

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



PONTIFICIA  
**UNIVERSIDAD**  
**CATÓLICA**  
DEL PERÚ

## DISEÑO DE UNA RED DE BANDA ANCHA PARA LA REGIÓN DE PUNO

*Tesis para optar el Título de Ingeniero de las Telecomunicaciones, que presentan  
las bachilleres:*

*Yoselin Karen Ramírez Ventura*

*Connie Lía Gamarra Villanueva*

**ASESOR: Luis Andrés Montes Bazalar**

*Lima, Noviembre de 2013*

## RESUMEN

El presente proyecto de tesis consiste en diseñar una red de banda ancha para la Región Puno, siendo el objetivo principal establecer la conectividad integral entre los distritos de la región mediante el acceso a redes de alta capacidad de transmisión que permita a los usuarios finales hacer uso de los diferentes servicios de telecomunicaciones como telefonía fija y móvil, banda ancha fija y móvil. Promover el uso de redes de banda ancha permite a la población formar parte de la sociedad de información y tener al alcance las herramientas necesarias para lograr un mayor desarrollo en los diversos ámbitos tales como educación, salud, economía, gobierno electrónico, seguridad ciudadana, entre otros más.

Primero, realizaremos un diagnóstico geopolítico, demográfico y de servicios de telecomunicaciones de la región Puno a fin de determinar sus principales características. El análisis demográfico se hará a nivel distrital con el fin de evaluar la distribución de la población; por otro lado, se mostrará cómo han ido evolucionando los principales servicios públicos, privados y de radiodifusión en la región.

Luego, proyectaremos la demanda de los servicios prioritarios de telecomunicaciones, tanto en centros educativos, como en el gobierno electrónico e instituciones de salud. Haremos el análisis de los recursos necesarios para las entidades mencionadas, y otras más del Estado, con el fin de determinar el ancho de banda a ser brindado. Además, proyectaremos la demanda de servicios de telecomunicaciones en la región para los años 2018 y 2023.

Después, haremos la presentación del diseño de ingeniería propuesto para la red de la región Puno. Luego de determinar las consideraciones generales para la red de transporte, mostraremos el trazado del recorrido de la fibra óptica y seleccionaremos el sistema de transmisión a usar.

Finalmente, haremos el análisis económico del proyecto, realizaremos tanto el análisis de las inversiones en bienes de capitales, como de los gastos operacionales. Asimismo, evaluaremos la estimación de costos y de flujo de ingresos y egresos, para finalmente determinar la sostenibilidad y rentabilidad del proyecto en el tiempo.

FACULTAD DE  
CIENCIAS E  
INGENIERÍA



PONTIFICIA  
UNIVERSIDAD  
CATÓLICA  
DEL PERÚ

**TEMA DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO DE LAS  
TELECOMUNICACIONES**



Título : Diseño de una red de Banda Ancha para la Región Puno  
 Área : Redes de Banda Ancha # 230  
 Asesor : Ing. Luis Andrés Montes Bazalar  
 Alumnos y códigos : Yoselin Karen Ramírez Ventura 20080451  
 Connie Lia Gamarra Villanueva 20067040  
 Fecha: 23/05/2013

**Descripción y Objetivos**

La presente tesis consiste en el diseño de una red de banda ancha para brindar servicios de telecomunicaciones a la región de Puno; ya que las nuevas tecnologías evolucionan rápidamente con el paso de los años, hoy en día se ha vuelto imprescindible el uso de los diversos medios de comunicación

Los usuarios e instituciones necesitan acceder con altas velocidades a servicios de telecomunicaciones de voz y datos. La Banda Ancha es un medio que cuenta con las características mencionadas y aporta así desarrollo social y económico. Diseñar esta red para la región Puno, no solo permitiría disminuir la brecha de acceso existente, sino que, además, se tendrá un incremento en el índice económico de la región y, por tanto, en el de nuestro país.

El objetivo principal de esta tesis de diseñar una red troncal de fibra óptica para la Región Puno, para que mediante ella se tenga acceso a la Banda Ancha y, por tanto, a los servicios finales de telecomunicaciones como Internet, telefonía IP, tele-medicina, tele-educación, seguridad ciudadana, redes privadas para empresas, entre otros. Esto podrá ser llevado a cabo gracias al estudio demográfico, económico, político y social sobre el estado actual de las telecomunicaciones en la región, como también el de su demanda actual y la proyección de la misma en los próximos 5 y 10 años.

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ  
Especialidad de Ingeniería de las Telecomunicaciones

Luis Angélico Velarde Criado  
Coordinador

FACULTAD DE  
 CIENCIAS E  
 INGENIERÍA

 PONTIFICIA  
 UNIVERSIDAD  
 CATÓLICA  
 DEL PERÚ

 TEMA DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO DE LAS  
 TELECOMUNICACIONES

Título : Diseño de una red de Banda Ancha para la Región Puno

## Índice

## Introducción

## 1. Diagnóstico geopolítico, demográfico y de servicios de telecomunicaciones en la región PUNO.

- |  |                   |
|--|-------------------|
| 1.1. Características geopolíticas.                   | (Yoselin Ramirez) |
| 1.2. Situación demográfica.                          | (Connie Gamarra)  |
| 1.3. Estados de los servicios de Telecomunicaciones. | (Connie Gamarra)  |

## 2. Proyección de la demanda de servicios prioritarios de telecomunicaciones y de la banda ancha respectiva en la región PUNO.

- |   |                   |
|---|-------------------|
| 2.1. Identificación de servicios prioritarios.  | (Yoselin Ramirez) |
| 2.2. Determinación de recursos en Banda Ancha requeridos para los servicios de telecomunicaciones.    | (Ambas)           |
| 2.3. Proyección de la demanda de los servicios de telecomunicaciones en la región Puno por distritos. | (Ambas)           |

## 3. Elaboración del diseño de ingeniería propuesto para la región PUNO.

- |  |                   |
|--|-------------------|
| 3.1. Consideraciones generales para la red de transporte | (Connie Gamarra)  |
| 3.2. Trazado del recorrido de la fibra óptica            | (Yoselin Ramirez) |
| 3.3. Sistema de transmisión a utilizar                   | (Ambas)           |

 PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ  
 Especialidad de Ingeniería de las Telecomunicaciones

  
 Ing. LUIS ANGELO VELARDE CUBERO  
 Coordinador

FACULTAD DE  
CIENCIAS E  
INGENIERÍA



PONTIFICIA  
UNIVERSIDAD  
CATÓLICA  
DEL PERÚ

4. Análisis financiero del proyecto, CAPEX y OPEX.

- 4.1. Consideraciones generales (Ambas)
- 4.2. Inversiones de Capital (Ambas)
- 4.3. Gastos operativos (Connie Gamarra)
- 4.4. Estructura de financiamiento (Yoselin Ramírez)

Conclusiones

Recomendaciones

Bibliografía

Anexos

*Máximo: 120 páginas*

*M*

*B*

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ  
Especialidad de Ingeniería de las Telecomunicaciones  
  
DR. LUIS ANÍBAL VELARDE CRIADO  
Coordinador

## DEDICATORIA

*A mis padres, Víctor y María, por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, por su amor y apoyo incondicional perfectamente mantenido a través del tiempo.*

*Yoselin Karen Ramírez Ventura*

*A mis padres, María y José, y a mis abuelitas, Tere, Blanca, Chela y Pina, por haberme dado su apoyo en todo momento y haber influido en mi formación al ser ejemplo de los valores que han quedado grabados en mí.*

*Connie Lía Gamarra Villanueva*

## AGRADECIMIENTOS

En el presente trabajo de tesis, me gustaría agradecerle a Dios por bendecirme para llegar hasta donde he llegado.

A mis padres y mi hermana, por su apoyo incondicional, palabras de aliento que me brindaban a lo largo de mi carrera universitaria, por enseñarme que no hay límites, que lo que me proponga lo puedo lograr y que solo depende de mí.

A mi enamorado, por su comprensión, paciencia, ánimo y por permitirme soñar y crecer con su imaginación.

A la PUCP por darme la oportunidad de estudiar y ser una profesional. También me gustaría agradecer a mis profesores durante toda mi carrera profesional porque todos han aportado con un granito de arena a mi formación

De igual manera agradecer a mi asesor de Tesis, Ing. Luis Montes Bazalar por su visión crítica, su rectitud en su profesión y por sus consejos.

Y a todas las personas que han formado parte de mi vida profesional, a las que me encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida.

Yoselin Karen Ramirez Ventura

Quisiera agradecer a Dios, por haberme dado la oportunidad de lograr uno más de mis sueños.

A mis dos ángeles: a mi madrina Blanca, por haber sido mi guía desde muy pequeña y a mi abuelita Chela, por haberme hecho sonreír en los momentos más duros.

A mis abuelitas Tere y Pina, por ser mis principales ejemplos de responsabilidad, constancia y fortaleza.

A mi madre y a mi padre, por siempre confiar en mi capacidad y preocuparse por mi bienestar.

A mi hermanito, por ser uno de mis principales motivos de querer ser mejor cada día.

A mi enamorado, por haberme brindado su amor, paciencia y apoyo en todo momento.

A mi profesor y asesor de tesis, el Ing. Luis Montes, por haber compartido sus conocimientos, por su gran apoyo y consejos.

También quisiera agradecer a la PUCP, por haber sido mi segundo hogar y a todos los que fueron mis profesores por haber influido en mi formación como profesional.

Connie Lia Gamarra Villanueva

## ÍNDICE

<b>LISTA DE TABLAS.....</b>	<b>11</b>
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>13</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>14</b>
<b>CAPÍTULO 1: DIAGNÓSTICO GEOPOLÍTICO, DEMOGRÁFICO Y DE SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES EN LA REGIÓN PUNO.....</b>	<b>15</b>
<b>1.1. CARACTERÍSTICAS GEOPOLÍTICAS .....</b>	<b>16</b>
1.1.1. <i>Geografía y Demarcación Geopolítica .....</i>	<i>16</i>
1.1.1.1. Ubicación y superficie .....	16
1.1.1.2. División geopolítica .....	16
1.1.1.3. Clima, hidrología, áreas protegidas y nevados principales .....	17
1.1.1.4. Carreteras y vías de acceso .....	19
1.1.1.5. Redes de servicio públicos (eléctricas) .....	20
1.1.2. <i>Economía y medios de comunicación.....</i>	<i>20</i>
1.1.2.1. Producción.....	20
1.1.2.2. Empleo .....	22
1.1.2.3. Infraestructura turística .....	23
1.1.2.4. Aspectos financieros .....	24
1.1.2.5. Autoridades ediles, policiales y empresariales .....	24
1.1.2.6. Prensa escrita, Televisión y radiodifusión .....	25
1.1.3. <i>Educación.....</i>	<i>25</i>
1.1.3.1. Cantidad de universidades nacionales y privadas .....	25
1.1.3.2. Centros educativos de nivel primario y secundario.....	26
1.1.4. <i>Cultura y religión.....</i>	<i>26</i>
1.1.5. <i>Salud.....</i>	<i>27</i>
1.1.6. <i>Seguridad.....</i>	<i>27</i>
<b>1.2. SITUACIÓN DEMOGRÁFICA .....</b>	<b>28</b>
1.2.1. <i>Población departamental, provincial y distrital.....</i>	<i>28</i>
1.2.2. <i>Distribución de la población urbana / rural .....</i>	<i>29</i>
1.2.3. <i>Distribución de la población distrital por nivel educativo y socioeconómico. .</i>	<i>30</i>
1.2.4. <i>Distribución de la población distrital por edades .....</i>	<i>31</i>
<b>1.3. ESTADO DE LOS SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES .....</b>	<b>32</b>
1.3.1. <i>Respecto a los servicios públicos de telecomunicaciones .....</i>	<i>32</i>
1.3.1.1. Evolución de líneas de telefonía básica.....	32
1.3.1.2. Evolución de los servicios móviles.....	33
1.3.1.3. Televisión por cable/satélite.....	33
1.3.1.4. Evolución de los servicios de comunicaciones empresariales .....	34
1.3.2. <i>Respecto a los servicios privados de telecomunicaciones .....</i>	<i>36</i>
1.3.2.1. Situación de las redes privadas .....	36
1.3.3. <i>Respecto a los servicios de radiodifusión .....</i>	<i>37</i>
<b>CAPÍTULO 2 PROYECCIÓN DE LA DEMANDA DE SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES Y DE LA BANDA ANCHA RESPECTIVA EN LA REGIÓN PUNO.....</b>	<b>39</b>

<b>2.1. Identificación de servicios prioritarios.....</b>	<b>40</b>
2.1.1. <i>Educación, para colegios y demás centros educativos.....</i>	40
2.1.2. <i>Gobierno electrónico.....</i>	40
2.1.3. <i>Salud.....</i>	41
<b>2.2. Determinación de recursos en banda ancha requeridos para los servicios de telecomunicaciones:.....</b>	<b>41</b>
<b>2.2.1. <i>Respecto a los centros educativos de la Región por distritos.....</i></b>	<b>41</b>
<b>2.2.2. <i>Respecto al gobierno electrónico de la Región por distritos .....</i></b>	<b>42</b>
2.2.2.1. Reconocimiento de las necesidades de implementación de sistemas de gobierno electrónico de acuerdo a la demarcación geopolítica. ....	42
2.2.2.2. Cálculo de los recursos en banda ancha para los gobiernos provinciales, distritales y demás instituciones públicas de la Región. ....	42
<b>2.2.3. <i>Respecto a los servicios de salud de la Región por distritos .....</i></b>	<b>43</b>
<b>2.2.3.1. Identificación de la jerarquía de los centros de salud en la Región y cálculo de los recursos en banda ancha para los centros de salud. ....</b>	<b>43</b>
<b>2.3. <i>Proyección de la demanda de los servicios de telecomunicaciones en la Región Puno por distritos.....</i></b>	<b>44</b>
2.3.1. <i>Demanda para un horizonte temporal de cinco años. ....</i>	44
2.3.2. <i>Demanda para un horizonte temporal de diez años.....</i>	46
<b>CAPÍTULO 3 ELABORACIÓN DEL DISEÑO DE INGENIERÍA PROPUESTO PARA LA REGIÓN PUNO .....</b>	<b>50</b>
3.1. Consideraciones generales para la red de transporte .....	51
3.2. Trazado del recorrido de la fibra óptica .....	54
3.3. Sistema de transmisión a utilizar .....	61
<b>CAPÍTULO 4 ANÁLISIS FINANCIERO DEL PROYECTO, CAPEX Y OPEX .....</b>	<b>63</b>
4.1. Consideraciones generales .....	64
4.2. Inversiones de capital.....	65
4.2.1. <i>Estimación de costes.....</i>	65
4.2.2. <i>Estimación del flujo de ingresos y egresos de la operación de la red .....</i>	67
4.3. Análisis financiero e interpretación de indicadores .....	70
4.4. Estructura de financiamiento.....	70
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>72</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>73</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>74</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>79</b>

## LISTA DE TABLAS

- TABLA 1-1: Coordenadas de la Región Puno
- TABLA 1-2: Provincias de la Región Puno
- TABLA 1-3: Actividades económicas de la Región de Puno
- TABLA 1-4: Población en edad de trabajar por sexo y área
- TABLA 1-5: Actividades económicas de la Región Puno
- TABLA 1-6: Puno: Cantidad de Centros Educativos con suma de docentes, alumnos y sección
- TABLA 1-7: Puno: Instituciones de salud
- TABLA 1-8: Comisarias de la Región Puno
- TABLA 1-9: Población estimada según provincia, 2009 – 2013
- TABLA 1-10: Población urbana estimada, 2009 – 2013
- TABLA 1-11: Población rural estimada, 2009 – 2013
- TABLA 1-12: Niveles socioeconómicos, distribución porcentual
- TABLA 1-13: Población proyectada según grupo de edad, 2009 – 2012
- TABLA 1-14: Líneas de telefonía fija instaladas, 2009 – 2012
- TABLA 1-15: Líneas de telefonía fija en servicio, 2009 – 2012
- TABLA 1-16: Líneas de telefonía móvil en servicio, 2009 – Septiembre 2012
- TABLA 1-17: Suscriptores por empresa en la región Puno, 2009 – Septiembre 2012
- TABLA 1-18: Líneas fijas en servicio por empresa, 2009 – Septiembre 2012
- TABLA 1-19: Líneas móviles en servicio por empresa, 2009 – Septiembre 2012
- TABLA 1-20: Líneas móviles prepago en servicio por empresa, 2009 – Sep 2012
- TABLA 1-21: Líneas móviles control en servicio por empresa, 2009 Sep 2012
- TABLA 1-22:– Líneas móviles postpago en servicio por empresa, 2009 – Sep 2012
- TABLA 1-23: Distribución de las autorizaciones vigentes de teleservicios privados por tipo de licencia, 2009
- TABLA 1-24: Distribución de las autorizaciones otorgadas de radiodifusión sonora según banda de frecuencia, 2009
- TABLA 1-25: Distribución de las autorizaciones vigentes de radiodifusión sonora según banda de frecuencia, 2009
- TABLA 1-26: Distribución de las autorizaciones otorgadas de radiodifusión por televisión según banda de frecuencia, 2009
- TABLA 1-27: Distribución de las autorizaciones vigentes de radiodifusión por televisión según banda de frecuencia, 2009
- TABLA 2-1: Proyección de demanda de líneas según servicio ofrecido al 2018
- TABLA 2-2: Proyección de Mbps requeridos por línea según servicio al 2018
- TABLA 2-3: Proyección de Mbps requeridos según servicio ofrecido al 2018
- TABLA 2-4: Proyección de cantidad de líneas según servicio al 2023
- TABLA 2-5: Proyección de Mbps requeridos por línea según servicio al 2023

TABLA 2-6: Proyección de Mbps requeridos según servicio ofrecido al 2023

TABLA 2-7: Proyección de capacidad requerida al 2023

TABLA 3-1. Criterios para selección de Fibra Óptica

TABLA 3-2. Parámetros de diseño de los enlaces de Fibra Óptica

TABLA 3-3. Equipos con capacidad y longitudes de onda

TABLA 3-4. Puno: Distancias del recorrido de la Fibra Óptica de la red eléctrica de alta tensión

TABLA 3-5. Puno: Distancias del recorrido de la Fibra Óptica de la red eléctrica de media tensión

TABLA 3-6. Puno: Distancias del recorrido de la Fibra Óptica de la red vial nacional

TABLA 3-7. Puno: Distancias del recorrido de la Fibra Óptica de la red vial

TABLA 3-8. Puno: cantidad total de transponders por anillo, según capacidad

TABLA 3-9. Puno: cantidad total de transponders por camino, según capacidad

TABLA 4-1: Gastos en difusión y sensibilización

TABLA 4-2: Gastos en capacitación

TABLA 4-3: CAPEX – Resumen

TABLA 4-4: CAPEX – Detalle

TABLA 4-5: Cantidad y costos de los postes de redes eléctricas

TABLA 4-6: Tarifas de los servicios de banda ancha

TABLA 4-7: Tarifas de los servicios de telefonía

TABLA 4-8: Demanda proyectada por servicio

TABLA 4-9: Flujo de caja e indicadores de rentabilidad

TABLA 4-10: Detalle del pago por financiamiento

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1-1: Mapa geográfico de la región de Puno

FIGURA 1-2: Climograma de la región de Puno

FIGURA 1-3: Sectores de producción

FIGURA 3-1. Puno: Red de Transporte

FIGURA 3-2. Puno: Topología de la red de transporte



## INTRODUCCIÓN

En la actualidad el desarrollo de las telecomunicaciones es necesario para el desarrollo socio-económico de los países; ya que, gracias a la comunicación se reducen las desigualdades económicas y sociales aumentando así el acceso a la información. Dentro de las nuevas tecnologías, según el Banco Mundial, la Banda Ancha incrementa la productividad y contribuye al crecimiento económico en 1.3% cada 10% de aumento de las conexiones de banda ancha. Lo cual se observa en los países de primer mundo, donde los niveles de teledensidad son significativamente superiores a los países con menor nivel de teledensidad como Perú. [BAN2012]

En los últimos dos años, el Perú ha superado el millón de conexiones de banda ancha; sin embargo, estas conexiones se encuentran en la mayoría en la costa, quedando la sierra y selva pendientes de conexiones de banda ancha, en especial, regiones con territorios amplios y poca densidad de pobladores, como es el caso de Puno.

