



CARRETERAS Y COMUNIDADES RESILIENTES: PRESENTACIÓN DE SOLUCIONES

Marta Agujetas Perez
MetaMeta



**META
META**



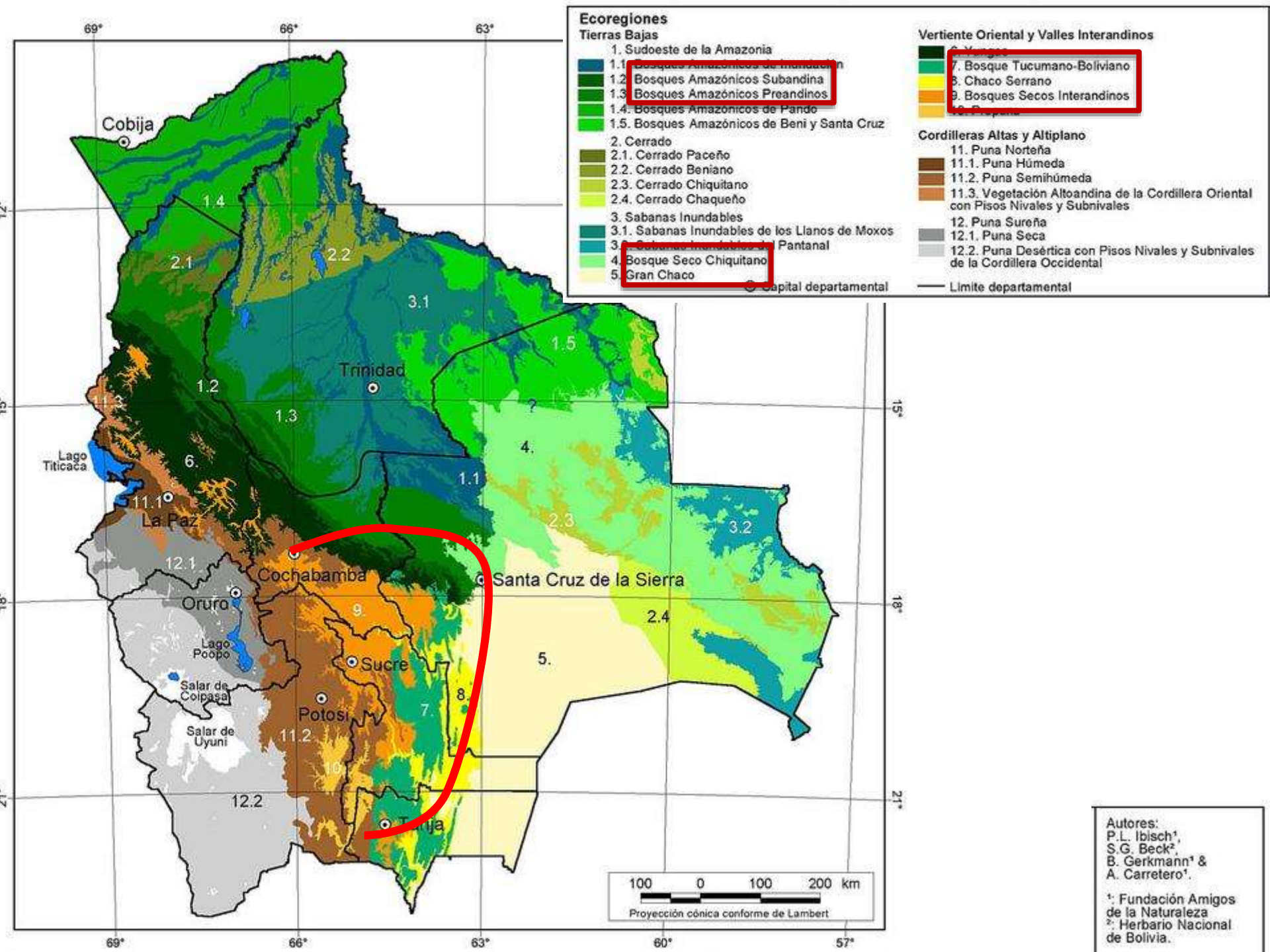
BANCO MUNDIAL
BIRF • AIF | GRUPO BANCO MUNDIAL



