1 é mostrada aqui:

## PE1

```
PE1# show run interface tunnel 0
!
interface Tunnel0
 ip unnumbered Loopback0
 no ip directed-broadcast
 no ip route-cache distributed
 tunnel destination 10.5.5.5
 tunnel mode mpls traffic-eng
 tunnel mpls traffic-eng autoroute announce
 tunnel mpls traffic-eng path-option 10 dynamic
end
!
```

## Verificação

Verifique a rota para prefixar 172.16.13.13 nos VRF aquum PE1. Aponta ao lúpulo seguinte 10.11.11.11/32 (sobre Tunnel0) que usa a pilha de rótulo {19 12308}.

```
PE1# show ip cef vrf aqua 172.16.13.13
172.16.13.0/24, version 11
0 packets, 0 bytes
 tag information set
   local tag: VPN route head
   fast tag rewrite with Tu0, point2point, tags imposed {19 12308}
 via 10.11.11.11, 0 dependencies, recursive
   next hop 10.5.5.5, Tunnel0 via 10.11.11.11/32
   valid adjacency
   tag rewrite with Tu0, point2point, tags imposed {19 12308}
PE1#
```

A etiqueta 19, a etiqueta exterior, é usada para alcançar o lúpulo seguinte 10.11.11.11/32, como mostrado aqui:

```
PE1# show ip cef 10.11.11.11
10.11.11.11/32, version 37
0 packets, 0 bytes
 tag information set
   local tag: 21
   fast tag rewrite with Tu0, point2point, tags imposed {19}
 via 10.5.5.5, Tunnel0, 1 dependency
   next hop 10.5.5.5, Tunnel0
   valid adjacency
   tag rewrite with Tu0, point2point, tags imposed {19}
```

```
PE1# show mpls traffic-eng tunnels tunnel 0
```

```
Name: PE1_t0 (Tunnel0) Destination: 10.5.5.5
Status:
  Admin: up      Oper: up      Path: valid      Signalling: connected

  path option 10, type dynamic (Basis for Setup, path weight 20)
```

Config Parameters:

```
Bandwidth: 0 kbps (Global) Priority: 7 7 Affinity: 0x0/0xFFFF
Metric Type: TE (default)
AutoRoute: enabled LockDown: disabled Loadshare: 0 bw-based
auto-bw: disabled
```

```

InLabel : -
OutLabel : Ethernet2/0/2, 19
RSVP Signalling Info:
  Src 10.2.2.2, Dst 10.5.5.5, Tun_Id 0, Tun_Instance 33
RSVP Path Info:
  My Address: 10.7.7.2
  Explicit Route: 10.7.7.7 10.8.8.7 10.8.8.5 10.5.5.5
  Record Route: NONE
  Tspec: ave rate=0 kbits, burst=1000 bytes, peak rate=0 kbits
RSVP Resv Info:
  Record Route: NONE
  Fspec: ave rate=0 kbits, burst=1000 bytes, peak rate=Inf
Shortest Unconstrained Path Info:
  Path Weight: 20 (TE)
  Explicit Route: 10.7.7.2 10.7.7.7 10.8.8.7 10.8.8.5
                  10.5.5.5
History:
  Tunnel:
    Time since created: 17 hours, 31 minutes
    Time since path change: 8 minutes, 49 seconds
  Current LSP:
    Uptime: 8 minutes, 49 seconds
    Selection: reoptimization
  Prior LSP:
    ID: path option 10 [31]
    Removal Trigger: path verification failed
PE1#

```

```

PE1# show mpls traffic-eng tunnels tunnel 0 | i Label
  InLabel : -
  OutLabel : Ethernet2/0/2, 19
PE1#

```

O pacote do PE1 é enviado sobre o túnel TE com a pilha de rótulo {19 12308}. Uma vez que P1 recebe o pacote, estala (PHP) a etiqueta 19 e envia o pacote com pilha de rótulo {12308}. O comando show confirma este:

```

P1> show tag for tag 19
Local  Outgoing  Prefix          Bytes tag  Outgoing  Next Hop
tag    tag or VC  or Tunnel Id    switched   interface
19    Pop tag   10.2.2.2 0 [33]  2130       Et2/0     10.8.8.5
P1>