Actualmente, la Región de Puno no cuenta con la suficiente cobertura para cubrir las necesidades y requerimientos de la región que incluye acceso a redes de telecomunicaciones de alta capacidad, haciéndose con ello, necesario el diseño y posterior implementación de una red de banda ancha que llegue a las capitales de los distritos.

En la presente tesis, se muestra una propuesta de una red de alta capacidad, que permita explotar el uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TICs) a través de servicios de calidad, logrando con ello mejores condiciones de vida y mayor acceso a oportunidades para los pobladores. También, se desarrolla el análisis económico que demuestra que la implementación de la red es rentable y sostenible en el tiempo.



## CAPÍTULO 1:

### DIAGNÓSTICO GEOPOLÍTICO, DEMOGRÁFICO Y DE SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES EN LA REGIÓN PUNO

En el presente capítulo se analizará las características demográficas de la Región Puno, empleando los datos de las trece provincias y ciento nueve distritos para el análisis de la población en las áreas de residencias urbanas y rurales, en el aspecto económico, social, cultural.

A la vez se busca realizar un diagnóstico de toda la región, por lo que se analizará sus características climáticas, geográficas, geopolíticas, situación demográfica y la situación actual de las telecomunicaciones en esta región, lo cual nos ayudará a realizar el diseño de la red de transporte.

## 1.1. CARACTERÍSTICAS GEOPOLÍTICAS

### 1.1.1. Geografía y Demarcación Geopolítica

#### 1.1.1.1. Ubicación y superficie

El departamento de Puno se encuentra en la región sureste del Perú con una superficie de 71,999 Km<sup>2</sup>. Sus límites geográficos son, Arequipa, Moquegua, Cuzco, Tacna, el lago Titicaca, Madre de Dios y Bolivia. Su altura sobre el nivel del mar oscila entre 2249m.s.n.m (Sandia) y 4321m.s.n.m (Macusani). [INEI2007]. Las coordenadas de los extremos de Puno se observan en la *Tabla 1-1*.

**TABLA 1-1: Coordenadas de la Región Puno**  
Elaboración Propia Fuente: INEI [INEI2007]

COORDENADAS		
SUR	13° 00' 00"	17° 17' 30"
OESTE	71° 06' 57"	68° 48' 46"

#### 1.1.1.2. División geopolítica

Puno consta de trece provincias y ciento nueve distritos, como se muestra en la *Tabla 1-2*, para mayor detalle ver Anexo 1-1.

**TABLA 1-2: Provincias de la Región Puno**  
Elaboración Propia Fuente: INEI [INEI2007]

PROVINCIAS	N° DISTRITOS	Km <sup>2</sup>
AZANGARO	15	4970,01
CARABAYA	10	12266,40
CHUCUITO	7	3978,13
EL COLLAO	5	5600,51
HUANCANE	8	2805,85
LAMPA	10	5791,73
MELGAR	9	6446,85
MOHO	4	1000,41
PUNO	15	6492,60
SAN ANTONIO DE PUTINA	5	3207,38
SAN ROMAN	4	2277,63
SANDIA	10	11862,41
YUNGUYO	7	288,31
<b>TOTAL</b>	<b>109</b>	<b>71999</b>

En la Figura 1-1, se observa el mapa geográfico de Puno, donde se muestra la división de las trece provincias y las capitales provinciales.



**FIGURA 1-1: Mapa geográfico de la región de Puno**

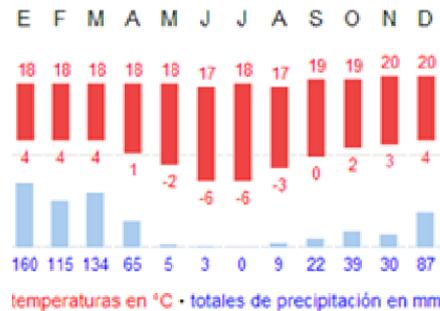
**Fuente: INEI [INEI2007]**

#### 1.1.1.3. Clima, hidrología, áreas protegidas y nevados principales

##### CLIMA:

Por la diversidad de la Región de Puno, la parte de la sierra que es el 77% cuenta con una variación de temperatura entre 5 y 13° y la parte selvática, el 23% de la región, se encuentra entre 15 y 22°.

El clima de la parte de sierra es frío y semiseco con lluvias a partir de octubre hasta abril. En el mapa de diversidad de la Región de Puno se observa al gran diversidad del clima; ver Anexo 1.2. En la Figura 1-2 se muestra las variaciones de la temperatura por mes. [PUN001]



**FIGURA 1-2: Climograma de la región de Puno**

Fuente: Senamhi

La Región de Puno tiene una amplia biodiversidad, por lo que cuenta con áreas protegidas desde el 2005, siendo estas: Parque Nacional Bahuaja, Reserva Nacional del Titicaca y Zona Reservada Aymara Lupaca. [PUN002]. Las cuales se muestran en el mapa de biodiversidad; ver Anexo 1-3.

#### HIDROLOGÍA:

Puno, cuenta con una extensa red fluvial formada por el Lago Titicaca, lagunas y ríos. En la cuenca del Lago Titicaca tenemos a los ríos: Suche, Ramis, Putina, Coata, Ilave, Verde, Huanane, Chinchillapi y Desaguadero. En la cuenca del río Madre de Dios: Inambari, Carama, Tambopata, Heath. Las lagunas principales son: Rinconada, Pararani, Suches, Orunillo, Lagunillas, Umayo, Parinacota y Loriscota.;y el Lago Titicaca con una superficie de 8380 Km<sup>2</sup>. [RIO001]. Para visualizar el mapa hidrológico de Puno, ver Anexo 1-4.

#### NEVADOS:

En la cordillera Apolobamba, a lo largo de 50 Km, se encuentra: Chupaorko a 6300 m.s.n.m., Palomani a 6100 m.s.n.m. y Salluyo a 5999 m.s.n.m. En la cordillera Carabaya a lo largo de 50Km, se encuentra: Allicápac a 5780 m.s.n.m., Chichicapac 5635 m.s.n.m. y HuaynaCapac 5600 m.s.n.m.

En la cordillera de La Raya, a lo largo de 150Km, se encuentra: Cunurama 5846 m.s.n.m., Chiboya 5489 m.s.n.m. y Chinchina 5463 m.s.n.m. Para visualizar el mapa con la ubicación de los nevados, ver Anexo 1-5.

#### 1.1.1.4. Carreteras y vías de acceso

El transporte terrestre es la principal forma de transporte desde otros departamentos y hacia las provincias; también cuenta con una estación de tren por donde circula el Transandino Sur y un aeropuerto en Juliaca; otro transporte usado es el transporte Lacustre que moviliza a pobladores y turistas a las diversas islas del Lago Titicaca. [PUN002]

Entre las vías de acceso tenemos:

Terrestre: Lima – Arequipa \_ Juliaca – Puno recorriendo una distancia de 1324 Km, lo que equivale a 18 horas de viaje en auto. También se emplea transporte terrestre desde la ciudad de Puno hacia las demás provincias con las siguientes distancias y tiempos de viaje.

- Juli (Provincia de Chucuito) 79 km / 1 hora y 20 minutos
- Ilave (provincia de El Collao) 54 km / 1 hora
- Huancané (Provincia de Huancané) 99 km / 2 horas y 30 minutos
- Lampa (Provincia de Lampa) 80 km / 1 hora y 30 minutos
- Ayaviri (Provincia de Melgar) 137 km / 2 horas y 45 minutos
- Moho (Provincia de Moho) 138 km / 3 horas
- Putina (provincia de San Antonio de Putina) 124 km / 3 horas y 30 minutos
- Juliaca (Provincia de San Román) 44 km / 45 minutos
- Sandía (Provincia de Sandía) 272 km / 9 horas
- Yunguyo (Provincia de Yunguyo) 128 km / 2 horas y 30 minutos
- Azángaro (Provincia de Azángaro) 148 km / 2 horas y 15 minutos
- Macuzani (Provincia de Carabaya) 255 km / 7 horas

Por aire: Lima – Juliaca, 1hora 45 minutos con una parada en Arequipa; o desde Arequipa a 25 minutos.

En tren: Cuzco –Puno a una distancia de 384Km, en 10 horas de viaje.

Lacustre: entre los puertos: Puno, Juli, Pomata, Yunguyo, Zepita, Desaguadero, Arapa y Huiñaimarca [TUR001].

Para visualizar el mapa con las rutas de la red vial nacional y departamental ver *Anexo 1-6*.

#### 1.1.1.5. Redes de servicio públicos (eléctricas)

Los servicios públicos, como energía eléctrica ha ido incrementando en los últimos años, en especial por la Central Hidroeléctrica San Gabán II. En la actualidad la región de Puno cuenta con líneas de transmisión de 60kV en una extensión de 138,5 Km desde Juliaca – Puno, Puno – Ilave y Ilave-Pomata; con dos grupos hidráulicos de 1,2 MW en la central Hidroeléctrica de Chijisia (provincia de Sandía), con cuatro centros de transformación de potencia en Puno, Ilave, Pomata y Antauta; con 1921 transformadores de distribución, 2258,18 Km de redes primarias y 4960, 57 Km de redes secundarias. [ELE001].

Los mapas de Red de alta y media tensión de la Región de Puno se muestran en los Anexos 1-7 y 1-8.

#### 1.1.2. *Economía y medios de comunicación*

La economía tiene variantes, una de las principales es el clima, debido a que varias actividades se ven afectada por este factor, es que el indicador de actividad económica baja o sube. En el caso del año 2012, bajó en un 1.9%.

##### 1.1.2.1. Producción

El Indicador de actividad económica regional, registró una caída de 1.9% comparado con el trimestre del 2011, en los sectores de manufactura por la menor producción de minerales no metálicos y agropecuario por las pérdidas debido a la lluvia. En la Tabla 1-3 se muestran las principales actividades económicas entre los meses de enero a marzo del 2012.

TABLA 1-3: Actividades económicas de la Región de Puno

Elaboración Propia

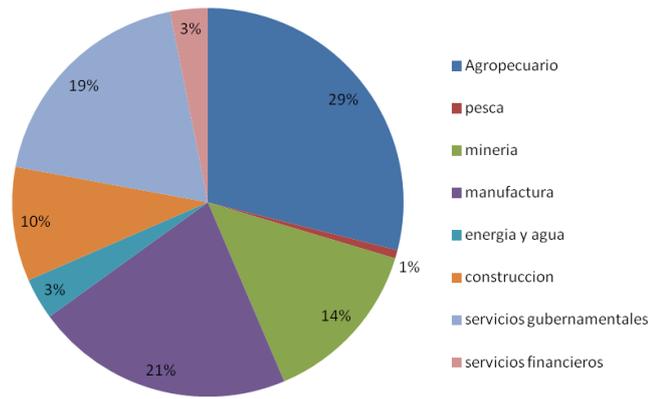
Fuente: INEI [INEI2007]

SECTORES	PONDERACIÓN %	2012 (Ene - Mar)
Agropecuario	16.8	-31.7
Pesca	0.4	28.6
Minería	8.1	5.6
Manufactura	12.4	-20.4
Energía y agua	2	10
Construcción	5.5	15.3
Servicios gubernamentales	11	5
Servicios financieros	1.8	16.6
<b>TOTAL</b>	<b>58</b>	<b>-1.9</b>

El sector agropecuario es el más importante, pero se ve limitada por factores climáticos. En la producción agrícola se cultiva: alfalfa más del 50 por ciento, otros pastos, avena forrajera, papa, haba, entre otros en menor cantidad. Estos mismos fueron los que más destacaron por su contribución al valor bruto de la producción (VBP). En la producción pecaría tenemos la leche, carne de vacuno, lana de ovino, carne de ovino, fibra de alpaca que son los que contribuyen en mayor cantidad al VBP. [BCR001]

En la producción pesquera los de mayor contribución son: la crianza de trucha, extracción de mauri, y pejerrey. En la minería los centros mineros importantes son: los yacimientos auríferos de San Antonio de Poto, yacimiento de uranio de Huiquisa, y yacimiento de plomo y plata en Berenguela. El de mayor contribución en el sector de minería es oro, plomo estaño y zinc, los cuales cubren el 25 por ciento del VBP.

En la producción de manufactura la producción de ladrillos y cal contribuyeron al 73 por ciento al VBP, la producción de alimentos, bebidas y muebles contribuyen en menos de uno por ciento. El sector de energía y agua está en incremento en 9 y 28 por ciento respectivamente. El sector de construcción se basa en el despacho y venta de cemento, este sector incrementa su contribución al VBP gracias a la ejecución de obras públicas y privadas. En el sector turismo se tienen turistas nacionales y extranjeras de Europa, Norte América, Sud América, Asia y Centro América. Lo mencionado anteriormente se muestra en la Figura 1-3.



**FIGURA 1-3: Sectores de producción**  
Fuente: INEI [INEI2007]- Elaboración Propia

1.1.2.2. Empleo

Según el censo de población del 2007 realizada por la INEI, en el departamento de Puno hay 893701 personas siendo el 70,5 por ciento de cada son mayores de 14 años que son la población en edad de trabajar (PET), donde 448038 personas viven en el área urbana y 445663 en el área rural. Como se muestra en la tabla 1-4, aproximadamente el 62 por ciento de la población el económicamente activa, el crecimiento en el área urbana es de 3,6 por ciento y en el área rural 0.7 por ciento del PEA entre los años 1993 y 2007. En general se obtiene 2 por ciento de tasa de crecimiento entre hombres y mujeres entre los años censados. [INEI2007]

**TABLA 1-4: Población en edad de trabajar por sexo y área**  
Elaboración Propia Fuente: INEI [INEI2007]

Area de residencia / sexo	Censo 1993		Censo 2007		Crecimiento Promedio anual	
	Población en edad de trabajar	% del total de población	Población en edad de trabajar	% del total de población	Tasa (%)	Cifras absolutas
Hombre	135641	63.5	220999	70.5	3.5	6097
Mujer	134867	64.3	227039	71.8	3.7	6584
<b>URBANO</b>	<b>270508</b>	<b>63.9</b>	<b>448038</b>	<b>71.15</b>	<b>3.6</b>	<b>12681</b>
Hombre	194026	60.2	220858	69.1	0.9	1917
Mujer	212844	63.7	224805	70.5	0.4	854
<b>RURAL</b>	<b>406870</b>	<b>62.0</b>	<b>445663</b>	<b>69.8</b>	<b>0.7</b>	<b>2771</b>
Hombre	329667	61.5	441857	69.8	2.1	8014
Mujer	347711	63.9	451844	71.1	1.9	7438
<b>TOTAL</b>	<b>677378</b>	<b>62.7</b>	<b>893701</b>	<b>70.5</b>	<b>2.0</b>	<b>15452</b>

En Puno, el Collao, San Antonio de Putina, Yunguyo y Lampa se da mayor proporción de población económicamente activa con 73,5% y 73,1%, 72,1%, 72,1%, 71,5% respectivamente.

Así como la provincia San Antonio de Putina tiene el mayor crecimiento anual en un 4,8%. La cantidad de población en edad de trabajar por distrito se muestra en el Anexo 1-9.

#### 1.1.2.3. Infraestructura turística

La Región de Puno, posee diversos atractivos que atraen a los turistas, tanto en sus recursos naturales como en la belleza de sus paisajes. [PUN001]

En la provincia de Puno, la Catedral de la ciudad de Puno que fue construida en el siglo XVII, El balcón del Conde de Lemos, en la actualidad cuenta con una galería de arte, Arco Deustra, construido en piedra tallada, Cerro Huajsapata que es un mirador natural, La casa del Corregidor, Mirador Kuntur Wasi, Parque Mirador Pua Uta, Malecon ecoturístico Bahía de los incas, Buque Museo Yaraví, Reserva Nacional del Titicaca, el Lago Titicaca, las islas flotantes de los Uros, la Isla Amantani, la Isla Taquile, Chucuito, el complejo arqueológico de Cutimbo, el complejo arqueológico de Sillustani, Llachón. En la provincia de Chuchito se encuentra Juli, Pomata, la provincia de Lampa, Lampa, Pucará, complejo arqueológico Kalasaya. En la provincia de Moho: Moho, comunidad de Cambria e Isla Suasi. En la provincia de San Antonio de Putina, los baños termales de Putina. En la provincia de Yunguyo, el archipiélago de Wiñaymarca, Isla Anapia. En la provincia de Melgar, el distrito Ayaravó, su folklore gastronomía y artesanía. [PUN001].

Las festividades más importantes que se celebran cada año son: la Fiesta patronal Virgen de la Candelaria, que se realiza cada dos de febrero en el distrito de Puno; la Fiesta de Alacitas y las Cruces que se realiza el tres y cuatro de mayo, en los distritos de Juliaca, Puno y Cabanillas; y el aniversario de la Fundación de la Ciudad de Puno celebrada desde el primero al siete de noviembre. [PUN001]

#### 1.1.2.4. Aspectos financieros

Los ingresos recaudados en el 2012, como se muestra en la Tabla 1-5, llegan a 27,5 millones con un crecimiento de 17,4 por ciento con respecto al año 2011.