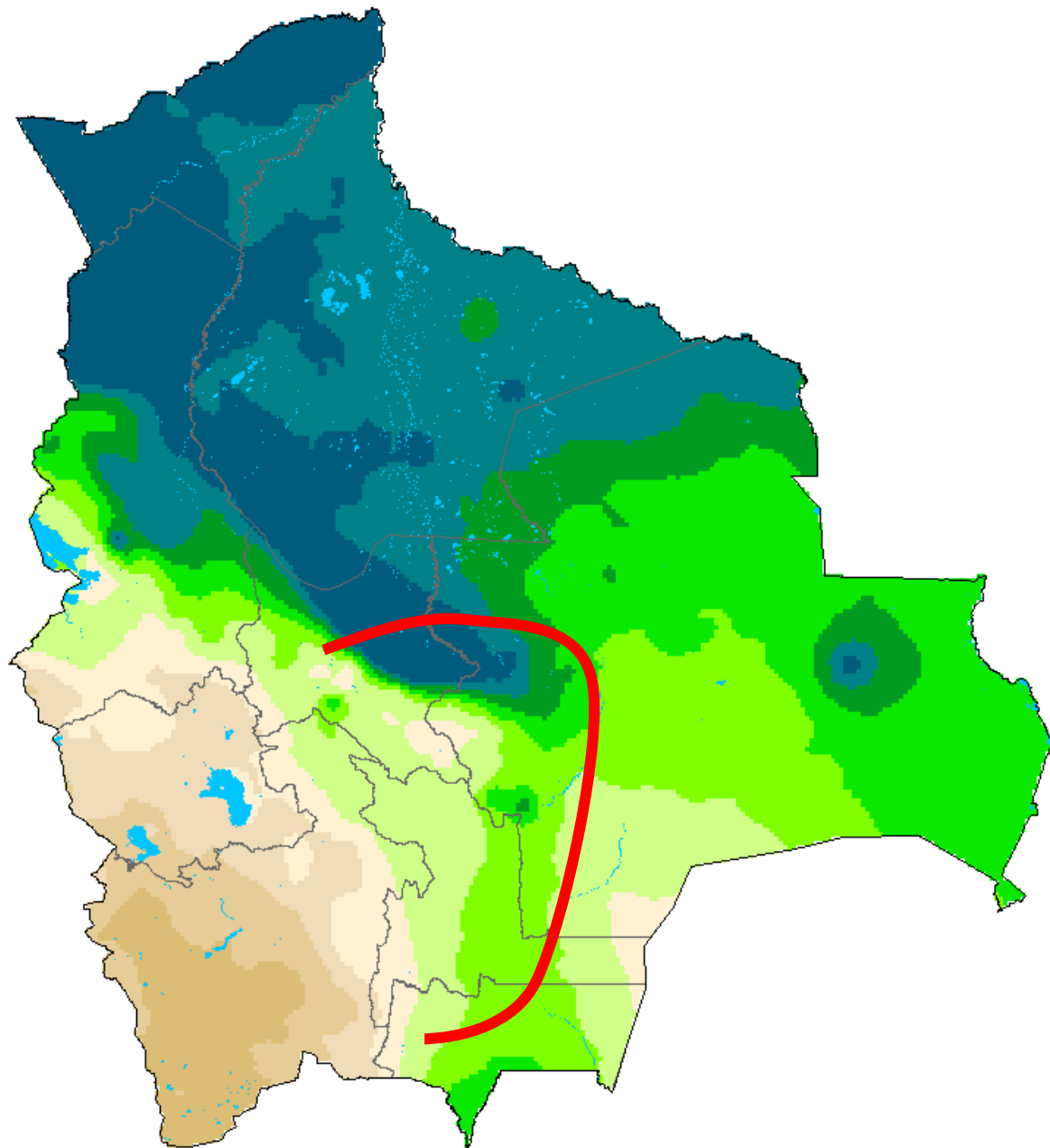
Presentación



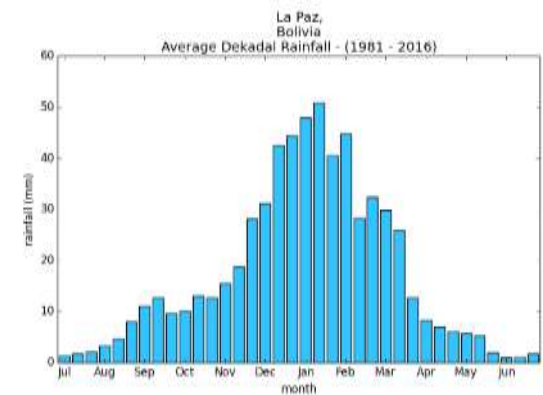
1. Explicación de la visita de campo
2. Presentación de problemas y soluciones por tramos
3. Conclusiones
4. Recomendaciones



Bolivia Historical Average Rainfall



Rainfall (mm)



Jul - Jun, 2001 - 2014

0 90 180 360 Kilometers



Map Produced by: USGS/EROS
Data Source: Climate Hazards Group InfraRed
Precipitation with Station (CHIRPS-2.0) (USGS/UCSB)