```

```

P1> show tag for tag 19 detail
Local  Outgoing  Prefix          Bytes tag  Outgoing  Next Hop
tag    tag or VC  or Tunnel Id    switched   interface
19    Pop tag   10.2.2.2 0 [33]  2257       Et2/0     10.8.8.5
  MAC/Encaps=14/14, MTU=1504, Tag Stack{}
  006009E08B0300603E2B02408847
  No output feature configured
P1>

```

Quando P2 recebe o pacote com a pilha de rótulo {12308}, verifica seu LFIB e deixa cair o pacote porque nenhum fósforo existe. Este é o show command output (resultado do comando show) em P2:

```

P2# show tag forwarding-table tags 12308 detail
Local  Outgoing  Prefix          Bytes tag  Outgoing  Next Hop
tag    tag or VC  or Tunnel Id    switched   interface
P2#

```

```
P2#
7w4d: TAG: Et0/3: recvd: CoS=0, TTL=253, Tag(s)=12308
7w4d: TAG: Et0/3: recvd: CoS=0, TTL=253, Tag(s)=12308
7w4d: TAG: Et0/3: recvd: CoS=0, TTL=253, Tag(s)=12308
7w4d: TAG: Et0/3: recvd: CoS=0, TTL=253, Tag(s)=12308
P2#
P2#
```

## Explicação

A solução para esse problema é habilitar TDP/LDP no túnel TE e torná-lo uma interface de caractere comutado. No exemplo mostrado na [solução](#), o TDP é permitido no Tunnel0 do PE1. P2 é configurado aceitando hellos dirigidos e formando vizinhos de TDP dirigidos. Assim, o PE1 recebe a etiqueta para 10.11.11.11 de P2 através do LDP. Agora que Tunnel0 esteve feito a uma relação etiqueta-comutada e o TDP esteve permitido para o tráfego a 10.11.11.11, o PE1 usa ambas as etiquetas; usa a etiqueta RSVP para alcançar o TE tailend e a etiqueta TDP para alcançar 10.11.11.11.

Nesta encenação, o PE1 usa a pilha de rótulo {L2 L3 L1} para enviar dados ao CE2 se estes artigos são verdadeiros:

- O L1 é a etiqueta VPN.
- O L2 é a etiqueta RSVP para alcançar o TE tailend.
- O L3 é a etiqueta TDP para alcançar 10.11.11.11 (recebido de P2).

## Solução

A solução é permitir o TDP através do túnel TE.

## Configuração

É mostrada aqui a configuração do túnel TE no PE1 com o TDP ativado nela. As adições estão no negrito.

```
PE1
PE1# show run interface tunnel 0
!
interface Tunnel0
 ip unnumbered Loopback0
 no ip directed-broadcast
 no ip route-cache distributed
 tag-switching ip
 !--- This enables TDP. tunnel destination 10.5.5.5
 tunnel mode mpls traffic-eng tunnel mpls traffic-eng
 autoroute announce tunnel mpls traffic-eng path-option
 10 dynamic end !
```

Esta é a configuração adicional na extremidade final do túnel TE para aceitar hellos dirigidos TDP:

```
P2# show run | i directed-hello
tag-switching tdp discovery directed-hello accept
!--- This configures P2 to accept directed TDP hellos. P2#
```

## Verificação

```
PE1# show tag tdp neighbor | i Peer
Peer TDP Ident: 10.7.7.7:0; Local TDP Ident 10.2.2.2:0
Peer TDP Ident: 10.5.5.5:0; Local TDP Ident 10.2.2.2:0

PE1#
PE1# show ip cef vrf aqua 172.16.13.13
172.16.13.0/24, version 11
0 packets, 0 bytes
tag information set
  local tag: VPN route head
  fast tag rewrite with Tu0, point2point, tags imposed {19 18 12308}
via 10.11.11.11, 0 dependencies, recursive
  next hop 10.5.5.5, Tunnel0 via 10.11.11.11/32
  valid adjacency
  tag rewrite with Tu0, point2point, tags imposed {19 18 12308}
PE1#

PE1# show mpls traffic-eng tunnels tunnel 0 | i Label
InLabel : -
OutLabel : Ethernet2/0/2, 19
!--- This is the TE label learned via RSVP. PE1# PE1# show tag tdp bind 10.11.11.11 32
tib entry: 10.11.11.11/32, rev 20
  local binding: tag: 21
  remote binding: tsr: 10.7.7.7:0, tag: 17
  remote binding: tsr: 10.5.5.5:0, tag: 18
!--- This is the TDP label from P2.
```