Los ingresos tributarios son los que cubren el 97,2 por ciento de todos los ingresos, siendo los impuestos a la renta el 48 por ciento de la recaudación. [BCR001]

**TABLA 1-5: Actividades económicas de la Región Puno**  
Elaboración Propia Fuente: SUTEP [SUT001]

RUBROS	2011	2012	VAR %
INGRESOS TRIBUTARIOS	21678.8	26718.1	18.3
Impuesto a la renta	9520.5	13195.5	33.1
Impuesto a la importación	35.8	64.7	73.4
Imp. A la prod. Y consumo	11862	12503.9	1.1
Otros	260.5	954	251.3
INGRESOS NO TRIBUTARIOS	797.6	773.2	-7
<b>TOTAL</b>	<b>22476.4</b>	<b>27491.3</b>	<b>17.4</b>

La inversión registrada en el mes de marzo del 2012 es de 3.7 millones de soles, invertido en los proyectos de transporte (en la mejora de las carreteras provinciales), salud y educación. Los gastos de los gobiernos locales es de 100,2 millones de soles, el mayor gasto en fue en actividades sociales como prestaciones sociales, donaciones y transferencias.

#### 1.1.2.5. Autoridades ediles, policiales y empresariales

Entre los gremios más representativos se encuentran el SUTEP, CGTP, CITE, los cuales presentan contradicciones de políticos, con el Dr. Mauricio Rodríguez Rodríguez, como Presidente Regional, 2013. En el Anexo 1-10 se mencionan a otros funcionarios de alta dirección, con sus cargos y datos personales.

#### 1.1.2.6. Prensa escrita, Televisión y radiodifusión

En la prensa escrita Puno, cuenta con tres periódicos: Los Andes, fundada en 1928, Correo y Diario de Puno, los cuales son distribuidos en las capitales distritales de la Región. Al año 2000 en radiodifusión sonora en frecuencia modulada Puno cuenta con 30 estaciones de servicio, 20 en onda media y 7 en onda corta. Así como Radio Estéreo Bahía, de la provincia de Yunguyo, se transmite también mediante el Internet.

En el año 2004 el 72.4 por ciento de la población. En servicios de televisión, Puno cuenta con 3 transmisoras y 26 retransmisoras repetidoras. En el 2004, el 71,3 por ciento de la población urbana y el 74,5 por ciento de la población rural escuchaba radio, en el caso de la televisión, solo el 33 por ciento de la población rural tenía este servicio, mientras que en la población urbana era un 88.8 por ciento. [COM5169]. Al 2007, el 27,3 por ciento de la población cuentan con televisor a color, el 10.4 por ciento disponen de equipo de sonido y el 1,6 por ciento cuentan con conexión a Tv por cable. [INEI2007]

#### 1.1.3. Educación

Puno, se encuentra mejorando sustancialmente en el ámbito educacional, disminuyendo la alta tasa de analfabetismo en zonas rurales, en especial en las mujeres y personas mayores a 15 de edad, a la vez la población con educación superior ha aumentado en 12.4 por ciento (95501 personas) y con un aumento del casi 100 por ciento en la educación secundaria, con 94.6 por ciento (172 mil 784 personas) [PUN008]

##### 1.1.3.1. Cantidad de universidades nacionales y privadas

La ciudad de Puno cuenta con la universidad Nacional del Altiplano de Puno, con 17 facultades, 35 carreras profesionales, 31 departamentos académicos, 11 maestrías, 4 segundas especializaciones y una escuela e Postgrado y Doctorado. También cuenta con diversas sedes de la universidad inca Garcilazo de la Vega, Cayetano Heredia, San Martín de Porres, Mayor de San Marcos, La Molina, Faustino Sanchez Carrión, San Cristobal de Huamanda, particular José Carlos Mariátegui de Moquegua, Andina Néstor Cáceres Velásquez de Juliaca. [UNIV001].

### 1.1.3.2. Centros educativos de nivel primario y secundario.

Al 2011, 259279 estudiantes fueron matriculados en centros educativos como primaria, secundaria, primaria para adultos, secundarios para adultos, CEOS de diversas especialidades, CETPRO, educación especial, nido, jardín, educación superior, a la vez se cuenta con 16655 docentes que brindan sus enseñanzas en los diferentes centros educativos. En la Tabla 1-6, se muestra información de los centros educativos en Puno, a nivel de provincia. En el Anexo 1-11, se muestra un cuadro con la cantidad de alumnos, docentes, secciones e instituciones en Puno, por distrito y provincia.

**TABLA 1-6: Puno: Cantidad de Centros Educativos con suma de docentes, alumnos y secciones**

Elaboración Propia

Fuente: MINEDU [MIN001]

Provincia	Cantidad Alumnos	Cantidad Docentes	Cantidad Secciones	Cantidad IE
AZANGARO	26,030	1,680	1,976	322
CARABAYA	15,497	908	946	170
CHUCUITO	17,341	1,325	1,304	225
EL COLLAO	7,067	683	835	153
HUANCANE	13,150	1,138	1,357	247
LAMPA	9,342	662	846	154
MELGAR	19,767	1,185	1,359	218
MOHO	5,136	459	560	100
PUNO	24,518	1,990	1,782	380
SAN ANTONIO DE	6,750	425	447	73
SAN ROMAN	27,173	1,503	1,323	199
SANDIA	13,277	935	1,184	232
YUNGUYO	9,931	712	590	83
<b>TOTAL</b>	<b>194,979</b>	<b>13,605</b>	<b>14,509</b>	<b>2,556</b>

### 1.1.4. Cultura y religión

Según la Encuesta Nacional Continua (ENCO) realizada en el 2005, el castellano es el idioma que emplea el 81.4 por ciento de población, aprendido desde su niñez como idioma materno. El 15,8 por ciento considera el quechua como idioma materno, el 1.7 por ciento aprendió el aymara, entre otras lenguas nativas e idioma extranjero. [INEI692]

Según la misma encuesta el 95,6 por ciento de la población mayor de 12 años, profesa alguna religión, de los cuales el 84,5 por ciento manifestó ser católico, el 11,1 por ciento ser creyente evangélico, el 2,1 por ciento adventista y el 2,3 por ciento entre otras religiones. [INEI692]

#### 1.1.5. Salud

En salud Puno se cuenta con mayor cantidad de locales de Minsa y puestos de salud, como se muestra en la tabla 1-7, Azangaro, Carabaya y Lampa cuentan con 15, 15, 10, 10 locales de Minsa respectivamente y con 15, 14, 10, 9 puestos de Salud. En general, Puno como departamento cuenta con 108 locales Minsa, 102 puestos de salud, 48 centros de Salud y 14 hospitales, todas las provincias de Puno cuentan con al menos 11 instituciones de salud, entre centros de salud, puestos de salud y hospitales. En el Anexo 1-12 se muestra al detalle la cantidad de cada entidad de salud por distrito y provincia.

**TABLA 1-7: Puno: Instituciones de salud**

Elaboración Propia

Fuente: MINSa [MINS01]

Provincia	Hospitales	Centros de Salud	Puestos de Salud	Total
AZANGARO	1	11	26	38
CARABAYA	1	7	23	31
CHUCUITO	1	7	35	43
EL COLLAO	1	4	36	41
HUANCANE	1	5	33	39
LAMPA	1	5	22	28
MELGAR	1	5	30	36
MOHO	0	2	13	15
PUNO	1	18	55	74
SAN ANTONIO DE PUTINA	0	2	9	11
SAN ROMAN	1	5	22	28
SANDIA	1	7	21	29
YUNGUYO	1	4	11	16
<b>TOTAL</b>	<b>11</b>	<b>82</b>	<b>336</b>	<b>429</b>

#### 1.1.6. Seguridad

En toda la región de Puno, como se muestra en la tabla 1-8, se cuenta con 70 comisarías distribuidas en las diferentes provincias, siendo las provincias Puno y

Román las que cuentan con mayor cantidad de comisarías y mayor cantidad de Policías Nacional del Perú por ser las más pobladas.

De las comisarías 1,4 por ciento se encuentran en estado muy bueno, 12,9 por ciento en buen estado, 58,6 por ciento en estado regular, 18,6 por ciento en mal estado, 5,7 por ciento en muy mal estado y 2,9 por ciento en estado ruinoso.

**TABLA 1-8: Comisarias de la Región Puno**

Elaboración Propia

Fuente: INEI [INEI2007]

Provincia	Comisarías	Nº de PNP
AZANGARO	5	89
CARABAYA	3	48
CHUCUITO	5	84
EL COLLAO	5	91
HUANCANE	5	67
HUANCANÉ	1	19
LAMPA	4	64
MELGAR	7	91
MOHO	2	25
PUNO	14	340
SAN ANTONIO DE PUTINA	3	106
SAN RAMON	1	10
SAN ROMAN	6	149
SAN ROMÁN	1	57
SANDIA	3	58
YUNGUYO	5	71
<b>TOTAL</b>	<b>70</b>	<b>1,369</b>

## 1.2. SITUACIÓN DEMOGRÁFICA

### 1.2.1. Población departamental, provincial y distrital

Puno es uno de los departamentos importantes en cuanto a magnitud de población, se ubica en el quinto lugar después de Lima, Piura, La Libertad y Cajamarca y, según el censo del 2007, albergaba al 4.6% de la población censada total en el país.

La región Puno está políticamente constituida por 13 provincias y 109 distritos. La provincia Azángaro cuenta con 15 distritos, Carabaya con 10, Chucuito

con 7, El Collao con 5, Huancané con 8, Lampa con 10, Melgar con 9, Moho con 4, Puno con 15, San Antonio de Putina con 5, San Román con 4, Sandia con 10 y Yunguyo con 7. Las provincias Puno y San Román son las que cuentan con mayor cantidad de población, esta diferencia se debe al distinto crecimiento poblacional que cada una presenta. En la Tabla 1-9, se observa la población estimada según provincia entre los años 2009 y 2013. [INEI2007]

**TABLA 1-9: Población estimada según provincia, 2009 – 2013**

Elaboración Propia

Fuente: INEI [INEI2007]

PROVINCIA	2009	2010	2011	2012	2013
AZÁNGARO	141,291	140,558	139,833	139,092	138,339
CARABAYA	80,765	83,052	85,406	87,812	90,276
CHUCUITO	135,461	137,838	140,263	142,711	145,186
EL COLLAO	84,597	84,687	84,782	84,865	84,941
HUANCANÉ	70,697	69,695	68,709	67,726	66,750
LAMPA	50,523	50,695	50,869	51,039	51,203
MELGAR	77,673	77,567	77,466	77,355	77,235
MOHO	28,175	27,709	27,252	26,799	26,350
PUNO	240,907	242,164	243,441	244,692	245,925
SAN ANTONIO DE PUTINA	55,898	57,942	60,061	62,247	64,504
SAN ROMÁN	259,763	265,191	270,737	276,352	282,043
SANDIA	65,991	66,737	67,496	68,253	69,013
YUNGUYO	48,943	48,688	48,437	48,179	47,919
<b>TOTAL</b>	<b>1,340,684</b>	<b>1,352,523</b>	<b>1,364,752</b>	<b>1,377,122</b>	<b>1,389,684</b>

Revisar el Anexo 1-13 para mayor detalle, en este se muestra información de población por años calendario y sexo, según provincia y distrito.

### 1.2.2. Distribución de la población urbana / rural

Según el Censo 2007, la población urbana censada de la región Puno se incrementó en un 48,8% respecto al año 1993, es decir, hubo un incremento promedio de 14760 personas por año, equivalente a una tasa promedio anual de 2,8%. En cambio, la población rural censada disminuyó en un 2,7% en el período intercensal, es decir hubo un decremento promedio de 1280 personas por año, lo que representa una tasa promedio anual negativa de 0.2%. La tendencia de la población del departamento de Puno es la expansión del proceso de urbanización, lo cual se ve claramente reflejado en las cifras indicadas. [INEI2007]. En las Tablas

1-10 y 1-11, se muestra la distribución porcentual de la población urbana y rural estimada, respectivamente, para los años del 2009 al 2013.

**TABLA 1-10: Población urbana estimada, 2009 – 2013**

Elaboración Propia

Fuente: INEI [INEI2007]

Población URBANA	2009	2010	2011	2012	2013
<b>TOTAL</b>	<b>632817</b>	<b>654916</b>	<b>677357</b>	<b>700058</b>	<b>723044</b>
0 - 14 años	33.3%	32.9%	32.4%	32.0%	31.5%
15 - 64 años	62.9%	63.3%	63.7%	64.0%	64.4%
65 a más años	3.8%	3.8%	3.9%	4.0%	4.1%

**TABLA 1-11: Población rural estimada, 2009 – 2013**

Elaboración Propia

Fuente: INEI [INEI2007]

Población RURAL	2009	2010	2011	2012	2013
<b>TOTAL</b>	<b>707867</b>	<b>697607</b>	<b>687395</b>	<b>677064</b>	<b>666640</b>
0 - 14 años	34.9%	34.5%	34.1%	33.7%	33.2%
15 - 64 años	56.8%	57.0%	57.3%	57.5%	57.9%
65 a más años	8.3%	8.5%	8.6%	8.8%	8.9%

En el Anexo 1-14, se muestra mayor información sobre la distribución porcentual de la población según área de residencia.

### 1.2.3. Distribución de la población distrital por nivel educativo y socioeconómico

Según el análisis por provincias de la región Puno, se observa que la población de la provincia de Puno es la que ha logrado mejores niveles educativos. Así, el 32.9% tiene educación superior, seguida por la provincia de San Román (32.7%), Melgar (16.6%), Lampa (15.0%) y la provincia de El Collao (14.5%). En cambio, en Moho y Carabaya, solo el 6.4% y el 7.5%, respectivamente, tienen estudios de educación superior. Por otro lado, las provincias con mayor población con educación secundaria son San Antonio de Putina con 46.8%, Chucuito con 46.0%, Sandia con 43.3% y San Román con 40.8%, mientras que las provincias de Moho, Huancané y Puno presentan la menor proporción con 33.9%, 34.8% y 35.6% respectivamente. La provincia de Moho es la que tiene el más alto porcentaje de población sin nivel de educación (19.5%). El 41.6% de la población de 15 y más años de edad de la provincia de Carabaya estudió algún año de educación primaria,

siendo el de mayor porcentaje, le sigue Moho (40.1%), Lampa (37.4%), Sandia (36.3%), Huancané (35.5%), Azángaro (34.7%) y Melgar (34.0%). [INEI2007]. Para mayor detalle, revisar el Anexo 1-15.

Asimismo, la población puede agruparse según el nivel socioeconómico (NSE) al que corresponda. El nivel socioeconómico más alto es el nivel A, seguido por el NSE B que corresponde a un nivel medio, luego el NSE C o Bajo Superior, continúa el NSE D que corresponde al Bajo Inferior y por último el sector con menores condiciones económicas, nivel E. Esto se relaciona con el ingreso familiar promedio, el NSE A tiene un ingreso familiar promedio de S/. 9,500; el NSE B, de S/. 2,400; el NSE C, de S/.1,300; el NSE D, de S/.850 y el NSE E, de S/.600. Por otro lado, se estima que en el Perú, los hogares destinan un 41% de sus ingresos para alimentación, un 10% para transporte, un 9% para educación y un 10% para los servicios básicos (luz, agua, teléfono fijo y celular), por tanto quedaría disponible un 30% para poder contratar un servicio adicional, en este caso, un servicio de banda ancha [PRO001]. Tras analizar estos datos e información sobre características del hogar en la región Puno (Ver Anexo 1-16), y considerando el crecimiento del sector urbano mostrado anteriormente (Ver Tabla 1-10), se concluye que más del 50% de la población de la Región Puno se ubica entre los sectores socioeconómicos más bajos (NSE D y NSE E) y solo un 2.3% se ubica en el sector más alto (NSE A). En la Tabla 1-12, se muestra la distribución porcentual de la población de la región Puno según nivel socioeconómico.

**TABLA 1-12: Niveles socioeconómicos, distribución porcentual**

Elaboración Propia

Fuente: INEI [INEI2007]

A	B	C	D	E
2.30%	8.20%	30.08%	34.56%	24.85%

#### 1.2.4. Distribución de la población distrital por edades

Se distribuye la población de la región Puno según grupos de edades, estos son cinco: población infantil (0 a 14 años), joven (15 a 29 años), adulta joven (30 a 44 años), adulta (45 a 59 años) y adulta mayor (60 a más años). En términos porcentuales, vemos que la población infantil junto a la joven, representan más del 50% de la población total, estos serán los dos grupos más beneficiados con el

presente proyecto. En la Tabla 1-13, se observa la distribución porcentual de la población proyectada, según grupo de edad, para los años 2009 a 2013.

**TABLA 1-13: Población proyectada según grupo de edad, 2009 – 2013**  
Elaboración Propia Fuente: INEI [INEI2007]

Tipo de población	2009	2010	2011	2012	2013
<b>TOTAL</b>	<b>1340684</b>	<b>1352523</b>	<b>1364752</b>	<b>1377122</b>	<b>1389684</b>
INFANTIL	34.2%	33.7%	33.3%	32.8%	32.3%
JOVEN	28.1%	28.1%	28.2%	28.3%	28.4%
ADULTA JOVEN	18.1%	18.4%	18.6%	18.8%	19.0%
ADULTA	10.8%	10.9%	11.0%	11.1%	11.2%
ADULTA MAYOR	8.8%	8.9%	9.0%	9.0%	9.1%

En el Anexo 1-17, se detalla información sobre grupos quinquenales de edad para la región de Puno, a nivel de provincia y distrito.

### 1.3. ESTADO DE LOS SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES

#### 1.3.1. Respecto a los servicios públicos de telecomunicaciones

##### 1.3.1.1. Evolución de líneas de telefonía básica

Se observa que para la región Puno, hubo un decremento del 13.2% en cantidad de líneas fijas en servicio del año 2009 al 2010, para el siguiente periodo hubo un decremento del 1.3%, y para septiembre del 2012, un incremento del 8.3%. En la Tabla 1-14, se muestra la cantidad, densidad y tasa de crecimiento, entre los años 2009 y 2012, en relación a líneas de telefonía fija instaladas y en la Tabla 1-15, en relación a líneas de telefonía fija en servicio. [OSI2013]

**TABLA 1-14: Líneas de telefonía fija instaladas, 2009 – 2012**  
Elaboración Propia Fuente: OSIPTEL [OSI2013]

Telefonía fija	2009	2010	2011	2012
LÍNEAS INSTALADAS	41318	36835	34867	32084
DENSIDAD (c/100 hab.)	3.1	2.7	2.5	2.3
Tasa de crecimiento (%)		-10.8%	-5.3%	-8.0%

TABLA 1-15: Líneas de telefonía fija en servicio, 2009 – 2012

Elaboración Propia

Fuente: OSIPTEL [OSI2013]

Telefonía fija	2009	2010	2011	2012
LÍNEAS EN SERVICIO	33233	28849	28462	26214
DENSIDAD (c/100 hab.)	2.5	2.1	2.1	1.9
Tasa de crecimiento (%)		-13.2%	-1.3%	-7.9%

## 1.3.1.2. Evolución de los servicios móviles

Se observa que en los últimos años, ha habido un incremento en la cantidad de líneas móviles en servicio, el mayor se dio del año 2009 al 2010. En general, este incremento es mucho mayor a comparación al de telefonía fija. Para septiembre del 2012, como se ve en el cuadro adjunto, la densidad de líneas en servicio muestra que podría asumirse que cada poblador cuenta con, por lo menos, una línea móvil. En la Tabla 1-16, se muestra la cantidad, densidad y tasa de crecimiento, entre los años 2009 y 2012, en relación a líneas de telefonía móvil en servicio. [OSI2013]

TABLA 1-16: Líneas de telefonía móvil en servicio, 2009 – Septiembre 2012

Elaboración Propia

Fuente: OSIPTEL [OSI2013]

Telefonía móvil	2009	2010	2011	Sept. 2012
LÍNEAS EN SERVICIO	920784	1164365	1305350	1461305
DENSIDAD (c/100 hab.)	68.4	85.6	94.9	105.3
Tasa de crecimiento (%)		26.5%	12.1%	11.9%

## 1.3.1.3. Televisión por cable/satélite

En cuanto al servicio de televisión por cable, predomina la cantidad de suscriptores de la región Puno a la empresa América Móvil Perú S.A.C., le sigue DirecTV Perú S.R.L. y finalmente Telefónica Multimedia S.A.C. La empresa Telmex Perú ya no aplica para el año 2012. En la Tabla 1-17, se muestra la cantidad de suscriptores, según empresa, entre los años 2009 y 2012. [OSI2013]

TABLA 1-17: Suscriptores por empresa en la región Puno, 2009 – Septiembre 2012

Elaboración Propia

Fuente: OSIPTEL [OSI2013]

Empresa	2009	2010	2011	Sep. 2012
AMERICA MOVIL PERU S.A.C.	-	-	-	4320
DIRECTV PERÚ S.R.L.	1395	2002	4049	3916
TELEFÓNICA MULTIMEDIA S.A.C.	979	836	1369	2057
TELMEX PERÚ S.A.	1303	3128	4155	n.a.