1

2

3

1 Area con altas precipitaciones



2.1 Area de altas precipitaciones: Yungas, Bosques Amazonicos subandinos/preandinos

Zona visitada	El Sillar hasta Santa Cruz
Problemas para las carreteras	<ul style="list-style-type: none">• Exposición a inundaciones debido a las altas precipitaciones y altos picos fluviales• Inestabilidad en las pendientes y taludes• Colapso de puentes
Problemas ambientales relacionados con las carreteras	<ul style="list-style-type: none">• Incremento del riesgo de deslizamientos• Desvio del curso natural de las aguas superficiales
Carreteras resilientes	<ul style="list-style-type: none">• Tuneles y galerías de protección• Fundaciones profundas en los puentes• Disipadores de energia• Protección contra el socavacion en los puentes• Bioingenieria para estabilizar los taludes
Resiliencia ambiental	<ul style="list-style-type: none">• Protección del margen del río con espigones• Extracción controlada de arena y sedimentos• Proteccion de cuencas para retener más agua en las partes altas

Puente Espiritu Santo



Causa alarma el deterioro de puente

Espíritu Santo II (Los Tiempos – 11/10/2017)



Carreteras resilientes

Galerías para avalanchas

Protección con gaviones





Disipadores de energía



Espigones protegiendo
el curso del rio y a su
vez a la carretera



Retención de agua en la parte
alta de las cuencas



2 El Chaco

Yacuiba

St Cruz

Santa Cruz de la Sierra

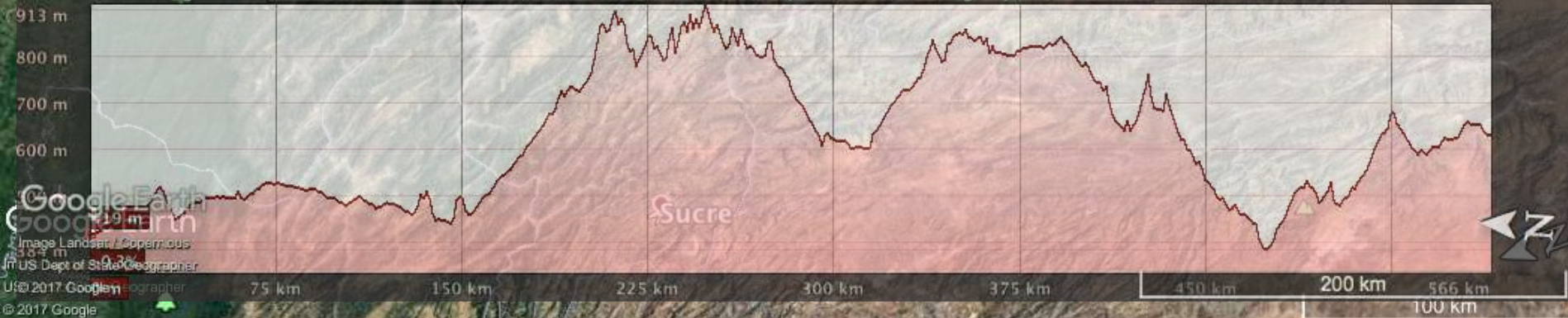
Tarija Dept

Chuquisaca Dept

Tarija

Graph: Min, Avg, Max Elevation: 384, 630, 913 m

Range Totals: Distance: 566 km Elev Gain/Loss: 2505 m, -2295 m Max Slope: 2.9%, -3.0% Avg Slope: 0.7%, -0.6%



2.2 El Chaco: control de la erosión y cosecha del agua


Áreas visitadas	Desde Santa Cruz a Yacuiba
Problemas para las carreteras	<ul style="list-style-type: none">• Muchos cruces con pequeños ríos estacionales• El agua de cunetas y alcantarillas causa gran erosión que pone en peligro a la carretera• Suelos débiles con alto riesgo de erosión
Problemas ambientales	<ul style="list-style-type: none">• Alta erosión en la salida de cunetas y alcantarillas causando sedimentación• Baja disponibilidad de agua para ganado y cultivos• El agua disponible para pavimentar la carretera es escasa (posible conflicto con comunidades locales)
Carreteras resilientes	<ul style="list-style-type: none">• Sistema de drenaje adecuado• Protección en las salidas de drenaje• Evitar construir carreteras en zonas susceptibles a alta erosión (Charagua)
Resiliencia social y ambiental	<ul style="list-style-type: none">• Atajados, represas, reutilización de bancos de préstamo y esparcimiento del agua de alcantarilla para mejorar los pastos• Protección de pendientes con medidas de bioingeniería (barreras vivas, vetiver...)• Presas de arena (sand dams)



Rios estacionales

Taputa



A photograph showing a dirt road that curves through a landscape. The road is made of reddish-brown soil and gravel. On the right side of the road, there is a steep, exposed soil bank with visible vertical erosion patterns. The background shows a valley with green vegetation and a sky filled with heavy, grey clouds. A text box with a red border is overlaid on the right side of the image.