Quando P1 recebe o pacote com a pilha de rótulo {19 18 12308}, estala a etiqueta 19 e envia o pacote com a pilha de rótulo {18 12308} a P2. P2 verifica seu LFIB para ver se há a etiqueta 18, a seguir estala a etiqueta e envia-a sobre a interface enviada PO2/0/0 para o PE1. PE1 recebe o pacote com o rótulo 12308 e comuta-o com êxito para CE2.

```
P2# show tag for tag 18
Local  Outgoing  Prefix          Bytes tag  Outgoing  Next Hop
tag    tag or VC   or Tunnel Id   switched   interface
18     Pop tag    10.11.11.11/32 117496     POS2/0/0  point2point
```

```
P2# show tag tdp discovery
Local TDP Identifier:
10.5.5.5:0
Discovery Sources:
Interfaces:
  Ethernet0/3 (tdp): xmit/rcv
    TDP Id: 10.7.7.7:0
  POS2/0/0 (tdp): xmit/rcv
    TDP Id: 10.11.11.11:0
Directed Hellos:
10.5.5.5 -> 10.2.2.2 (tdp): passive, xmit/rcv
TDP Id: 10.2.2.2:0
```

```
P2# show tag tdp neighbor 10.2.2.2
Peer TDP Ident: 10.2.2.2:0; Local TDP Ident 10.5.5.5:0
TCP connection: 10.2.2.2.711 - 10.5.5.5.11690
State: Oper; PIEs sent/rcvd: 469/465; Downstream
Up time: 01:41:08
TDP discovery sources:
  Directed Hello 10.5.5.5 -> 10.2.2.2, passive
Addresses bound to peer TDP Ident:
```

10.7.7.2            172.16.47.166    10.2.2.2

```
PE1# show tag tdp neighbor 10.5.5.5
```

```
Peer TDP Ident: 10.5.5.5:0; Local TDP Ident 10.2.2.2:0
```

```
TCP connection: 10.5.5.5.11690 - 10.2.2.2.711
```

```
State: Oper; PIEs sent/rcvd: 438/441; Downstream
```

```
Up time: 01:35:08
```

```
TDP discovery sources:
```

```
Directed Hello 10.2.2.2 -> 10.5.5.5, active
```

```
!--- This indicates the directed neighbor. Addresses bound to peer TDP Ident: 10.5.5.5
```

```
10.12.12.5 10.8.8.5 PE1# show ip route 10.11.11.11
```

```
Routing entry for 10.11.11.11/32
```

```
Known via "isis", distance 115, metric 40, type level-1
```

```
Redistributing via isis
```

```
B Last update from 10.5.5.5 on Tunnel0, 01:52:21 ago
```

```
Routing Descriptor Blocks:
```

```
* 10.5.5.5, from 10.11.11.11, via Tunnel0
```

```
Route metric is 40, traffic share count is 1
```

Um comando ping do CE1 a um host no CE2 confirma a solução.

```
CE1# ping 172.16.13.13
```

```
Type escape sequence to abort.
```

```
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 172.16.13.13, timeout is 2 seconds:
```

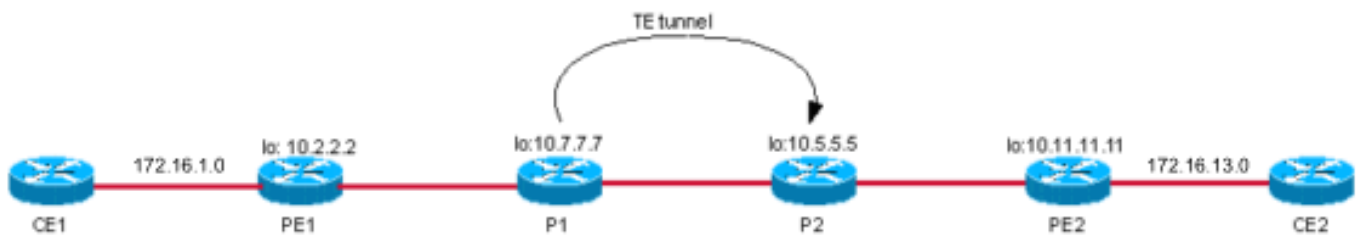
```
!!!!!
```

```
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 4/4/4 ms
```

```
CE1#
```