## 1.3.1.4. Evolución de los servicios de comunicaciones empresariales

- Telefonía fija

Con respecto a la participación de las empresas para brindar el servicio de telefonía fija a la región Puno, al mes de Junio del 2012, se observa que el mayor número de líneas corresponde a la empresa Telefónica del Perú S.A. con un 70.5%, seguida por Telefónica Móviles S.A. con un 17.9% y América Móvil Perú S.A.C. con un 10.5%. Las demás empresas que figuran en el cuadro adjunto, representan un porcentaje mínimo e incluso algunas han dejado de brindar el servicio. En la Tabla 1-18, se muestra la cantidad de líneas fijas en servicio según empresa, entre los años 2009 y 2012. [OSI2013]

TABLA 1-18: Líneas fijas en servicio por empresa, 2009 – Septiembre 2012

Elaboración Propia

Fuente: OSIPTEL [OSI2013]

EMPRESA	2009	2010	2011	Sept. 2012
AMERICA MOVIL PERU S.A.C.	1,773	2,820	2,775	3,378
AMITEL PERÚ TELECOMUNICACIONES S.A.C.	n.d.	n.d.	18	n.d.
CONVERGIA PERÚ S.A.	n.d.	n.d.	1	1
GILAT TO HOME PERÚ S.A.	171	211	338	313
NEXTEL DEL PERÚ S.A. (antes Millicom)	0	0	0	0
RURAL TELECOM S.A.C.	16	16	n.d.	n.d.
TELEFÓNICA DEL PERÚ S.A.	18,969	18,408	19,364	22,167
TELEFÓNICA MÓVILES S.A.	12,150	7,253	5,808	4,975
TELMEX PERÚ S.A.	154	141	141	n.a.
<b>TOTAL</b>	<b>33,233</b>	<b>28,849</b>	<b>28,445</b>	<b>30,834</b>

- Telefonía móvil

Este servicio viene incrementándose año tras año, a Septiembre del 2012, vemos que la empresa que tiene mayor cantidad de líneas en servicio es Telefónica Móviles S.A.C. con un 67%, seguida por la empresa América Móvil Perú S.A.C. con un 32.8% y finalmente Nextel del Perú S.A. con un 0.1%.

Se observa que el tipo de línea móvil más usado es el prepago, con un 92.8%, seguido por las líneas postpago con un 4.9% y control con un 2.3%. En la Tabla 1-19, se muestra la cantidad de líneas móviles en servicio según empresa, entre los años 2009 y 2012; en las Tablas 1-20, 1-21 y 1-22, se muestra la cantidad de líneas móviles prepago, control y postpago en servicio por empresa, entre los años 2009 y 2012 respectivamente. [OSI2013]

**TABLA 1-19: Líneas móviles en servicio por empresa, 2009 – Septiembre 2012**  
Elaboración Propia Fuente: OSIPTEL [OSI2013]

EMPRESA	2009	2010	2011	Sept. 2012
AMERICA MOVIL PERU S.A.C.	273,161	325,495	408,168	479,599
NEXTEL DEL PERÚ S.A.	0	1,121	1,746	1,620
TELEFÓNICA MÓVILES S.A.C.	647,623	837,749	895,436	980,086
<b>TOTAL</b>	<b>920,784</b>	<b>1,164,365</b>	<b>1,305,350</b>	<b>1,461,305</b>

**TABLA 1-20: Líneas móviles prepago en servicio por empresa, 2009 – Sep 2012**  
Elaboración Propia Fuente: OSIPTEL [OSI2013]

EMPRESA	2009	2010	2011	Sept. 2012
AMERICA MOVIL PERU S.A.C.	263,365	311,711	384,675	446,027
NEXTEL DEL PERÚ S.A.	0	315	511	474
TELEFÓNICA MÓVILES S.A.C.	628,718	781,356	832,463	909,591
<b>TOTAL</b>	<b>892,083</b>	<b>1,093,382</b>	<b>1,217,649</b>	<b>1,356,092</b>

La empresa Telefónica Móviles S.A.C. lidera al contar con un 67% de presencia en líneas prepago.

**TABLA 1-21: Líneas móviles control en servicio por empresa, 2009 – Sep 2012**  
Elaboración Propia Fuente: OSIPTEL [OSI2013]

EMPRESA	2009	2010	2011	Sept. 2012
AMERICA MOVIL PERU S.A.C.	734	237	121	85
NEXTEL DEL PERÚ S.A.	0	764	973	917
TELEFÓNICA MÓVILES S.A.C.	4,399	4,061	7,038	32,829
<b>TOTAL</b>	<b>5,133</b>	<b>5,062</b>	<b>8,132</b>	<b>33,831</b>

La empresa Telefónica Móviles S.A.C. lidera al contar con un 97% de presencia en líneas control.

**TABLA 1-22:– Líneas móviles postpago en servicio por empresa, 2009 – Sep 2012**

Elaboración Propia

Fuente: OSIPTEL [OSI2013]

EMPRESA	2009	2010	2011	Sept. 2012
AMERICA MOVIL PERU S.A.C.	9,062	13,547	23,372	33,487
NEXTEL DEL PERÚ S.A.	0	42	262	229
TELEFÓNICA MÓVILES S.A.C.	14,506	52,332	55,935	37,666
<b>TOTAL</b>	<b>23,568</b>	<b>65,921</b>	<b>79,569</b>	<b>71,382</b>

La empresa Telefónica Móviles S.A.C. lidera al contar con un 52.8% de presencia en líneas postpago.

### 1.3.2. Respecto a los servicios privados de telecomunicaciones

#### 1.3.2.1. Situación de las redes privadas

Los servicios privados de telecomunicaciones son aquellos servicios establecidos por una persona natural o jurídica con el fin de satisfacer estrictamente sus propias necesidades de comunicación dentro del territorio nacional. [MTC001]

En la Tabla 1-23, se muestra cómo están distribuidas las autorizaciones vigentes de los teleservicios privados por tipo de licencia. No incluye el servicio de radioaficionados, incluye los servicios de banda ciudadana FB, banda ciudadana ML, fijo aeronáutico AX, fijo por satélite TC, fijo por satélite (enlace auxiliar a la radiodifusión) TP, fijo terrestre FX, fijo terrestre (enlace auxiliar a la radiodifusión) FX, móvil aeronáutico FA, móvil terrestre FB, móvil terrestre ML, móvil terrestre (enlace auxiliar a la radiodifusión) ML y radionavegación aeronáutica AL.

**TABLA 1-23: Distribución de las autorizaciones vigentes de teleservicios privados por tipo de licencia, 2009**

Elaboración Propia

Fuente: MTC [MTC001]

SERVICIO	CLASE	CANTIDAD
BANDA CIUDADANA	FB	1
	ML	2
FIJO AERONÁUTICO	AX	2
FIJO POR SATÉLITE	TC	19
FIJO POR SATÉLITE (enlace auxiliar a la Radiodifusión)	TP	3
FIJO TERRESTRE	FX	313
FIJO TERRESTRE (enlace auxiliar a la Radiodifusión)	FX	4
MÓVIL AERONÁUTICO	FA	5
MÓVIL TERRESTRE	FB	54
	ML	352
MÓVIL TERRESTRE (enlace auxiliar a la Radiodifusión)	ML	1
RADIONAVEGACIÓN AERONÁUTICA	AL	2
<b>TOTAL</b>		<b>758</b>

1.3.3. *Respecto a los servicios de radiodifusión*

Los servicios de radiodifusión son aquellos servicios de telecomunicaciones cuyas transmisiones están destinadas a la recepción libre y directa por el público en general. Estos servicios comprenden la Radiodifusión Sonora y Radiodifusión por Televisión, incluyendo las que utilizan tecnología digital. [MTC002]. En las Tablas 1-24 y 1-25, se muestra la distribución de las autorizaciones otorgadas y vigentes, respectivamente, en relación a la radiodifusión sonora según banda de frecuencia. En las Tablas 1-26 y 1-27, se muestra la distribución de las autorizaciones otorgadas y vigentes, respectivamente, en relación a la radiodifusión por televisión según banda de frecuencia.

- *Radiodifusión sonora*

**TABLA 1-24: Distribución de las autorizaciones otorgadas de radiodifusión sonora según banda de frecuencia, 2009**

Elaboración Propia

Fuente: MTC[MTC001]

	Frecuencia modulada	Onda corta		Onda Media	Total
		OC Internacional	OC Tropical		
Puno	81	3	7	46	137
Total Perú	2168	45	115	718	3046

**TABLA 1-25: Distribución de las autorizaciones vigentes de radiodifusión sonora según banda de frecuencia, 2009**

Elaboración Propia

Fuente: MTC[MTC001]

	Frecuencia modulada	Onda corta		Onda media	TOTAL
		OC Internacional	OC Tropical		
Puno	69	1	3	31	104
Total Perú	1753	21	49	430	2253

- *Radiodifusión por televisión*

**TABLA 1-26: Distribución de las autorizaciones otorgadas de radiodifusión por televisión según banda de frecuencia, 2009**

Elaboración Propia

Fuente: MTC [MTC001]

	UHF	VHF	TOTAL
Puno	40	53	93
Total Perú	498	860	1358

**TABLA 1-27: Distribución de las autorizaciones vigentes de radiodifusión por televisión según banda de frecuencia, 2009**

Elaboración Propia

Fuente: MTC [MTC001]

	UHF	VHF	TOTAL
Puno	28	38	66
Total Perú	361	709	1070



## CAPÍTULO 2

### PROYECCIÓN DE LA DEMANDA DE SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES Y DE LA BANDA ANCHA RESPECTIVA EN LA REGIÓN PUNO

En el presente capítulo se realizará la identificación de los principales servicios que se brindarán en los centros educativos, instituciones de salud y entidades del gobierno, como comisarias, RENIEC, entre otros. Por otro lado, se realizará el estudio de la demanda por parte, tanto de las entidades ya mencionadas, como de la población en general, en cuanto a los servicios que finalmente serán brindados, tales como servicio de telefonía e Internet.

A la vez, se realizarán proyecciones a mediano y largo plazo de la población total, población objetivo, ancho de banda y velocidades de transmisión requeridos por provincia y distrito.

## 2.1. Identificación de servicios prioritarios

### 2.1.1. Educación, para colegios y demás centros educativos

Tras realizar el análisis del estado de la educación en la región Puno, se considera que es necesario intervenir en la mejora de la calidad actual de enseñanza para que los estudiantes y, en general, todos los pobladores de la región, puedan hacer uso de la tecnología e información de manera constante y permanente mediante el acceso a Internet de banda ancha. Las capacidades generadas en los estudiantes en cuanto al uso de las TICs, influirán en su proceso de aprendizaje.

En conjunto con la mejora del equipamiento en bibliotecas, laboratorios de computación y ambientes similares, presentes en los centros educativos, se logrará contar con las herramientas adecuadas para enriquecer los conocimientos adquiridos por los alumnos y los docentes podrán manejar sistemas más completos de educación.

### 2.1.2. Gobierno electrónico

Se define gobierno electrónico como el conjunto de iniciativas en las que se hace uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), ya sea mediante portales, ERPs (Sistemas de Planificación de Recursos Empresariales), redes sociales o comunidades virtuales entre otros medios similares, para aumentar tanto la eficiencia como la eficacia de la gestión pública y alcanzar transparencia creciente en los procesos internos del sector público y la participación que vincula a la sociedad. [ONG001]

Al contar con una mejor calidad de servicio, las instituciones que manejen el gobierno electrónico, tales como municipalidades, comisarías y centros policiales, alcanzarán un mayor desarrollo social en la región, pues podrán hacer uso de diversas aplicaciones que intervengan en la mejora del tratamiento de información, ofrecerán facilidades al ciudadano en cuanto a su participación en los procesos y realización de trámites, por ejemplo estos podrían realizarse de manera virtual; por otro lado, podrían intervenir en la implementación de sistemas de seguridad ciudadana, entre otras medidas necesarias.

### 2.1.3. Salud

Tras realizar el análisis del estado del sector salud, se considera necesario aplicar las TICs en los hospitales, centros de salud y postas médicas existentes, así podrá haber interconexión entre las entidades del sector y se contará con acceso a la red de banda ancha. Con esto, habrá un mejor manejo de la información y se podrá, por ejemplo, dar a conocer en mayor medida riesgos y toma de precauciones con referencia a la posibilidad de que alguna enfermedad que se esté propagando, así se estarían aplicando medidas de prevención.

Por otro lado, dicho acceso facilitaría poner en práctica la telemedicina y así hacer uso de sus diversas aplicaciones, como telediagnóstico, teleconsultas, monitoreo remoto de pacientes y teleconferencias, para que personas de zonas lejanas tengan la posibilidad de ser atendidas por especialistas de manera remota; almacenamiento digital de datos o fichas médicas, para contar con un respaldo digital y agilizar procesos; y clases a distancia desde centros médicos.

## 2.2. Determinación de recursos en banda ancha requeridos para los servicios de telecomunicaciones

### 2.2.1. Respecto a los centros educativos de la Región por distritos

2.2.1.1. Clasificación de los centros educativos de acuerdo a su población y cálculo de los recursos en banda ancha para los centros educativos de acuerdo a su clasificación.

En el sector educación, consideramos centros educativos de nivel inicial, primario y secundario, Centros Educativos Ocupacionales (CEO), Centros Educativos de Técnico Productivo (CETPRO), educación superior no universitaria y educación superior universitaria, tanto pública como privada. Estas instituciones serán divididas en tres grupos: colegios, institutos de nivel superior y universidades.

En cuanto a la asignación de ancho de banda, en el caso de colegios (nivel inicial, primario y secundario), se dividió en dos grupos: el primero consta de colegios que tienen entre cincuenta y cien alumnos y el segundo, más de cien alumnos, se asume que estos cuentan con los recursos suficientes para adquirir los

servicios de banda ancha. Al primer grupo de colegios se le asignó un total de 4Mbps y al segundo, un mínimo de 8Mbps, el cual se incrementó de manera proporcional a la cantidad de secciones según centro educativo.

En el caso de instituciones de nivel superior, se hizo una asignación similar a la de los colegios. En cuanto a universidades, se asignará un total de 50Mbps a cada una de ellas. En el Anexo 2-1, se muestra cómo se calculó el ancho de banda a asignar según centro educativo.

De acuerdo a lo mencionado, para colegios se necesitará un total de 7,302 Mbps; para los institutos superiores, 456 Mbps y para las universidades, 400 Mbps. Llegando a un total de 8,158 Mbps para centros educativos. En el Anexo 2-2, se muestra tanto la cantidad de colegios, institutos superiores y universidades, como el ancho de banda total, a nivel distrital.

#### 2.2.2. *Respecto al gobierno electrónico de la Región por distritos*

##### 2.2.2.1. Reconocimiento de las necesidades de implementación de sistemas de gobierno electrónico de acuerdo a la demarcación geopolítica

En las municipalidades, tanto provinciales como distritales, es necesaria la implementación de un sistema de gobierno electrónico para que el uso de las TIC sea impulsado y así se puedan mejorar los actuales servicios y el acceso a la disponibilidad de información por parte del ciudadano para mejorar la gestión pública.

El acceso a una red de banda ancha permitirá mejorar los procesos de la administración pública, de tal forma de hacerlos más eficientes, transparentes y enfocados al usuario para así facilitar su informatización mediante las TICs, considerando las expectativas y requerimientos del ciudadano, como también criterios de optimización. [ONG002]

##### 2.2.2.2. Cálculo de los recursos en banda ancha para los gobiernos provinciales, distritales y demás instituciones públicas de la Región

La región de Puno cuenta con 13 municipalidades provinciales y 109 municipalidades distritales. Se le asignará un ancho de banda de 4 Mbps a cada municipalidad provincial y a 106 del total de municipalidades distritales. Por tanto, se tendrá asignado 52 Mbps para municipalidades provinciales y 424 Mbps para municipalidades distritales. Finalmente, se obtiene un ancho de banda total de 476 Mbps para los sistemas de gobierno electrónico. Además de las municipalidades provinciales y distritales, también se brindará el servicio a comisarías, Bancos de la Nación, RENIEC, juzgados de paz y museos.

Según las aplicaciones necesarias a emplear por cada entidad, se optó por asignar un ancho de banda de 4 Mbps a cada comaría, 4 Mbps a cada Bancos de la Nación, 4 Mbps a cada oficina de RENIEC, 2 Mbps a cada juzgado de paz y 2 Mbps a cada museo. En el Anexo 2-3, se muestra cómo se calculó el ancho de banda a asignar según institución pública.

Es así que se requiere un total de 506 Mbps para instituciones públicas, siendo 280 Mbps asignados a las comisarías, 108 Mbps a los Bancos de la Nación, 68 Mbps a las RENIEC, 44 Mbps a los juzgados de paz y 6 Mbps a los museos, en toda la región. En el Anexo 2-4, se muestra tanto la cantidad de municipalidades, comisarías, Bancos de la Nación, RENIEC, juzgados de paz y museos, como el ancho de banda total, a nivel distrital.