Pendientes
descubiertas:
fuente de erosión
y sedimentos



Zanja de desviacion desde la cuneta



Zanjas de desviación del agua de alcantarilla a campos de cultivo



Agua de cunetas desviada
a una zona de recarga

Badén construido para retener agua y recargar agua subterránea





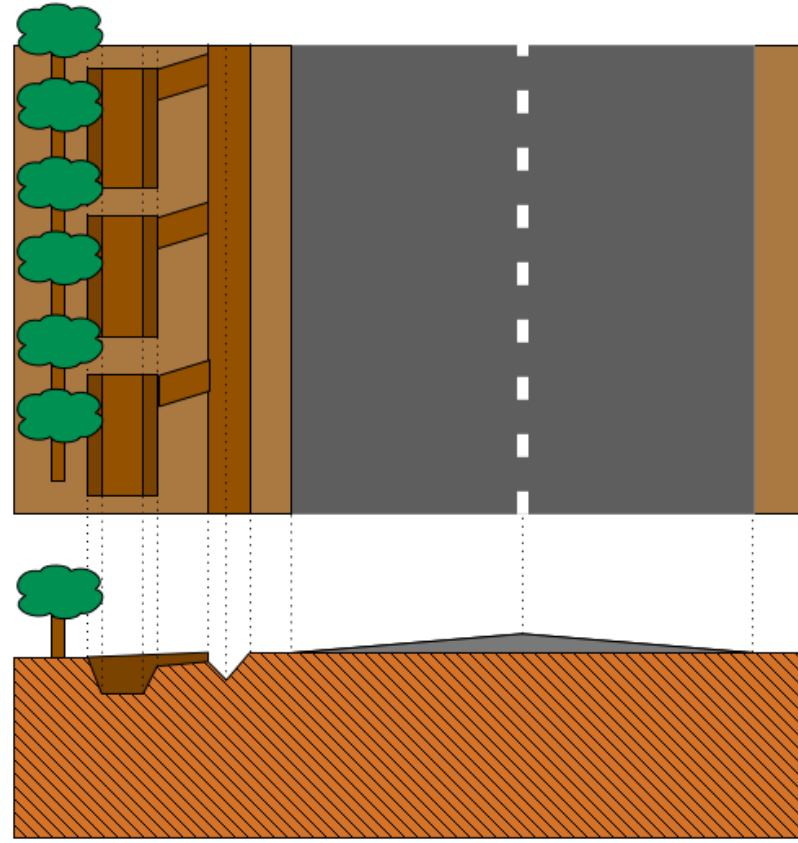
Atajado

Carretera



Atajado

Alcantarilla



Agua de las carreteras
a zanjas de infiltración

Hierba
vetiver (o
especies
nativas)



3. Zona semiárida



Google Earth

© 2017 Google
Image © 2017 DigitalGlobe
US Dept of State Geographer
Image © 2017 CNES / Airbus

10 km

2.3 Area semi-árida: control de la erosión y cosecha del agua

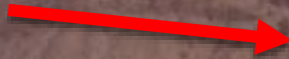
Áreas visitadas	Tarija, Padcaya, Uriondo, Valle de Concepción
Problemas para las carreteras	<ul style="list-style-type: none">• Daños en las carreteras debido a erosión, suelos muy susceptibles a la erosión y falta de medidas
Problemas ambientales	<ul style="list-style-type: none">• Irregularidad de las lluvias• Erosión
Carreteras resilientes	<ul style="list-style-type: none">• Bio-ingeniería• Ubicación estratégica de sistema de drenaje
Resiliencia social y ambiental	<ul style="list-style-type: none">• Represas multifuncionales para la cosecha y manejo del agua de riego• Cosecha de agua para ganado y agricultura• Esparcimiento del agua de escorrentía en los campos

Erosión pone en
peligro la
carretera





Erosión alta– Alta
cantidad de
sedimentos





Represa



Alcantarilla



© 2017 Google

Image © 2017 DigitalGlobe

Google

Riego por goteo desde atajado (producción de tomates). Agua de alcantarilla y de la presa de San Jacinto





Agua de una zanja
de desviación
desde la cuneta
para árboles
frutales

3. Conclusiones



- Enorme potencial (y necesidad) en Bolivia
- Prácticas existentes pero no de forma sistemática y a gran escala
- Falta de trabajo coordinado entre las instituciones
- Grandes problemas de erosión e inundación, lo que conlleva grandes costos de mantenimiento
- Falta de expertos a nivel de municipios con recursos limitados

4. Recomendaciones

- Posicionamiento estratégico de las obras de drenaje
- Crear una normativa para implementar obras complementarias de captación de agua de carretera
- Guía de pre-inversión para incorporar el cambio climático y el manejo y cosecha del agua
- Utilizar las empresas contratadas para realizar el mantenimiento para realizar estos trabajos

Muchas gracias!!