## Caso 3: VPN entre o CE1 e o CE2 sobre um túnel TE de P1 a P2 quando o TDP/LDP não for permitido

### Topologia



### Configuração

A configuração de túnel no PE1 é mostrada aqui:

#### PE1

```
P1# show run interface tunnel 0
Building configuration...

Current configuration : 255 bytes
!
interface Tunnel0
 ip unnumbered Loopback0
 no ip directed-broadcast
```

```
ip route-cache distributed
tunnel destination 10.5.5.5
tunnel mode mpls traffic-eng
tunnel mpls traffic-eng autoroute announce
tunnel mpls traffic-eng path-option 10 dynamic
end
```

## Verificação

Verifique como os pacotes destinados a CE2 172.16.13.13 obtêm comutados aqui. A saída do comando **show ip cef** mostra que os pacotes ao destino 172.16.13.13 estão comutados com a pilha de rótulo {17 12308}:

```
PE1# show ip cef vrf aqua 172.16.13.13
172.16.13.0/24, version 18, cached adjacency 10.7.7.7
0 packets, 0 bytes
tag information set
  local tag: VPN route head
  fast tag rewrite with Et2/0/2, 10.7.7.7, tags imposed {17 12308}
via 10.11.11.11, 0 dependencies, recursive
  next hop 10.7.7.7, Ethernet2/0/2 via 10.11.11.11/32
  valid cached adjacency
  tag rewrite with Et2/0/2, 10.7.7.7, tags imposed {17 12308}
```

Quando P1 recebe este pacote, remove a etiqueta exterior 17 e comuta o pacote após a vista na tabela de IP Routing a Tunnel0. Observe o OutLabel implícito-nulo nesta saída; significa que a interface enviada não é etiqueta comutada.

```
P1# show ip cef 10.11.11.11 detail
10.11.11.11/32, version 52
0 packets, 0 bytes
tag information set
  local tag: 17
  fast tag rewrite with Tu0, point2point, tags imposed {}
via 10.5.5.5, Tunnel0, 0 dependencies
  next hop 10.5.5.5, Tunnel0
  valid adjacency
  tag rewrite with Tu0, point2point, tags imposed {}
```

```
P1# show mpls traffic-eng tunnel tunnel 0 | i Label
```

```
InLabel : -
OutLabel : Ethernet2/0, implicit-null
```

```
P1# show tag for 10.11.11.11 detail
```

```
Local  Outgoing  Prefix          Bytes tag  Outgoing  Next Hop
tag    tag or VC  or Tunnel Id    switched   interface
17     Untagged  10.11.11.11/32  882        Tu0       point2point
      MAC/Encaps=14/14, MTU=1500, Tag Stack{ }, via Et2/0
      006009E08B0300603E2B02408847
      No output feature configured
      Per-packet load-sharing, slots: 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15
```

```
P1# show ip route 10.11.11.11
```

```
Routing entry for 10.11.11.11/32
  Known via "isis", distance 115, metric 30, type level-1
  Redistributing via isis
  Last update from 10.5.5.5 on Tunnel0, 00:03:20 ago
  Routing Descriptor Blocks:
  * 10.5.5.5, from 10.11.11.11, via Tunnel0
    Route metric is 30, traffic share count is 1
```

Uma vez que P2 recebe o pacote com etiqueta 12308, olha sua tabela do forwarding. Porque há nenhuma maneira que P2 pode estar ciente da etiqueta 12308 VPN do CE2, ele deixa cair o pacote.

```
P2# show tag for tag 12308 detail
```

```
Local Outgoing Prefix Bytes tag Outgoing Next Hop
tag tag or VC or Tunnel Id switched interface
```

Isto quebra o trajeto dos pacotes de VPN destinados ao CE2. É confirmado pelo **silêncio** a CE2 172.16.13.13/32.

```
PE1#
CE1# ping 172.16.13.13
```