### 2.2.3. *Respecto a los servicios de salud de la Región por distritos*

Dentro del sector salud se encuentran los hospitales, los centros de salud y los puestos de salud. Siendo los hospitales las entidades de salud con la mayor cantidad de especialidades, personal y pacientes, seguido de los centros de salud y, por último, están los puestos de salud, que son las entidades más pequeñas de salud y se encuentran en mayor cantidad. La región de Puno cuenta con solo 11 hospitales, por tanto, son estos los que contarán con mayor velocidad y ancho de banda debido a la cantidad de población a la que deberán brindar servicio.

#### 2.2.3.1. Identificación de la jerarquía de los centros de salud en la Región y cálculo de los recursos en banda ancha para los centros de salud

Según el criterio de asignación de ancho de banda que se detalla en el Anexo 2-5, a los hospitales se les brindará un ancho de banda de 16 Mbps; a los centros de salud, 4 Mbps y a los puestos de salud, 2 Mbps.

En total, se asignarán 1,176 Mbps para entidades de salud, siendo 176 Mbps destinados a hospitales, 328 Mbps para centros de salud y 672 Mbps para puestos de salud. En el Anexo 2-6, se muestra tanto la cantidad de hospitales, centros de salud y puestos de salud, como el ancho de banda total, a nivel distrital.

### **2.3. Proyección de la demanda de los servicios de telecomunicaciones en la Región Puno por distritos**

Se elaborarán las proyecciones a cinco y diez años a partir de las estimaciones de población realizadas por el INEI y se analizará, tanto la población total, como la población objetivo, a fin de determinar la magnitud de la demanda para los servicios ofrecidos.

#### *2.3.1. Demanda para un horizonte temporal de cinco años*

La región de Puno tiene una población total proyectada de 1'464,874 habitantes para el año 2018, de la cual 156,690 habitantes tienen menos de 5 años de edad; además, considerando que una vivienda es conformada por 4 habitantes en promedio (según estimaciones del INEI), se tiene un total de 366,258 viviendas. Para poder hallar la demanda de los servicios ofrecidos según sector socioeconómico, se hizo uso de la información contenida en la Tabla 1-12.

En relación al cálculo de la demanda de líneas fijas, este se hizo en función al total de viviendas estimada para el año 2018, menos las que cuentan con servicio de telefonía fija actualmente. A la cantidad resultante, se le aplicó un porcentaje, según nivel socioeconómico, de acuerdo a la necesidad y poder de adquisición del servicio en cuestión (Ver Anexo 2-7).

En cuanto al cálculo de la demanda de líneas móviles, se partió del total de población estimada para el año 2018 y se le restó la correspondiente a habitantes de menos de 5 años de edad, ya que representan un porcentaje similar al usado para términos de población aplazada. Por otro lado, según sector socioeconómico,

se aplicó un porcentaje de acuerdo a la necesidad y poder de adquisición del servicio, otro de acuerdo al crecimiento de demanda alcanzado en el año en cuestión y un factor de estimación de la cantidad de líneas que podrían ser adquiridas por una persona (Revisar Anexo 2-7).

Por otro lado, el cálculo de la demanda de líneas de banda ancha fija fue similar al que se hizo para líneas fijas, con la diferencia de que se aplicó un porcentaje adicional de acuerdo al crecimiento estimado de la demanda según el año analizado (Ver Anexo 2-7).

En el caso del cálculo de la demanda de líneas de banda ancha móvil, se aplicó el mismo criterio usado para calcular la demanda de líneas móviles, pero se partió de la demanda final del servicio mencionado. En cuanto al factor de estimación de cantidad de líneas adquiridas, este va de acuerdo a que una persona no usa solo una línea fija, como un celular, sino también laptops, tabletas, entre otros equipos que requieren de banda ancha móvil (Revisar Anexo 2-7).

En la Tabla 2-1, se muestra la proyección, al año 2018, de la demanda de cantidad de líneas fijas, líneas móviles, líneas de banda ancha fija y líneas de banda ancha móvil, según nivel socioeconómico tras el análisis respectivo.

**TABLA 2-1: Proyección de demanda de líneas según servicio ofrecido al 2018**

Elaboración Propia

Fuente: MTC [MTC003]

Servicio	2018				
	A	B	C	D	E
Telefonía fija	3,124	8,244	15,076	11,563	4,195
Telefonía móvil	41,950	95,813	255,851	217,061	81,334
Banda ancha fija	7,409	23,569	50,872	38,393	15,320
Banda ancha móvil	47,173	80,537	122,860	65,162	16,310

Por otro lado, en la Tabla 2-2, se muestra el tráfico por línea estimado al año 2018, según nivel socioeconómico y servicio. Para este cálculo se realizó un análisis similar al empleado para hallar el tráfico necesario para entidades (Revisar Anexos 2-1, 2-3 y 2-5).

**TABLA 2-2: Proyección de Mbps requeridos por línea según servicio al 2018**

Elaboración Propia

Fuente: MTC [MTC003]

Servicio	2018				
	A	B	C	D	E
Telefonía fija (Erl)	0.0870	0.0608	0.0498	0.0412	0.0186
Telefonía móvil (Erl)	0.0230	0.0116	0.0086	0.0066	0.0046
Banda ancha fija (Mbps)	16	12	8	4	2
Banda ancha móvil (Mbps)	8	6	4	2	2

Finalmente, según la demanda por servicio, el tráfico estimado por línea y el factor de concurrencia aplicado, el cual es de 0.15, se obtuvieron las velocidades requeridas en Mbps (tráfico nominal) para el año 2018, las cuales se muestran, según nivel socioeconómico, en la Tabla 2-3.

**TABLA 2-3: Proyección de Mbps requeridos según servicio ofrecido al 2018 en hora cargada**

Elaboración Propia

Fuente: MTC [MTC003]

Servicio	2018				
	A	B	C	D	E
Telefonía fija	3	5	6	4	1
Telefonía móvil	12	14	22	14	4
Banda ancha fija	29,636	70,707	81,395	23,036	1,532
Banda ancha móvil	75,477	72,483	63,887	16,942	3,262

### 2.3.2. Demanda para un horizonte temporal de diez años

Para el año 2023, se proyecta una población total de 1'564,021 habitantes, de la cual 166,626 de ellos tienen edad menor a 5 años; además, considerando que una vivienda es conformada por 4 habitantes en promedio (según estimaciones del INEI), se tiene un total de 391,050 viviendas.

En cuanto al cálculo de la demanda de líneas fijas, líneas móviles, líneas de banda ancha fija y líneas de banda ancha móvil se usó el mismo criterio que para los cálculos en relación al año 2018.

En la Tabla 2-4, tras realizar el análisis respectivo, se muestra la proyección al 2023, de la demanda de líneas según servicio ofrecido, la distribución es en relación al nivel socioeconómico.

**TABLA 2-4: Proyección de cantidad de líneas según servicio al 2023**

Elaboración Propia

Fuente: MTC [MTC003]

Servicio	2023				
	A	B	C	D	E
Telefonía fija	3,349	8,854	16,198	12,417	4,500
Telefonía móvil	61,453	161,007	425,930	370,611	216,933
Banda ancha fija	8,256	26,537	60,016	53,508	29,535
Banda ancha móvil	119,687	170,468	245,389	166,828	86,817

Por otro lado, en la Tabla 2-5, se muestra la proyección de tráfico requerido por línea al año 2023, según sector socioeconómico y servicio. Se usó el mismo criterio que para los cálculos del año 2018.

**TABLA 2-5: Proyección de Mbps requeridos por línea según servicio al 2023**

Elaboración Propia

Fuente: MTC [MTC003]

Servicio	2023				
	A	B	C	D	E
Telefonía fija (Erl)	0.0820	0.0588	0.0528	0.0438	0.0202
Telefonía móvil (Erl)	0.0310	0.0138	0.0096	0.0076	0.0056
Banda ancha fija (Mbps)	32	20	12	8	4
Banda ancha móvil (Mbps)	16	12	8	4	4

Finalmente, según la demanda por servicio, el tráfico estimado por línea y el factor de concurrencia aplicado (0.15), en la Tabla 2-6 se muestran las velocidades requeridas en Mbps (tráfico nominal) para el año 2023.

**TABLA 2-6: Proyección de Mbps requeridos según servicio ofrecido al 2023 en la hora cargada**

Elaboración Propia

Fuente: MTC [MTC003]

Servicio	2023				
	A	B	C	D	E
Telefonía fija	3	5	7	4	1
Telefonía móvil	24	28	40	28	12
Banda ancha fija	66,048	132,685	144,038	64,210	17,721
Banda ancha móvil	382,998	306,842	255,205	86,751	34,727

A continuación, en la Tabla 2-7, se muestra la capacidad de Mbps requerida a nivel provincial y distrital, de acuerdo a la demanda de los diferentes servicios, se consideran, también, las capacidades obtenidas en relación a los sectores de educación, gobierno electrónico y salud.



**TABLA 2-7: Proyección de capacidad requerida al 2023**

Elaboración Propia		Fuente: MTC [MTC003]	
PROVINCIA / DISTRITO	Mbps	PROVINCIA / DISTRITO	Mbps
AZÁNGARO	126,320	MELGAR	73,687
ACHAYA	4,675	ANTAUTA	3,755
ARAPA	6,072	AYAVIRI	20,699
ASILLO	16,101	CUPI	3,837
AZÁNGARO	26,295	LLALLI	5,347
CAMINACA	3,070	MACARI	8,451
CHUPA	11,605	NUÑO A	9,888
JOSE DOMINGO CHOQUEHUANCA	5,306	ORURILLO	10,240
MUÑANI	8,018	SANTA ROSA	7,123
POTONI	5,728	UMACHIRI	4,347
SAMAN	13,072	MOHO	21,754
SAN ANTON	10,033	CONIMA	2,272
SAN JOSE	5,018	HUAYRAPATA	4,012
SAN JUAN DE SALINAS	4,241	MOHO	13,373
SANTIAGO DE PUPUJA	4,322	TILALI	2,097
TIRAPATA	2,765	PUNO	253,535
<b>CARABAYA</b>	<b>118,717</b>	ACORA	25,689
AJOYANI	2,019	AMANTANI	4,317
AYAPATA	14,451	ATUNCOLLA	5,398
COASA	19,129	CAPACHICA	10,658
CORANI	3,869	CHUCUITO	5,820
CRUCERO	9,063	COATA	8,055
ITUATA	5,938	HUATA	15,216
MACUSANI	12,834	MAÑAZO	4,850
OLLACHEA	5,598	PAUCARCOLLA	5,013
SAN GABAN	3,769	PICHACANI	4,680
USICAYOS	42,048	PLATERIA	6,769
<b>CHUCUITO</b>	<b>174,736</b>	PUNO	147,505
DESAGUADERO	46,185	SAN ANTONIO	5,234
HUACULLANI	33,309	TIQUILLACA	1,472
JULI	17,898	VILQUE	2,860
KELLUYO	33,305	<b>SAN ANTONIO DE PUTINA</b>	<b>89,122</b>
PISACOMA	14,102	ANANEA	46,467
POMATA	13,387	PEDRO VILCA APAZA	3,231
ZEPITA	16,551	PUTINA	31,773
<b>EL COLLAO</b>	<b>83,580</b>	QUILCAPUNCU	5,919
CAPAZO	2,500	SINA	1,732
CONDURIRI	58,311	<b>SAN ROMÁN</b>	<b>332,771</b>
ILAVE	10,167	CABANA	3,819
PILCUYO	8,469	CABANILLAS	5,199
SANTA ROSA	4,133	CARACOTO	4,800
<b>HUANCANÉ</b>	<b>56,724</b>	JULIACA	318,953
COJATA	3,762	<b>SANDIA</b>	<b>75,444</b>
HUANCANÉ	14,781	ALTO INAMBARI	10,425
HUATASANI	6,473	CUYOCUYO	3,787
INCHUPALLA	2,773	LIMBANI	4,579
PUSI	5,613	PATAMBUCO	3,318
ROSASPATA	4,243	PHARA	4,468
TARACO	12,418	QUIACA	2,293
VILQUE CHICO	6,661	SAN JUAN DEL ORO	16,534
<b>LAMPA</b>	<b>54,733</b>	SAN PEDRO DE PUTINA PUNCO	16,112
CABANILLA	4,662	SANDIA	11,919
CALAPUJA	1,381	YANAHUAYA	2,010
LAMPA	8,977	<b>YUNGUYO</b>	<b>45,223</b>
NICASIO	2,391	ANAPIA	4,685
OCUVIRI	3,259	COPANI	4,312
PALCA	2,494	CUTURAPI	869
PARATIA	13,846	OLLARAYA	5,840
PUCARA	4,352	TINICACHI	1,618
SANTA LUCIA	6,684	UNICACHI	3,960
VILAVILA	6,687	YUNGUYO	23,939
		<b>TOTAL</b>	<b>1,506,345</b>

### CAPÍTULO 3

## ELABORACIÓN DEL DISEÑO DE INGENIERÍA PROPUESTO PARA LA REGIÓN PUNO

En el presente capítulo se elaborará el diseño de la red, donde se empleará principalmente las redes de alta y media tensión, así como las redes viales Nacional y Departamental de la región de Puno.

Asimismo se realizará el cálculo de la capacidad requerida por enlace y por anillo, para la elección de las tarjetas a emplearse.

Elegiremos el tipo de medio de transporte, de acuerdo a los requisitos de la red, tanto en capacidad, longitud máxima, pérdidas, entre otras características. A la vez se elegirá el sistema de transmisión óptimo para el medio de transporte elegido.

### 3.1. Consideraciones generales para la red de transporte

Según el Plan Nacional de Banda Ancha, para el año 2016 todas las entidades públicas, tales como los centros educativos, entidades de salud, comisarias, Bancos de la Nación, Juzgados de Paz, Municipalidades distritales y provinciales, museos y RENIEC tendrán conexiones de banda ancha, con una velocidad mínima de 2 Mbps, logrando conectar todo el Perú. Por lo cual, con este proyecto se llegará a las trece (13) capitales provinciales y a ciento seis (106) distritos de ciento nueve (109), por motivos de accesibilidad. [DOR001]

Para lograr cubrir con la demanda de toda la región, se requiere 429,852 Gbps, para el año 2013, 830.358 Gbps para el año 2018 y 1564.753 Gbps para el año 2023, datos obtenidos de los cálculos del capítulo 2. Como medio de transporte se eligió la fibra óptica por sus ventajas como: gran capacidad para transmitir datos a grandes distancias, lo que no se obtiene con enlaces inalámbricos como medio de transporte; aislamiento, menor coste y menor diámetro con respecto a los medio de transmisión de cobre; no genera interferencia eléctrica, lo cual es conveniente en casos de tendido de fibra aérea en redes eléctricas; poca degradación de la señal con respecto a los enlaces inalámbricos y medios que empleen cobre, Así mismo tiene otras ventajas como la seguridad, fiabilidad, mantenimiento, menor coste de energía, está construido con material no inflamable, ligera, flexible, expandible y es capaz de regenerar la señal. [FO001]

Dentro de todos los tipos de fibra óptica, la fibra mono modo es la que resulta conveniente para este proyecto, por tener menor pérdida a mayor distancia, facilidad al conectarse, al empalmar y ser más económica que la fibra multimodo. [FO002]

La fibra ITU-T G.652D presenta un óptimo funcionamiento de los equipos de transmisión de más alta gama DWDM y no presenta mayores diferencias o desventajas respecto a otro tipo de fibras como la G.655 o G.656. [FO003]

El estándar G.652D: sufre mínima dispersión por modo de polarización, reduciéndose la afectación de la calidad de pulso y permitiendo mayores velocidades, por tanto es la más adecuada para redes dorsales.[FO003]

Según el Ministerio de Transporte y Comunicaciones los criterios de selección de fibra óptica a emplearse son el tipo, cantidad de hilos, diámetros, tensión, pero coeficiente de atenuación, entre otros. Estos valores se muestran en la Tabla 3-1.

**TABLA 3-1. Criterios para selección de Fibra Óptica**  
Elaboración Propia Fuente: FITEL [FIT002]

CRITERIOS PARA SELECCIÓN DE FIBRA OPTICA	
TIPO	Monomodo
CANTIDAD DE HILOS	24 hilos
DIAMETRO EXTERIOR (mm)	9.4
DIAMETRO INTERIOR (nm)	1310.0
TOTAL DE TUBOS	2.0
PESO (Kg/Km)	117.0
TENSIÓN POR TRACIÓN (lbf/N)	600 / 2700
TEMPERATURA DE OPERACIÓN	-60°C / + 70 °C
FIBRA	1.8
BUFFER (um)	1440.2
COEFICIENTE DE ATENUACIÓN (dB/Km)	<= 0.35

Para la instalación aérea se usará un recubrimiento especial, que cuente con la resistencia mecánica para soportar los vanos de 400 metros, y 120 metros en las redes eléctricas, se empleará otro tipo de recubrimiento para las instalaciones subterráneas en las redes viales. Para mayor detalle de los tipos de fibra ver Anexo 3-1.

En el año 2,023 se requerirá 1 564 Mbps, por tal motivo la fibra tendida tiene que soportar como mínimo dicha capacidad.

Los datos requeridos para el calcular la cantidad de hilos, según plan Dorsal Nacional del Perú son: el nivel de overbooking es de 10 a 1; es decir, que de cada diez personas solo una usa de manera óptima la red; la redundancia será de 1+1, contando con una fibra adicional por cada fibra tendida; de los equipos mostrados en la Tabla 3-2, se eligen los equipos con la combinación de 40 Gbps y 80 longitudes de onda; porque son estos los que logran una mayor capacidad de transmisión de 3 200 Mbps.

Tabla 3-2. Equipos con capacidad y longitudes de onda

Elaboración Propia

Fuente: Proinversión [DOR001]

Proveedor	Capacidad/Lambda (Gbps)	# Lambdas	Capacidad/Hilo (Gbps)	Equipo
Alcatel-Lucent	40	64	2560	1625LambdaExtreme
FibertoHome	40	80	3200	GDB(ZD)40000-01-80
Fujitsu	40	40	1600	Flashwave7500
Fujitsu	40	88	960	Flashwave9500
Huawei	40	40	1600	OSN880, OSN6800
Huawei	40	80	3200	OSN880, OSN6800
NEC	10	132	1320	T640SW
Nokia-Siemens	40	80	3200	hiT7300
Nokia-Siemens	40	80	3200	hiT7500

Con los datos antes mencionados calculamos el número de hilos necesarios:  $\frac{1565}{3200} = 0.49$ . Redondeando al entero superior, el número de pares de hilos de fibra óptica es 1. Calculando la cantidad de hilos totales es de  $1*2 = 2$ , al ser un hilo para recepción y otro para transmisión. Con la redundancia de 1+1 se obtiene  $2*2 = 4$  hilos en total. [DOR001]

Sin embargo, tanto por la degradación que tienen los hilos por el tiempo de uso, como por las pruebas de operación y mantenimiento es necesario usar fibras de 24 hilos. En estas circunstancias se muestra la escalabilidad de la red que pueden ser empleadas en un futuro cuando la demanda sea mayor a la estimada.