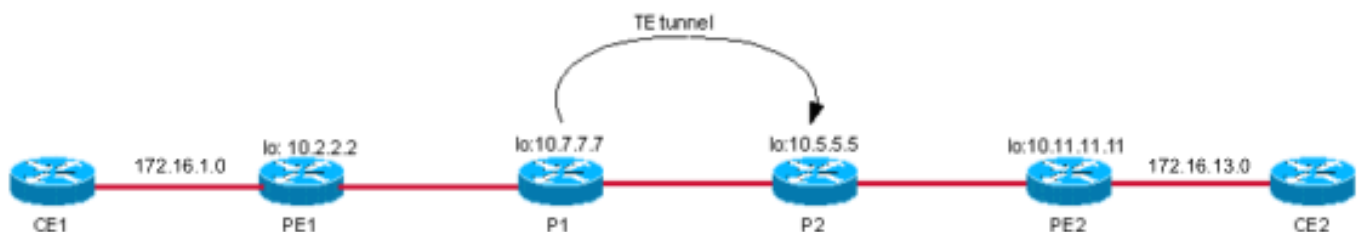
```
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 172.16.13.13, timeout is 2 seconds:
.....
Success rate is 0 percent (0/5)
CE1#
```

## Solução

A solução é ativar o LDP/TDP no túnel. A próxima seção discute esta solução.

## Caso 4: VPN sobre um túnel TE entre P1 e P2 com o LDP permitido

### Topologia



### Configuração

Com o LDP permitido no túnel, as configurações em P1 aparecem como mostrado aqui. As adições estão no negro.

```
PE1
P1# show run interface tunnel 0
Building configuration...

Current configuration : 273 bytes
!
interface Tunnel0
 ip unnumbered Loopback0
 no ip directed-broadcast
```



```

ip route-cache distributed
mpls label protocol ldp
tunnel destination 10.5.5.5
tunnel mode mpls traffic-eng
tunnel mpls traffic-eng autoroute announce
tunnel mpls traffic-eng path-option 10 dynamic
end
!
```

## Verificação

O PE1 envia pacotes para prefixar 172.16.13.13/32 com a pilha de rótulo {17 12308}.

```

PE1#
PE1# show tag for 10.11.11.11 detail
Local   Outgoing   Prefix           Bytes tag  Outgoing   Next Hop
tag     tag or VC  or Tunnel Id     switched   interface
21      17         10.11.11.11/32   0          Et2/0/2    10.7.7.7
        MAC/Encaps=14/18, MTU=1500, Tag Stack{17}
        00603E2B02410060835887428847 00011000
        No output feature configured
        Per-packet load-sharing, slots: 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15
```

```

PE1#
PE1# show ip cef 10.11.11.11 detail
10.11.11.11/32, version 60, cached adjacency 10.7.7.7
0 packets, 0 bytes
tag information set
  local tag: 21
  fast tag rewrite with Et2/0/2, 10.7.7.7, tags imposed {17}
via 10.7.7.7, Ethernet2/0/2, 1 dependency
  next hop 10.7.7.7, Ethernet2/0/2
  valid cached adjacency
  tag rewrite with Et2/0/2, 10.7.7.7, tags imposed {17}
```

```

PE1# show ip cef vrf aqua 172.16.13.13
172.16.13.0/24, version 18, cached adjacency 10.7.7.7
0 packets, 0 bytes
tag information set
  local tag: VPN route head
  fast tag rewrite with Et2/0/2, 10.7.7.7, tags imposed {17 12308}
via 10.11.11.11, 0 dependencies, recursive
  next hop 10.7.7.7, Ethernet2/0/2 via 10.11.11.11/32
  valid cached adjacency
  tag rewrite with Et2/0/2, 10.7.7.7, tags imposed {17 12308}
```

P1 recebe o pacote com pilha de rótulo {17 12308} e olha seu LFIB para a etiqueta 17.

```

P1# show tag for tag 17 detail
Local   Outgoing   Prefix           Bytes tag  Outgoing   Next Hop
tag     tag or VC  or Tunnel Id     switched   interface
17      18         10.11.11.11/32   1158      Tu0         point2point
        MAC/Encaps=14/18, MTU=1496, Tag Stack{18}, via Et2/0
        006009E08B0300603E2B02408847 00012000
        No output feature configured
        Per-packet load-sharing, slots: 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15
```

```
P1#
```

```
P1# show ip cef 10.11.11.11 detail
```

```

10.11.11.11/32, version 52
0 packets, 0 bytes
tag information set
  local tag: 17
  fast tag rewrite with Tu0, point2point, tags imposed {18}
via 10.5.5.5, Tunnel0, 0 dependencies
  next hop 10.5.5.5, Tunnel0
  valid adjacency
  tag rewrite with Tu0, point2point, tags imposed {18}

```

Mostra que a etiqueta 17 deve ser trocada para etiquetar 18. Conseqüentemente, esse pacote é comutado sobre a interface de túnel com a pilha de rótulo {18 12308}.

P2 recebe o pacote sobre sua interface de túnel com a pilha de rótulo {18 12308}. Estala a etiqueta 18 (porque é o roteador de salto penúltimo) e comuta o pacote ao PE2 com a etiqueta 12308.

```
P2# show tag for tag 18 detail
```

```

Local  Outgoing  Prefix          Bytes tag  Outgoing  Next Hop
tag    tag or VC  or Tunnel Id    switched   interface
18    Pop tag   10.11.11.11/32  127645     PO2/0/0   point2point
      MAC/Encaps=4/4, MTU=4474, Tag Stack{}
      0F008847
      No output feature configured
      Per-packet load-sharing, slots: 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15

```

```
P2#
```

O PE2 recebe o pacote com etiqueta 12308, que comuta o pacote ao CE2 com sucesso.

```
PE2# show tag forwarding tags 12308 detail
```

```

Local  Outgoing  Prefix          Bytes tag  Outgoing  Next Hop
tag    tag or VC  or Tunnel Id    switched   interface
12308 Aggregate 172.16.13.0/24[V] 12256
      MAC/Encaps=0/0, MTU=0, Tag Stack{}
      VPN route: aqua
      No output feature configured
      Per-packet load-sharing, slots: 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15

```

```
PE2#
```

```
CE1# ping 172.16.13.13
```

```
Type escape sequence to abort.
```

```
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 172.16.13.13, timeout is 2 seconds:
```

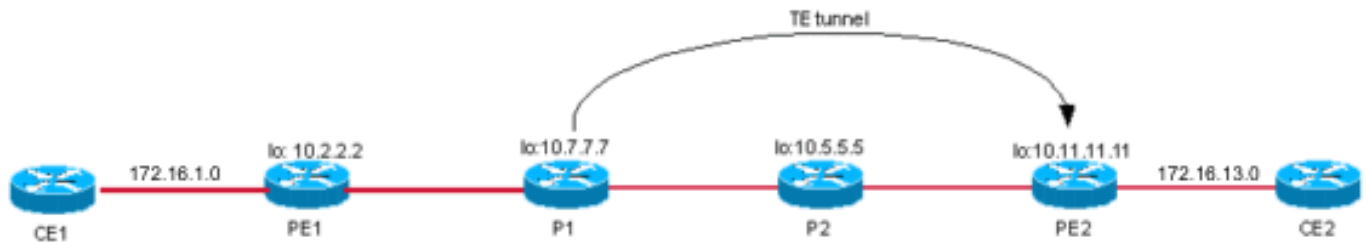
```
!!!!!
```

```
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 1/2/4 ms
```

```
CE1#
```

## Caso 5: MPLS VPN sobre um túnel entre P1 e PE2

### Topologia



## Configuração

### PE1

```
P1# show run interface tunnel 0
Building configuration...

Current configuration : 258 bytes
!
interface Tunnel0
 ip unnumbered Loopback0
 no ip directed-broadcast
 ip route-cache distributed
 tunnel destination 10.11.11.11
 tunnel mode mpls traffic-eng
 tunnel mpls traffic-eng autoroute announce
 tunnel mpls traffic-eng path-option 10 dynamic
end
```

## Verificação

O PE1 envia um pacote destinado a 172.16.13.13 a seu lúpulo seguinte 10.11.11.11 com a pilha de rótulo {17 12308}.

```
PE1# show ip cef vrf aqua 172.16.13.13
172.16.13.0/24, version 18, cached adjacency 10.7.7.7
0 packets, 0 bytes
 tag information set
   local tag: VPN route head
   fast tag rewrite with Et2/0/2, 10.7.7.7, tags imposed {17 12308}
 via 10.11.11.11, 0 dependencies, recursive
   next hop 10.7.7.7, Ethernet2/0/2 via 10.11.11.11/32
   valid cached adjacency
   tag rewrite with Et2/0/2, 10.7.7.7, tags imposed {17 12308}
```