En la elección del tipo de instalación de la fibra, se eligió la instalación aérea por ser sencilla y barata, en comparación con los otros tendidos de fibra, sobre todo porque se cuenta con las redes eléctricas que conectan la mayoría de distritos. En caso dentro del recorrido de la fibra no se cuenten con redes eléctricas, como se da en los tramos de redes viales nacional y departamental, se realizará la instalación directamente enterrada de la fibra óptica. [FO004]

Para el diseño de la red de transporte es importante conocer la geografía de la región; ya que partiendo de ella se elegirá la ruta de la fibra. A la vez, se priorizarán las redes eléctricas de alta y media tensión, sobre las redes viales nacionales y departamentales, para los tendidos aéreo y directamente enterrados. Se descarta el uso de las redes viales vecinales porque en su mayoría son carreteras sin afirmar, y no se encuentran en óptimas condiciones para realizar el

tendido enterrado de fibra óptica, siendo una posibilidad la instalación de torres de soporte para el tendido aéreo, la cual también es descartada por resultar costoso y atentar contra la belleza natural de los paisajes.

En la elección de la ruta del tendido de la fibra se formaron, en lo posible, anillos, entre los distritos. El propósito de la creación de los anillos es de aumentar la velocidad de transmisión de datos; ya que dentro de los anillos, recorre menor distancia y no tiene que recorrer todos los distritos. Los anillos también genera la redundancia de la red para la mayoría de los distritos en caso se presente alguna falla en algún enlace. Además al tener anillos no se requiere de terminadores reduciendo el gasto de inversión. [FO005]

Según el Ministerio de Transporte y Comunicaciones, los parámetros de diseño de los enlaces de fibra óptica son la disponibilidad, máxima pérdida de paquetes, máxima latencia, Máximo Jitter, Tiempo de restauración de servicio, Mos y máxima atenuación. Los valores establecidos para estos enlaces se muestran en la Tabla 3-3.

**TABLA 3-3. Parámetros de diseño de los enlaces de Fibra Óptica.**

Elaboración Propia

Fuente: FITEL [FIT002]

PARAMETROS DE DISEÑO DE LOS ENLACES DE FIBRA OPTICA	
DISPONIBILIDAD	99.999%
MÁXIMA PERDIDA DE PAQUETES	0.1%
MÁXIMA LATENCIA	50 ms
MÁXIMO JITTER	25 us
TIEMPO DE RESTAURACIÓN DE SERVICIO	24 horas
MOS	VoIP
MÁXIMA ATENUACIÓN ( dB / Km)	<= 0.35 en 1310 nm
VALORES DE PMDq	<= 0.1

### 3.2. Trazado del recorrido de la fibra óptica

Para el diseño del recorrido se contó con el mapa de la región de Puno, la base de datos de las redes eléctricas de alta y media tensión, también los recorridos de la red vial nacional y departamental. Siendo las redes eléctricas de alta tensión las prioritarias para el tendido de la fibra óptica aérea, seguidas de las

redes de eléctricas de media tensión; en caso no se cuente con redes eléctricas, se empleará la red vial nacional y departamental, donde se instalará la fibra óptica directamente enterrada.

Siguiendo las rutas de las redes eléctricas y viales, se llega a un total de ciento seis (106) capitales distritales, incluyendo las trece (13) capitales provinciales. En el diseño del tendido de la red, se formaron 7 anillos que permitirán contar con un sistema de backup en la mayoría de los distritos, en el anillo principal se encuentran los distritos Juliaca y Puno, que son los que generan mayor tráfico. Como nodos de acceso se tiene a los distritos Crucero, San Antón, Llalli, Azángaro, San Juan de Oro, Ananea, Huancane, Lampa, Ilave, Yunguyo y Puno, los cuales se encuentran dentro de los anillos a excepción de Ilave, como se puede observar en la Figura 3-1.

Asimismo, la red de transporte permitirá el traslado de los datos de todos los distritos, hasta llegar al punto de salida que se encuentra en el distrito Puno que tiene conexión directa con la región de Arequipa, por donde pasa la red de fibra óptica existente. [FIT001]

En la Figura 3-1 se muestra el mapa con la red de fibra óptica que recorre las redes eléctricas y viales. Para mayor detalle ver Anexo 3-2.

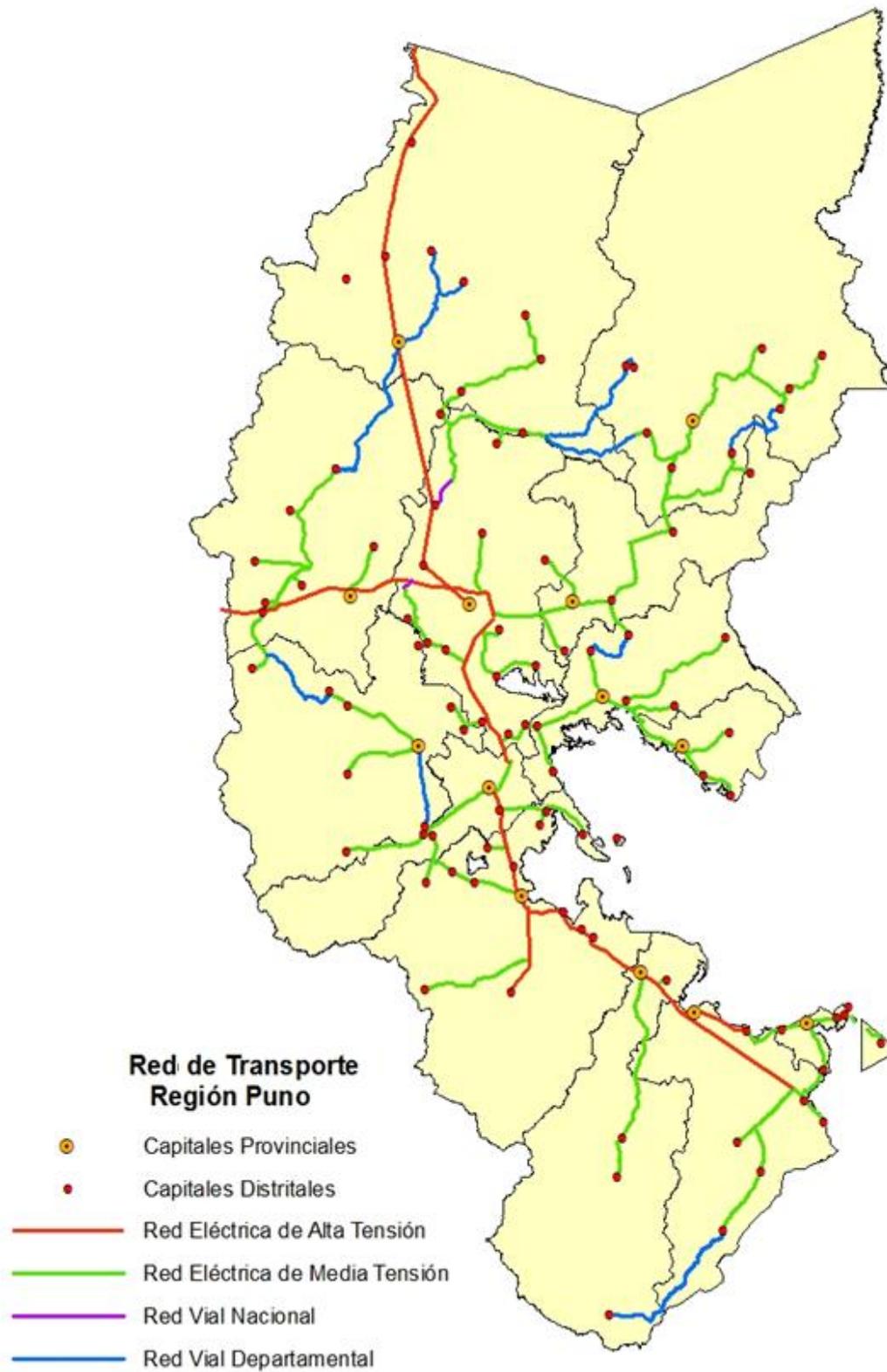


FIGURA 3-1. Puno: Red de Transporte

Elaboración Propia

Fuente: FITEL [FIT002]

En el mapa anterior, se observa todo el recorrido de la fibra óptica, empleando en la mayoría la red eléctrica de media tensión (líneas de color verde), seguida por la red eléctrica de alta tensión (líneas de color rojo), donde se instalará la fibra aérea.

Al no contar en el recorrido con redes eléctricas para llegar a ciertos distritos o cerrar el anillo, se hace uso de las redes viales nacional y departamental (líneas de color lila y azul, respectivamente).

Con este diseño de la red se llega a un todas la capitales provinciales (13) y a ciento seis (106) distritos, siendo tres capitales de distrito, no beneficiadas, esto se debe a la carencia de redes eléctricas y viales para el distrito de San Gabán y en el caso de las capitales de distrito Amantani y Anapia por encontrarse en las islas flotantes.

De la red diseñada, se tiene un cálculo aproximado de las distancias recorridas por la fibra en las redes eléctricas, estas se muestran en las Tablas 3-4 y 3-5; las distancias recorridas en las redes viales figuran en las Tablas 3-6 y 3-7.

**TABLA 3-4. Puno: Distancias del recorrido de la Fibra Óptica de la red eléctrica de alta tensión**

Elaboración Propia

Fuente: FITEL [FIT002]

EMPRESA	KM
ELECTRO PUNO S.A.A. EMP REG DE SER PUB. DE ELEC DE PUNO	104.238
ELECTRO SUR ESTE S.A.	65.381
EMPRESA DE GENERACION ELECTRICA SAN GABAN S.A.	151.434
INTERCONEXION ELECTRICA S.A. ESP SUCURSAL DEL PERU	49.032
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A. (REP)	206.988
RED ELECTRICA DEL SUR S.A.-REDESUR	32.564
<b>TOTAL KM</b>	<b>609.638</b>

**TABLA 3-5. Puno: Distancias del recorrido de la Fibra Óptica de la red eléctrica de media tensión**

Elaboración Propia

Fuente: FITEL [FIT002]

EMPRESA	CENTRAL	Suma de Km
ELECTRO PUNO	ANTAUTA	135.8230902
ELECTRO PUNO	AYAVIRI	145.0950697
ELECTRO PUNO	AZANGARO	308.361243
ELECTRO PUNO	ILAVE	85.11169618
ELECTRO PUNO	JULIACA	541.8899432
ELECTRO PUNO	POMATA	180.8491261
ELECTRO PUNO	PUNO	79.01223686
ELECTRO PUNO	SANDIA	238.4171576
<b>Total ELECTRO PUNO</b>		<b>1714.559563</b>

**TABLA 3-6. Puno: Distancias del recorrido de la Fibra Óptica de la red vial nacional**

Elaboración Propia

Fuente: FITEL [FIT002]

RUTA	SUPERFICIE	KM
PE-3SH	Afirmado	3.70725
PE-3SG	Pavimentado	0.0042
PE-34B	Pavimentado	12.52702
<b>TOTAL KM</b>		<b>16.23847</b>

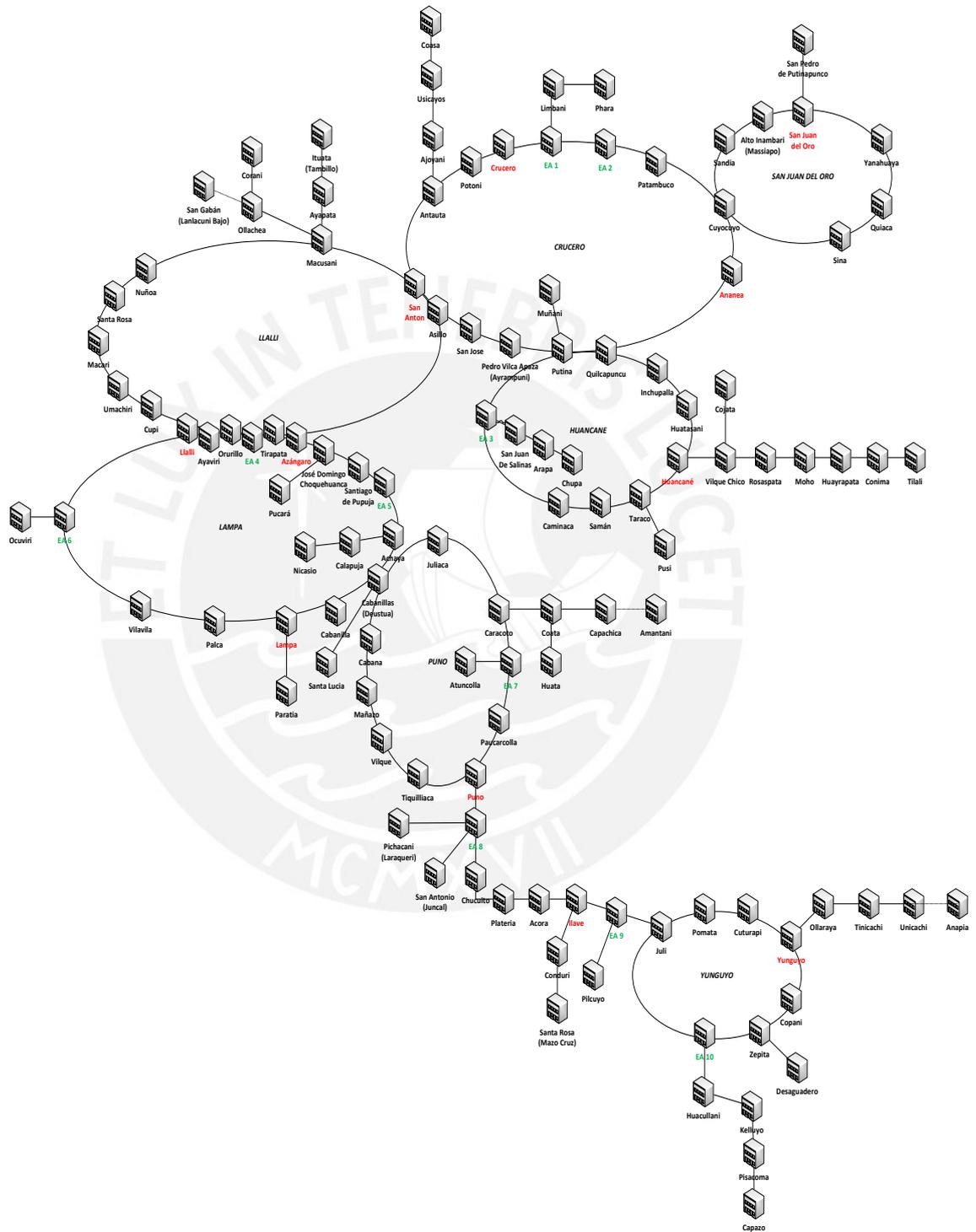
**TABLA 3-7. Puno: Distancias del recorrido de la Fibra Óptica de la red vial departamental**

Elaboración Propia

Fuente: FITEL [FIT002]

TRAMOS	SUPERFICIE	KM
Emp. PE-34 B (Rosario) - Emp. PE-34 G (Quiscupunco)	AFIRMADO	23.06
Emp. PE-34 H (Dv. Inchupalla) - Emp. PE- 34 H (Huatasani)	AFIRMADO	13.3
Emp. PE-34 H (Dv. Inchupalla) - Emp. PE- 34 H (Huatasani)	TROCHA	10.42
Emp. PE-34 H (Yanahuaya) - Emp. PE-34 I (Coasia)	PROYECTO	11.19
Emp. PE-34 H (Yanahuaya) - Emp. PE-34 I (Coasia)	TROCHA	23.3
Emp. PE-36 A (Dv. Vilacalla) - Emp. PE-38 (Capazo)	AFIRMADO	67.66
Emp. PE-3S (Dv. Quello Quello) - Emp. PE-34 A (Cabanillas/Deustua)	AFIRMADO	29.8
Emp. PE-3S (Sta. Rosa) - Ituata	AFIRMADO	108.68
Emp. PU-100 (Dv. Ayapata) - Ayapata	AFIRMADO	23.14
Emp. PU-104 (Dv. Limbani) - Phara	AFIRMADO	58.22
Emp. PU-104 (Pachani) - Patambuco	AFIRMADO	17.71
LAMPA - Emp . PE 3S G (Llallinyo)	AFIRMADO	39.99
<b>TOTAL KM</b>		<b>426.47</b>

De la red de transporte diseñada, se obtiene la siguiente topología (Figura 3-2), donde se observan los siete anillos y resalta la ubicación de los equipos de la red de acceso (color rojo)



**FIGURA 3-2. Puno: Topología de la red de transporte**  
Fuente: FITEL [FIT002] - Elaboración Propia

El ancho de banda es igual dentro de un anillo y el valor es asignado según la mayor capacidad requerida entre todos los distritos pertenecientes a dicho anillo para el año 2023. En la Tabla 3-8, se muestra la cantidad total de tarjetas requerida por anillo, cabe resaltar que a pesar de que un distrito genere poco tráfico, requiere de más tarjetas por ser parte de un anillo. En la Tabla 3-9, se observa la cantidad total de tarjetas necesaria según camino.

**TABLA 3-8. Puno: cantidad total de transponders por anillo, según capacidad**  
Elaboración Propia Fuente: FITEL [FIT002]

ANILLOS	TRÁFICO TOTAL	TRANSPONDERS	
		CANTIDAD TOTAL	CAPACIDAD (Gpbs)
Crucero	158,612	56	100
Huancané	99,306	22	40
Lampa	118,434	68	100 (50) / 40 (18)
Llalli	151,756	56	40
Puno	543,918	120	100
San Juan del Oro	53,570	16	100
Yunguyo	84,651	14	100

**TABLA 3-9. Puno: cantidad total de transponders por camino, según capacidad**  
Elaboración Propia Fuente: FITEL [FIT002]

CAMINOS	TRÁFICO TOTAL	TRANSPONDERS	
		CANTIDAD TOTAL	CAPACIDAD (Gpbs)
Achaya - Nicasio	7,066	4	10
Antauta - Coasa	64,932	6	40
Cabanillas - Santa Lucía	6,684	2	10
Caracoto - Capachica	18,713	4	40
Coata - Huata	15,216	2	40
EA1 - Phara	4,468	4	10
EA10 - Capazo	83,216	8	100 (4) / 40 (2) / 10 (2)
EA3 - Chupa	21,918	6	40
EA6 - Ocuvi	3,259	2	10
EA7 - Atuncolla	5,398	2	10
EA8 - Pichacani	4,680	2	10
EA8 - San Antonio	5,234	2	10
EA9 - Pilcuyo	8,469	2	10
Huancané - Tilali	51,149	12	40 (8) / 10 (4)
Ilave - Santa Rosa	62,434	4	100 (2) / 10(2)
José Domingo de Choquehuanca - Pucará	4,352	2	10
Lampa - Paratia	13,845	2	40
Macusani - Corani	9,467	4	10
Macusani - Ituata	20,389	4	40 (2) / 10 (2)
Puno - Juli	87,685	14	100
Putina - Muñami	8,018	2	10
San Juan del Oro - San Pedro de Putina Punco	4,322	2	10
Taraco - Pusi	5,613	2	10
Vilque Chico - Cojata	3,762	2	10
Yunguyo - Unicachi	11,418	6	10
Zepita - Desaguadero	46,185	2	100

### 3.3. Sistema de transmisión a utilizar

En los cálculos realizados en el capítulo 2, se obtuvo que para el año 2018 será necesario contar con 10,515 Mbps para entidades y 820,102 Mbps para tráfico de líneas fijas, móviles, banda ancha fija y móvil, lo cual genera una demanda final de 830.358 Gbps. Y para el año 2023, 10,777 Mbps para entidades y 1,554,497 Mbps para tráfico de telefonía y banda ancha, lo cual genera una demanda final de 1,564.753 Gbps.