P1 recebe o pacote com pilha de rótulo {17 12308}. P1 olha sua tabela LFIB e verifica a pilha {17} da etiqueta e comuta o pacote com etiqueta {17} para P2.

```
P1# show tag for 10.11.11.11 detail
Local  Outgoing  Prefix          Bytes tag  Outgoing  Next Hop
tag    tag or VC  or Tunnel Id    switched  interface
17     Untagged  10.11.11.11/32  411       Tu0       point2point
      MAC/Encaps=14/18, MTU=1500, Tag Stack{17}, via Et2/0
      006009E08B0300603E2B02408847 00011000
      No output feature configured
```

Per-packet load-sharing, slots: 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15

P1# **show tag for tag 17 detail**

```
Local  Outgoing  Prefix          Bytes tag  Outgoing  Next Hop
tag    tag or VC  or Tunnel Id    switched   interface
17    Untagged   10.11.11.11/32  685        Tu0        point2point
      MAC/Encaps=14/18, MTU=1500, Tag Stack{17}, via Et2/0
      006009E08B0300603E2B02408847 00011000
      No output feature configured
```

Per-packet load-sharing, slots: 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15

P1#

P1# **show ip cef 10.11.11.11**

```
10.11.11.11/32, version 67
0 packets, 0 bytes
tag information set
local tag: 17
fast tag rewrite with Tu0, point2point, tags imposed {17}
via 10.11.11.11, Tunnel0, 0 dependencies
next hop 10.11.11.11, Tunnel0
valid adjacency
tag rewrite with Tu0, point2point, tags imposed {17}
```

P2 recebe o pacote com pilha de rótulo {17 12308}. P2, sendo o roteador de penúltimo salto, exibe o rótulo 17.

P2# **show tag for tag 17 detail**

```
Local  Outgoing  Prefix          Bytes tag  Outgoing  Next Hop
tag    tag or VC  or Tunnel Id    switched   interface
17    Pop tag   10.7.7.7 0 [5]  535        P02/0/0    point2point
      MAC/Encaps=4/4, MTU=4474, Tag Stack{}
      0F008847
      No output feature configured
```

P2#

O PE2 recebe então o pacote com a etiqueta 12308. P2 está ciente que o destino para a etiqueta 12308 está conectado diretamente. Consequentemente, o sibilo do CE1 ao CE2 é 10.

PE2# **show tag for tag 12308 detail**

```
Local  Outgoing  Prefix          Bytes tag  Outgoing  Next Hop
tag    tag or VC  or Tunnel Id    switched   interface
12308 Aggregate 172.16.13.0/24[V] 12776
      MAC/Encaps=0/0, MTU=0, Tag Stack{}
      VPN route: aqua
      No output feature configured
```

Per-packet load-sharing, slots: 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15

PE2#

**Nota:** Nenhuma interface enviada é mostrada porque a etiqueta que parte é agregado. Isto é porque o prefixo associado com a etiqueta é diretamente a rota conectada.

CE1# **ping 172.16.13.13**

```
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 172.16.13.13, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 4/4/4 ms
CE1#
```

## Problemas conhecidos

Refira o [Field Notice: MPLS VPN com Advisory TE e MPLS InterAS no software de Cisco IOS®](#) para mais detalhes.

## Conclusão

Quando o túnel do TE estiver terminado no PE de saída, a VPN MPLS e o TE funcionam juntos sem qualquer tipo de configuração adicional. Quando o túnel TE estiver terminado em todo o Roteadores P (antes do PE no núcleo), o encaminhamento de tráfego do MPLS VPN falha porque os pacotes chegam com etiquetas VPN como as etiquetas exteriores, que não estão nos LFIB destes dispositivos. Consequentemente, estes roteadores intermediários não podem enviar pacotes ao destino final, a rede cliente VPN. Em tal caso, o LDP/TDP deve ser permitido no túnel TE de resolver o problema.

## Informações Relacionadas

- [MPLS FAQ For Beginners](#)
- [Como solucionar problemas de MPLS VPN](#)
- [Exemplo de engenharia básica de tráfego de MPLS usando configuração de OSPF](#)
- [Configurando uma VPN MPLS básica](#)
- [Troubleshooting de Falha de LSP em MPLS VPN](#)
- [MPLS Support Page](#)
- [Suporte Técnico - Cisco Systems](#)