Como se mencionó en la primera parte de este capítulo, se emplearán cables de fibra óptica de 24 hilos del estándar G.652D que emplea la tecnología DWDM (Dense Wavelength-Division Multiplexing). Esta tecnología combina tráfico de datos en un solo par de fibra y separa las señales de luz en un prisma de diferentes longitudes de onda (colores) usando técnicas avanzadas para asegurar que estas no se toquen entre sí, todo esto permite el aumento de la capacidad que cada fibra óptica puede presentar. [CI001]

Es considerada una solución que soporta inmensos volúmenes de tráfico para largas distancias. Ya que la señal óptica sufre degradación al viajar por largas distancias, es necesario el uso de amplificadores instalados a intervalos regulares; sin embargo, los sistemas DWDM más modernos pueden asegurar un funcionamiento consistente por encima de las miles de millas sin hacer uso de regeneradores, lo cual se traduce en menos interrupciones y mayor eficiencia. [CI001]

La configuración puede ser de punto a punto o basados en anillos. En nuestra red utilizaremos una red de anillos, pues es la topología más usada en redes metropolitanas. La protección que utiliza la red de anillo se basa en el esquema 1+1, en el cual se tienen dos líneas de conexión y la información se transporta por una de ellas, si un anillo falla, la trayectoria se conmuta al otro anillo. [CI001]

DWDM es solo un tema de capa física, lo cual significa que se comporta de manera independiente al tipo de información que lleva, es así que puede soportar los siguientes formatos: SONET, SDH, ATM, PoS, GigE o IP. Esta flexibilidad, a la par de su capacidad, la hace una tecnología ideal para apuntar a un crecimiento futuro, y le permite cubrir el tráfico de una variedad de redes diversas, servicios fijos

y móviles, incrementando servicios complejos y aplicaciones, números crecientes de usuarios y acelerando volúmenes de bits por segundo, todo esto la convierte en una solución escalable. [CI001]

Con el dato de capacidad requerida según anillo o camino en la región Puno, podemos calcular la cantidad de tarjetas a usar en cada equipo (revisar matriz de tráfico en el Anexo 3-3). Usaremos, en la estructura de nuestra red, tarjetas con manejo de datos a las siguientes velocidades: 10Gbps, 40Gbps y 100Gbps.

Por tanto, emplearemos 116 equipos DWDM OSN8800 y un total de 399 tarjetas. De la distribución de estas últimas se tiene que utilizaremos 302 de 100 Gbps, 47 de 40 Gbps y 50 de 10 Gbps. La distribución de estas, según distrito, se puede observar en el Anexo 3-4.

- **Interconexión con la Red Nacional**

La capacidad requerida para región de Puno se concentra en la ciudad de Puno con 1,564.753 Mbps para el año 2023, por ello el equipo ubicado en el distrito en mención será el que se conecte directamente con la red dorsal presente en nuestro país. Por lo antes mencionado, se requerirá de 13 tarjetas adicionales de 100 Gbps para la interconexión en cuestión.

Así, obtenemos un total de 412 tarjetas, entre las cuales 315 son de 100 Gbps, 47 de 40 Gbps y 50 de 10 Gbps.



## **CAPÍTULO 4**

### **ANÁLISIS FINANCIERO DEL PROYECTO, CAPEX Y OPEX**

En el presente capítulo se realizará análisis económico del proyecto, en referencia a los costos de los equipos, mano de obra, estudios, entre otros gastos de la inversión del proyecto, así como los gastos por operación y mantenimiento, estos gastos se consideran para un horizonte de 10 años, al igual que los ingresos por los servicios brindados. Con los resultados obtenidos del flujo de caja se determinará la rentabilidad y sostenimiento en el tiempo.

#### 4.1. Consideraciones generales

El análisis económico está dividido en la inversión en infraestructura CAPEX y los gastos de operación y mantenimiento OPEX, estos cálculos se realizarán para los 10 años que dura el proyecto.

A continuación se mencionan las consideraciones adicionales para el desarrollo del proyecto:

- Los gastos que se realizan en la implementación de la infraestructura de la red fueron obtenidas de catálogos de Furukawa, empresa internacional, proveedora de fibra óptica y herramientas para su instalación.
- El tipo de cambio empleado es de 2.7 soles (valor promedio), cifra obtenido en base a los valores que estuvieron fluctuando entre 2,645 a 2,859 en el mes de Junio del presente año según el BCR.
- Para el flujo de caja se trabajó con una Tasa de Costo de Oportunidad de 18.6%, valor dado por la Superintendencia de Banca y Seguros (SBS) [SBS2012], un valor estimado para gastos de operación y mantenimiento de la red -OPEX- del 10% de la inversión total, para gastos de ingeniería 5% de la inversión total, para estudios de impacto ambiental 1% de la inversión total, para permisos prediales y municipales 1% de la inversión total. para supervisión del proyecto 5% de la inversión total; y los gastos por difusión, sensibilización y capacitación, como se muestra en las Tablas 4-1 y 4-2, según consulta realizada al especialista en proyectos de telecomunicaciones y Secretario Técnico del Fondo de Inversión en Telecomunicaciones FITEL, el Ingeniero Luis Montes Bazalar.

**TABLA 4-1: Gastos en difusión y sensibilización**

Elaboración Propia

Fuente: FITEL [FIT002]

Descripción	Nº Distritos	Costo por Distrito	Costo Total
Internet	106	800.00	84,800.00

**TABLA 4-2: Gastos en capacitación**

Elaboración Propia

Fuente: FITEL [FIT002]

Descripción	Nº distritos	Nº Capacitados por Distrito	Costo por Capacitado	Costo Total
Internet	106	15.00	800.00	1,272,000.00

- Las tarifas empleadas para Telefonía Fija, Telefonía Móvil, Banda Ancha Fija y Banda Ancha Móvil, fueron obtenidas del Sistema de Información y Registro de Tarifas (SIRT) de OSIPTEL. Además se consideró solo un 5% de las tarifas asignadas; ya que el resto es destinado, según empresas operadoras, a la red de transporte.

#### 4.2. Inversiones de capital

##### 4.2.1. Estimación de costes

Los costos del CAPEX, como se muestra en la Tabla 4-3, incluyen los gastos para el acondicionamiento de los cuartos de telecomunicaciones en los distritos que son la compra de terrenos y las adecuaciones necesarios para las instalaciones correspondientes; los gastos en equipos pasivos incluyen los cables de fibra óptica de 24 hilos monomodo ITU-T G652 D para los tendidos en redes eléctricas de alta tensión, media tensión y enterrados en las redes viales; los gastos de equipos activos incluyen los equipo DWDM necesario para el despliegue de red, los transponder de 10 Gbps, 40 Gbps y 100 Gbps, los ODF y el gestor U2000; los gastos en sistemas de energía y protección de la red incluye los sistemas e puesta a tierra, los sistemas de UPS y la instalación de los mismos en los distritos beneficiado. El detalle se muestra en la Tabla 4-4.

**TABLA 4-3: CAPEX – Resumen**

Elaboración Propia

Fuente: FITEL [FIT002]

CAPEX	
Inversion - CAPEX sin IGV	99,291,506.87
Estudio de ingeniería	4,964,575.34
Impacto ambiental	496,457.53
Permisos prediales y municipales	992,915.07
Supervisión del proyecto	4,964,575.34
Difusión y sensibilización	84,800.00
Capacitaciones para los pobladores	1,272,000.00
<b>TOTAL</b>	<b>s/. 112,066,830.16</b>

**TABLA 4-4: CAPEX – Detalle**

Elaboración Propia

Fuente: FITEL [FIT002]

N°	CONCEPTO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (\$)	COSTO UNITARIO (S/.)	TOTAL
<b>1 Oficina técnica y administrativa</b>					
1.1	Compra de terrenos para estaciones (50 m2)	116	\$ 7,000.00	S/. 18,900.00	2,192,400.00
1.2	Adecuación de estaciones para instalaciones	116	\$ 5,000.00	S/. 13,500.00	1,566,000.00
<b>2 Equipamiento pasivo</b>					
2.1	Cable de fibra optica-24 hilos monomodo ITU-T G652 D (km) para alta tension	685	\$ 1,750.00	S/. 4,725.00	3,236,625.00
2.2	Cable de fibra optica-24 hilos monomodo ITU-T G652 D (km) para media tension	1974.5	\$ 1,350.00	S/. 3,645.00	7,197,052.50
2.3	Cable de fibra optica-24 hilos monomodo ITU-T G652 D (km) para enterrado	466.8	\$ 1,350.00	S/. 3,645.00	1,701,486.00
<b>3 Equipamiento activo</b>					
3.1	OSN8800	116	\$ 150,000.00	S/. 405,000.00	46,980,000.00
3.3	Transponder de 10 Gbps	30	\$ 15,000.00	S/. 40,500.00	1,215,000.00
3.4	Transponder de 40 Gbps	37	\$ 20,000.00	S/. 54,000.00	1,998,000.00
3.5	Transponder de 100 Gbps	320	\$ 30,000.00	S/. 81,000.00	25,920,000.00
3.6	ODF	207	\$ 1,000.00	S/. 2,700.00	558,900.00
3.7	U2000	1	\$ 100,000.00	S/. 270,000.00	270,000.00
<b>4 Sistema de Energía y protección red de transporte</b>					
4.1	Sistema de puesta a tierra	116	\$ 700.00	S/. 2,500.00	290,000.00
4.2	Sistema UPS de 1.5 KVA mas batería de 1h de autonomía	116	\$ 1,300.00	S/. 3,510.00	407,160.00
4.3	Sistema UPS de 500 VA mas batería de 15min de autonomía	116	\$ 1,000.00	S/. 2,700.00	313,200.00
4.4	Instalacion de sistema de proteccion	1	\$ 2,000,000.00	S/. 5,400,000.00	5,400,000.00
<b>5 Instalación de red de transporte</b>					
5.1	Instalación Aérea del Cable de FO Monomodo de 24 hilos sobre Alta Tensión	685	\$ 4,000.00	S/. 10,800.00	7,398,000.00
5.2	Instalación Aérea del Cable de FO Monomodo de 24 hilos sobre Media Tensión	1974.5	\$ 2,000.00	S/. 5,400.00	10,662,300.00
5.3	Instalación Enterrada del Cable de FO Monomodo de 24 hilos sobre red vial	466.8	\$ 3,000.00	S/. 8,100.00	3,781,080.00

Finalmente se incluye el alquiler de infraestructura eléctrica, el cual varía con el paso de los años por el deterioro de las mismas, como se muestra en la Tabla 4-5, también se muestra el cálculo de la cantidad de postes a alquilar.

**TABLA 4-5: Cantidad y costos de los postes de redes eléctricas.**

Elaboración Propia

Fuente: FITEL [FIT002]

Red	Red tendida (Km)	Extensión Adicional (Km)	Total (Km)	Total Postes
Alta Tensión	610	75	685.00	685
Media Tensión	1714.5	260	1,974.50	1,975
Red Vial	426.5	40.3	466.80	468

Alquiler de Postes	2013	2014	2015	2016	2017
Alta tensión	34.97	26.19	17.41	15.97	15.97
Media tensión	4.91	3.68	2.46	1.33	1.33
TOTAL (S/.)	33,649	25,206	16,783	13,566	13,566
	2018	2019	2020	2021	2022
	15.97	15.97	15.97	15.97	15.97
	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33
	13,566	13,566	13,566	13,566	13,566

#### 4.2.2. Estimación del flujo de ingresos y egresos de la operación de la red

En lo referente a los ingresos se tomó en cuenta las tarifas actuales que pagan los usuarios en los servicios de: telefonía fija, telefonía móvil, internet fijo e internet móvil. De acuerdo al sector socioeconómico los demandantes adquieren diferentes planes, los cuales se muestran en las Tablas 4-6 y 4-7, se realizó el cálculo de los ingresos anuales considerando la tarifa reducida del 5% de la tarifa de referencia, como se mencionó en las consideraciones generales.

**TABLA 4-6: Tarifas de los servicios de banda ancha**

Elaboración propia Fuente: OSIPTEL [OSIPP13]

AÑO	COSTO DE PLANES PARA BANDA ANCHA FIJA POR LINEA				
	A	B	C	D	E
2013	138	120	66	48	36
2018	210	186	132	66	48
2023	264	240	174	120	66

AÑO	COSTO DE PLANES PARA BANDA ANCHA MOVIL POR LINEA				
	A	B	C	D	E
2013	72	60	48	36	30
2018	108	90	72	54	48
2023	138	114	96	72	60

**TABLA 4-7: Tarifas de los servicios de telefonía**

Elaboración propia Fuente: OSIPTEL [OSIPP13]

AÑO	COSTO DE PLANES PARA TELEFONIA FIJA POR LINEA				
	A	B	C	D	E
2013	36	30	24	18	12
2018	36	30	24	18	12
2023	36	30	24	18	12

AÑO	COSTO DE PLANES PARA TELFONIA MOVIL POR LINEA				
	A	B	C	D	E
2013	33	24	18	12	9
2018	39	24	24	12	9
2023	45	30	24	18	12

Además, para cada servicio de telefonía e internet se tiene una demanda proyectada, como se muestra en la tabla 4-8, que se realizó en el capítulo 2, con la cual se realizará la evaluación económica. Para mayor detalle ver Anexo 4-1, donde se muestra al detalle la demanda generada por servicio y por nivel socioeconómico.

**TABLA 4-8: Demanda proyectada por servicio**  
Elaboración propia Fuente: OSIPTEL [OSIPP13]

SERVICIO	2013	2014	2015	2016	2017
Telefonía móvil	458,921	488,057	546,329	604,601	662,873
Telefonía fija	39,828	40,125	40,719	41,312	41,906
Banda Ancha Fija	196,318	213,284	247,215	281,146	315,077
Banda Ancha Móvil	107,642	111,133	118,112	125,093	132,073
Entidades	10,328	10,592	11,119	11,647	12,174
2018	2019	2020	2021	2022	2023
692,009	760,000	895,981	1,031,963	1,167,944	1,235,934
42,202	42,592	43,371	44,150	44,929	45,318
332,042	389,186	503,473	617,759	732,046	789,189
135,563	140,850	151,422	161,994	172,566	177,852
12,438	12,754	13,387	14,019	14,652	14,968

Con la cantidad de ingresos y egresos se desarrolla el flujo de caja como se muestra en la Tabla 4-9. De donde se calculan los indicadores de rentabilidad (VAN y TIR). Se usó una tasa de oportunidad del 19%.

**TABLA 4-9: Flujo de caja e indicadores de rentabilidad**  
Elaboración Propia

CONCEPTO / AÑO		2013	2014
		0	1 2
INGRESOS	Telefonía Fija		785,184 792,985
	Telefonía Móvil		6,666,876 7,455,337
	Internet Fijo		6,287,724 7,375,840
	Internet Móvil		8,032,656 10,131,623
	Entidades		2,168,880 2,224,267.5
EGRESOS	Inversion - CAPEX sin IG	-99,291,506.87	
	Estudio de ingeniería	-4,964,575.34	
	Impacto ambiental	-496,457.53	
	Permisos prediales y municipales	-992,915.07	
	Supervisión del proyecto	-4,964,575.34	
	Difusión y sensibilización	-84,800.00	
	Capacitaciones para los pobladores	-1,272,000.00	
	OPEX		-9,929,150.687 -9,929,150.687
	Alquiler de postes de electricidad		-33,649 -25,206
	<b>FLUJO DE CAJA</b>		<b>S/. -112,066,830.16 S/. 13,978,520.07 S/. 18,025,695.50</b>

CONCEPTO / AÑO		2015	2016	2017
		3	4	5
INGRESOS	Telefonía Fija	800,786	808,587	816,388
	Telefonía Móvil	8,243,798	9,032,259	9,820,720
	Internet Fijo	8,463,956	9,552,072	10,640,188
	Internet Móvil	12,230,590	14,329,557	16,428,524
	Entidades	2,335,043	2,445,818	2,556,593
EGRESOS	Inversion - CAPEX sin IG			
	Estudio de ingeniería			
	Impacto ambiental			
	Permisos prediales y municipales			
	Supervisión del proyecto			
	Difusión y sensibilización			
	Capacitaciones para los pobladores			
	OPEX	-9,929,151	-9,929,151	-9,929,151
	Alquiler de postes de electricidad	-16,783	-13,566	-13,566
	<b>FLUJO DE CAJA</b>	<b>S/. 22,128,238.69</b>	<b>S/. 26,225,576.28</b>	<b>S/. 30,319,696.28</b>

CONCEPTO / AÑO		2018	2019	2020
		6	7	8
INGRESOS	Telefonía Fija	831,990	842,220	852,450
	Telefonía Móvil	11,397,642	13,601,289	15,804,935
	Internet Fijo	12,816,420	14,711,200	16,605,980
	Internet Móvil	20,626,458	27,869,361	35,112,264
	Entidades	2,611,980	2,678,393	2,811,218
EGRESOS	Inversion - CAPEX sin IG			
	Estudio de ingeniería			
	Impacto ambiental			
	Permisos prediales y municipales			
	Supervisión del proyecto			
	Difusión y sensibilización			
	Capacitaciones para los pobladores			
	OPEX	-9,929,151	-9,929,151	-9,929,151
	Alquiler de postes de electricidad	-13,566	-13,566	-13,566
	<b>FLUJO DE CAJA</b>	<b>S/. 38,341,773.78</b>	<b>S/. 49,759,745.78</b>	<b>S/. 61,244,130.28</b>

CONCEPTO / AÑO		2021	2022	2023
		9	10	11
INGRESOS	Telefonía Fija	862,680	872,910	893,370
	Telefonía Móvil	18,008,582	20,212,228	24,619,521
	Internet Fijo	18,500,760	20,395,540	24,185,100
	Internet Móvil	42,355,167	49,598,070	64,083,876
	Entidades	2,944,043	3,076,868	3,143,280
EGRESOS	Inversion - CAPEX sin IG			
	Estudio de ingeniería			
	Impacto ambiental			
	Permisos prediales y municipales			
	Supervisión del proyecto			
	Difusión y sensibilización			
	Capacitaciones para los pobladores			
	OPEX	-9,929,151	-9,929,151	-9,929,151
	Alquiler de postes de electricidad	-13,566	-13,566	-13,566
	<b>FLUJO DE CAJA</b>	<b>S/. 72,728,514.78</b>	<b>S/. 84,212,899.28</b>	<b>S/. 106,982,430.78</b>

<b>VAN</b>	<b>S/. 40,552,377.99</b>
<b>TIR</b>	<b>25%</b>

#### 4.3. Análisis financiero e interpretación de indicadores

Para calcular la rentabilidad del proyecto nos basamos en el valor actual neto (VAN= S/. 40,552,377.99) y la tasa interna de retorno (TIR = 25%).

El valor positivo del valor actual de retorno nos indica que el proyecto es rentable y una Tasa interna de retorno es superior a la tasa de oportunidad, por lo que concluimos que se obtendrá una mayor ganancia. Finalmente los indicadores de rentabilidad demuestran que el proyecto es rentable y sostenible en el tiempo.

#### 4.4. Estructura de financiamiento

Para el financiamiento del proyecto se propondrá una Asociación Público – Privada, con lo cual se desarrollará la implementación de la red. La Asociación Público - Privado (APP) es la modalidad en la que la inversión privada que hace posible la compra de equipos y tecnologías necesarias para el desarrollo del proyecto, al igual que brinda experiencia y conocimientos con el objetivo de crear, mejorar, desarrollar, operar y mantener infraestructura pública o proveer servicios públicos. El sector privado se encarga de prestar los servicios y/o provee la infraestructura. En conjunto, el sector público y privado, acuerdan en cumplir metas, derechos y obligaciones, dinamizando la gestión que son planteadas y aceptadas en conjunto. [MEF2012]

Al tener la participación de ambos sectores, se garantiza la buena competencia por parte de los operadores privados a cargo de la red y el Estado, evitando caer en un monopolio.

Se propone un comisionamiento de 75% por parte del sector público y 25% por el sector privado. Donde la tasa considerada al sector público asignada por los bancos para proyectos en telecomunicaciones actualmente son bajos; por ejemplo, para los proyectos de FITEC el Banco Internacional de Finanzas cobra un 8%, un banco europeo cobra intereses de 6.3%. y el Banco Eximbank Korea ofrece un tasa de interés igual al banco europeo menos 4%, que es 2.3%. Con estas tasas se asegura al pagar las deudas cada año, sin perder toda la ganancia y el proyecto siga siendo rentable y sostenible en el tiempo. Los valores mencionados fueron obtenidos gracias al especialista en Proyectos de Telecomunicaciones y Secretario Técnico del FITEC, el Ingeniero Luis Montes Bazalar.

Considerando un promedio de las tasas ofrecidas por los bancos, se elige un porcentaje de 6.3%, el préstamo solicitado sería de S/. 112,677,028.00, pagándose en cuotas de S/. -13,661,701.17 por los 10 años de duración del proyecto. El detalle se muestra en la tabla 4-10.

**TABLA 4-10: Detalle del pago por financiamiento**  
Elaboración Propia

CONCEPTO / AÑO	2013		2014	
	0	1	2	
FINANCIAMIENTO	S/. 112,677,028.00	S/. -13,661,701.17	S/. -13,661,701.17	
FLUJO DE CAJA	S/. 610,197.84	S/. 316,818.90	S/. 4,363,994.34	

CONCEPTO / AÑO	2015		2016		2017	
	3	4	5			
FINANCIAMIENTO	S/. -13,661,701.17	S/. -13,661,701.17	S/. -13,661,701.17			
FLUJO DE CAJA	S/. 8,466,537.53	S/. 12,563,875.11	S/. 16,657,995.11			

CONCEPTO / AÑO	2018		2019		2020	
	6	7	8			
FINANCIAMIENTO	S/. -13,661,701.17	S/. -13,661,701.17	S/. -13,661,701.17			
FLUJO DE CAJA	S/. 24,680,072.61	S/. 36,098,044.61	S/. 47,582,429.11			

CONCEPTO / AÑO	2021		2022		2023	
	9	10	11			
FINANCIAMIENTO	S/. -13,661,701.17	S/. -13,661,701.17	S/. -13,661,701.17			
FLUJO DE CAJA	S/. 59,066,813.61	S/. 70,551,198.11	S/. 93,320,729.61			

## CONCLUSIONES

Con la implementación no solo se beneficiarán los pobladores de Puno, sino también las entidades de educación (2,556 instituciones beneficiadas), entidades de salud (429 entidades, entre hospitales, centros de salud y puestos de salud), 70 comisarías, 27 Bancos de la Nación, 22 juzgados de paz, 3 museos, 17 RENIEC, 13 municipalidades provinciales y 106 municipalidades distritales.

Del estudio de la geografía de Puno, rescatamos los caminos que siguen las redes eléctricas y viales como los caminos que los cables seguirán en la implementación del proyecto.

Se observa que la región de Puno está creciendo socialmente, lo cual se refleja en la migración de los pobladores de zonas rurales a zonas urbanas. Esta migración genera una mayor demanda en zonas con mayor demanda poblacional.

El crecimiento de la demanda se relaciona al crecimiento de la población, a la vez se considera un porcentaje de crecimiento basado en las tasa de crecimiento de los servicios que brindan las operadoras de telecomunicaciones actuales. Con esta demanda, al 2023 se requiere un total de 1,506.345 Gbps. Para este cálculo, se consideraron diferentes factores de concurrencia según el sector socioeconómico al que pertenezcan.

La tecnología basada en la fibra óptica resulta una alternativa rentable para proyectos que buscan el desarrollo de la banda ancha, dado que, para su instalación, puede hacerse uso de infraestructuras ya existentes lo que reduce los costos de conexión. Además, empleando la tecnología DWDM se logra brindar servicios de banda ancha de alta capacidad a un gran número de usuarios.

Los resultados del flujo de caja muestran que el proyecto es rentable dado que tenemos un VAN positivo de S/. 40,552,377.99 y un TIR igual a 25%, valor mayor al de la tasa de oportunidad. Lo consideramos también un proyecto sostenible, dado que los beneficios ofrecidos se incrementarán incluso una vez concluido el proyecto. Los ingresos son moderados a comparación de los existentes en el mercado, pues se busca beneficiar a la mayor cantidad de población que contrata los servicios, sin descuidar la calidad ofrecida.

## RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar una visita a la región Puno a fin de corroborar la información que se ha usado para realizar el presente trabajo, de esta manera se podrá contar con un conocimiento más amplio y preciso de las necesidades de los pobladores y saber realmente lo que representa para ellos poner en ejecución el diseño de red propuesto.

Se debe considerar que hemos trabajado con precios estimados por equipo brindados por personas y empresas que forman parte del mundo de las telecomunicaciones, se aconseja obtener información más detallada con respecto a costos para poder realizar un análisis económico más preciso.

Es esencial contar con un plan de proyecto definido, es decir un documento que recoja los aspectos fundamentales en cuanto a la gestión de un proyecto, tales como procesos, tiempos, herramientas, sistemas de control, gestión de riesgos, entre otros.

**BIBLIOGRAFÍA**

[BAN2012]: Banco Mundial

Última visita: 10 de Julio del 2013

<http://datos.bancomundial.org/indicador>

[BCR001]: “Banco Central de Reserva del Perú”

Última visita: 18 de noviembre del 2012

<http://www.bcrp.gob.pe/docs/Sucursales/Puno/2012>

[CI001]: Introduction to DWDM Technology – Cisco Systems

Última consulta: 30 de Junio del 2013

<http://www.cisco.com/web/AT/assets/docs/dwdm.pdf>

[CLI001]: “Clima de Puno”

Última visita: 18 de noviembre del 2012

<http://www.met.igp.gob.pe/clima/HTML/puno.html>

[COM5169]: “Tecnologías de Información y comunicaciones en los Hogares”

Última visita: 19 de noviembre del 2012

<http://www.inei.gob.pe/biblioineipub/bancopub/Inf/Lib5169/Lib5169.pdf>

[DOR001]: Red Dorsal Nacional de Fibra óptica

Última consulta: 17 de junio del 2013

[http://www.proinversion.gob.pe/RepositorioAPS/0/0/ZOP/-1/2013/INFORMACION\\_INTERESADOS\\_RED\\_DE\\_FIBRA\\_OPTICA.pdf](http://www.proinversion.gob.pe/RepositorioAPS/0/0/ZOP/-1/2013/INFORMACION_INTERESADOS_RED_DE_FIBRA_OPTICA.pdf)

[ELE001]: “Electropuno”

Última visita: 18 de noviembre del 2012

<http://www.electropuno.com.pe/sistema.php>

[FIT001]: Fondo de Inversión en Telecomunicaciones – Perú, Sección proyectos

Última consulta: 25 de junio del 2013

<http://www.fitel.gob.pe/pg/proyectos-ejecucion.php>

[FIT002]: Fondo de Inversión en Telecomunicaciones - Perú

Última consulta: 18 de noviembre del 2012

<http://www.fitel.gob.pe/>

[FO001]: Características de la fibra óptica

Última consulta: 17 de junio del 2013

<http://www.slideshare.net/mikita921/redes-de-fibra-optica-presentacion>

[FO002]: Tipos de fibra óptica: Monomodo y Multimodo

Última consulta: 17 de junio del 2013

[http://www.encuentrosregionales.com/anteriores/14conferencias/encreg2010\\_\\_seminario\\_fibraoptica-curvaturas\\_furukawa.pdf](http://www.encuentrosregionales.com/anteriores/14conferencias/encreg2010__seminario_fibraoptica-curvaturas_furukawa.pdf)

[FO003]: Estándar ITU T G 652D

Última consulta: 17 de junio del 2013

[http://www.mtc.gob.pe/portal/fibraoptica/INFORME%20GRUPO%20T%C3%89CNICO\(P\).pdf](http://www.mtc.gob.pe/portal/fibraoptica/INFORME%20GRUPO%20T%C3%89CNICO(P).pdf)

[FO004]: Tipos de tendido de Fibra Óptica

Última consulta: 17 de junio del 2013

<http://www.conelectronica.com/Curso-de-Fibra-Optica/Tipos-de-Instalaci%C3%B3n-de-Fibra-%C3%B3ptica.html>

[FO005]: Redundancia en redes de Telecomunicaciones

Última consulta: 22 de junio del 2013

[http://www.automation.siemens.com/mcms/industrial-communication/es/ie/ie\\_switches\\_media-converters/scalance-x-200-managed/pages/rna.aspx](http://www.automation.siemens.com/mcms/industrial-communication/es/ie/ie_switches_media-converters/scalance-x-200-managed/pages/rna.aspx)

[HUA001]: Huawei OSN8800 Brochure

Última consulta: 22 de junio del 2013

[http://enterprise.huawei.com/en/products/network/transfer-network/wdm/hwu\\_138931.htm](http://enterprise.huawei.com/en/products/network/transfer-network/wdm/hwu_138931.htm)

[INEI2007]: "Perfil sociodemográfico del departamento de Puno"

Última consulta: 24 de noviembre del 2012

<http://www.inei.gob.pe/biblioineipub/bancopub/Est/Lib0833/libro.pdf>

[INEI692]: "Encuesta nacional continua - -ENCO"

Última visita: 19 de noviembre del 2012

<http://www.inei.gov.pe/biblioineipub/bancopub/Est/Lib0692/libro.pdf>

[MEF2012]: Ministerio de Economía y Finanzas

Última consulta: 07 de Julio del 2013

<http://www.mef.gob.pe/>

[MIN001]: MINEDU – Ministerio de Educación

Última consulta: 25 de setiembre del 2012

<http://www.minedu.gob.pe/>

[MINS01]: MINSA – Ministerio de Salud

Última consulta: 25 de setiembre del 2012

<http://www.minsa.gob.pe/>

[MTC001]: MTC - Autorizaciones

Última consulta: 25 de setiembre del 2012

<http://www.mtc.gob.pe/portal/comunicacion/concesion/index.htm>

[MTC002]: MTC: Estadísticas del MTC

Última consulta: 25 de setiembre del 2012

<http://www.mtc.gob.pe/estadisticas/index.html>

[MTC003]: MTC: Ministerio de Transportes y Comunicaciones

Última consulta: 22 de junio del 2013

<http://www.mtc.gob.pe/>

[ONG001]: ONGEI: Oficina Nacional de Gobierno Electrónico

Última consulta: 15 de enero del 2013

<http://www.ongei.gob.pe/quienes/conceptos/00.htm>

[ONG002]: ONGEI: Oficina Nacional de Gobierno Electrónico

Última consulta: 15 de enero del 2013

[http://www.ongei.gob.pe/Bancos/banco\\_normas/archivos/Estrategia\\_Nacional\\_Gobierno\\_Electronico.pdf](http://www.ongei.gob.pe/Bancos/banco_normas/archivos/Estrategia_Nacional_Gobierno_Electronico.pdf)

[OSI2013]: OSIPTEL: Indicadores estadísticos

Última consulta 05 enero del 2013

[http://www.osiptel.gob.pe/WebSiteAjax/WebFormGeneral/sector/wfrm\\_Consulta\\_Informacion\\_Estadisticas.aspx?CodInfo=13463&CodSubCat=864&TituloInformacion=Indicadores%20Estad%C3%ADsticos&DescripcionInformacion=](http://www.osiptel.gob.pe/WebSiteAjax/WebFormGeneral/sector/wfrm_Consulta_Informacion_Estadisticas.aspx?CodInfo=13463&CodSubCat=864&TituloInformacion=Indicadores%20Estad%C3%ADsticos&DescripcionInformacion=)

[OSIPP13]: OSIPTEL

Última consulta: 22 de junio del 2013

<http://www.osiptel.gob.pe/>

[PRO001]: Curso de Proyecto en Telecomunicaciones, Ing. Luis Montes, PUCP 2012

[PUN001]: “Datos generales de Puno”

Última consulta: 12 de noviembre del 2012

<http://www.mincetur.gob.pe/newweb/portals/0/PUNO.pdf>

[PUN002]: “Plan estratégico regional agrario 2009 - Puno”

Última consulta: 13 de noviembre del 2012

[http://www.concytec.gob.pe/portalsinacyt/images/stories/corcytecs/puno/PLAN\\_ESTATEGICO\\_REGIONAL\\_AGRARIO\\_2009\\_.pdf](http://www.concytec.gob.pe/portalsinacyt/images/stories/corcytecs/puno/PLAN_ESTATEGICO_REGIONAL_AGRARIO_2009_.pdf)

[PUN008]: “Compendio estadístico de la Región Puno 2008”

Última consulta: 12 de noviembre del 2012

[http://www.regionpuno.gob.pe/descargas/presupuestoparticipativo/consolidado\\_plan\\_concertado\\_2021.pdf](http://www.regionpuno.gob.pe/descargas/presupuestoparticipativo/consolidado_plan_concertado_2021.pdf)

[RIO001]: “Climatología”

Última visita: 18 de noviembre del 2012

<http://www.inei.gob.pe/biblioineipub/bancopub/Est/Lib0259/clima2.htm>

[SBS2013]: Superintendencia de Banca y Seguros

Última consulta: 07 de Julio del 2013

[http://www.sbs.gob.pe/0/modulos/JER/JER\\_Interna.aspx?ARE=0&PFL=0&JER=147](http://www.sbs.gob.pe/0/modulos/JER/JER_Interna.aspx?ARE=0&PFL=0&JER=147)

[SUT001]: SUTEP - Sindicato Unitario de Trabajadores de la Educación del Perú

Última visita: 18 de noviembre del 2012

<http://www.sutep.org.pe/>

[TESJVR]: Tesis para optar por el título de Ingeniero Electrónico que presentó el bachiller Juan Villena Ramírez: “Diseño de una red de telemedicina orientada a la confirmación del diagnóstico del cáncer entre el INEN, IREN Norte e IREN Sur” – PUCP, Lima, Febrero 2013

[TUR001]: “Turismo en Puno”

Última visita: 18 de noviembre del 2012

<http://www.incaturismo.com/lugares-turisticos-peru/turismo-sur/turismo-puno/info-clima/>

[UNIV001]: “Universidades del Perú”

Última consulta: 12 de noviembre del 2012

[http://www.altillo.com/universidades/peru/universidades\\_peru\\_puno.asp](http://www.altillo.com/universidades/peru/universidades_peru_puno.asp)



## ANEXOS

- Anexo 1 - 1 Puno Características Geopolíticas – Distritos
- Anexo 1 - 2 Puno Mapa de diversidad
- Anexo 1 - 3 Puno Mapa de zonas protegidas
- Anexo 1 - 4 Puno Mapa de ríos
- Anexo 1 - 5 Puno Mapa de Nevados
- Anexo 1 - 6 Puno Red vial nacional y departamental
- Anexo 1 - 7 Puno Red eléctrica de alta tensión.
- Anexo 1 - 8 Puno Red eléctrica de media tensión
- Anexo 1 - 9 Puno Población en edad de trabajar por distrito
- Anexo 1 - 10 Puno Funcionarios de alta dirección
- Anexo 1 - 11 Puno Entidades educativas
- Anexo 1 - 12 Puno Entidades de salud
- Anexo 1 - 13 Población estimada, por años calendario y sexo, según departamento, provincia y distrito
- Anexo 1 - 14 Proyección de la distribución porcentual de la población urbana y rural
- Anexo 1 - 15 Nivel de educación de la población censada según área de residencia y sexo, a nivel de provincia
- Anexo 1 - 16 Características del hogar en la región Puno
- Anexo 1 - 17 Proyección de grupos quinquenales de edad en la región Puno, según provincia y distrito
- Anexo 2 - 1 Cálculo de ancho de banda a ser asignado, según centro educativo
- Anexo 2 - 2 Cantidad de colegios, institutos superiores y universidades, y ancho de banda asignado a nivel distrital
- Anexo 2 - 3 Cálculo de ancho de banda a ser asignado, según institución pública (gobierno electrónico)
- Anexo 2 - 4 Cantidad de municipalidades, comisarías, Bancos de la Nación, RENIEC, juzgados de paz y museos, y ancho de banda asignado a nivel distrital
- Anexo 2 - 5 Cálculo de ancho de banda a ser asignado, según institución de salud
- Anexo 2 - 6 Cantidad de hospitales, centros de salud y puestos de salud, y ancho de banda asignado a nivel distrital
- Anexo 2 - 7 Factores aplicados para el cálculo de demanda al año 2018
- Anexo 2 - 8 Factores aplicados para el cálculo de demanda al año 2023
- Anexo 3 - 1 Hojas técnicas de las fibras ópticas
- Anexo 3 - 2 Anillos formados en la región Puno
- Anexo 3 - 3 Matriz de tráfico entre los distritos de Puno

Anexo 3 - 4 Cantidad de transponders, según capacidad requerida, por distrito

Anexo 4 - 1 Hoja técnica equipos OSN8800 T16

