

UBICACIÓN ESTRATÉGICA PARA ATENDER OPORTUNAMENTE LAS INTERRUPTIONES DEL FLUIDO ELÉCTRICO EN LIMA Y CALLAO (PERÚ)

Strategic location to conveniently attend the interruptions of the electrical fluid in
Lima and Callao (Peru)

Fidel Hualán Cuadros ¹, Moisés Pérez Sevillano ¹

¹ Universidad Privada del Norte

Recibido jul. 2013; aceptado nov. 2013; versión final dic. 2013.

Resumen

Este trabajo presenta alternativas de solución para atender oportunamente las emergencias en el corte de fluido eléctrico (reconexión) en la ciudad de Lima y Callao. Se aplicó programación lineal entera y programación dinámica, para encontrar puntos estratégicos dentro de la ciudad, que permita una reconexión de energía eléctrica en el menor tiempo posible y así evitar penalidades por incumplimiento de los plazos establecidos por OSINERGMIN, buscando la viabilidad técnica, económica y el uso eficiente de todos los recursos.

Palabras clave: Programación lineal entera, programación dinámica, reconexión de servicio, penalidades, eficiencia, viabilidad económica y técnica, recursos, estrategias.

Abstract

This paper presents alternatives solutions to conveniently respond to emergencies in the power outage (reconnection) in the cities of Lima and Callao. Linear programming and dynamic programming were applied, to find strategic points within the cities, and from there, reconnect the power supply as soon as possible to avoid penalties for non-compliance with deadlines on reconnection of the services by OSINERGMIN, looking for the technical and economical viability and the efficient use of all resources.

Keywords: Linear programming, dynamic programming, emergency service reconnection, penalties, efficiency, technical and economical viability, resources, strategies.

INTRODUCCIÓN

Presentaremos una propuesta para una de las concesionarias que brinda servicios a EDELNOR, y que tiene como objetivo principal la construcción y mantenimiento de sistemas de telecomunicaciones, electrificación, energía y obras de infraestructura civil. Desde 1994, brinda sus servicios a EDELNOR en la elaboración de proyectos eléctricos a nivel de ingeniería de detalle, construcción de redes de distribución aérea y subterránea de media y baja tensión, construcción y mantenimiento de subestaciones eléctricas, obras civiles e instalaciones electromecánicas, construcción de redes de alumbrado público y la ejecución a gran escala de proyectos comerciales de gestión eléctrica en las áreas de lectura, reparto, cortes y reconexiones, normalización de medidores domiciliarios, hurto de corriente, etc.

En situaciones de cortes imprevistos del servicio eléctrico a los domicilios (cometida) o empresas (clientes particulares), por deterioro del cableado, daños por terceros, corto circuito o falla de interruptores en la estaciones (Figura 1), EDELNOR exige a su concesionaria hacer los trabajos y cumplir con restablecer el servicio eléctrico en un máximo de tres horas, pero debido a la extensa área geográfica de Lima y la ubicación de su base principal en el Callao, les resulta difícil cumplir con los tiempos establecidos. En los casos de incumplimiento recibe una penalización (una UIT, equivalente a S/. 3700.00 nuevos soles), por EDELNOR, y en consecuencia EDELNOR también recibe una penalización por el Ministerio de Energía y Minas del Perú (Osinergmin, 2010).

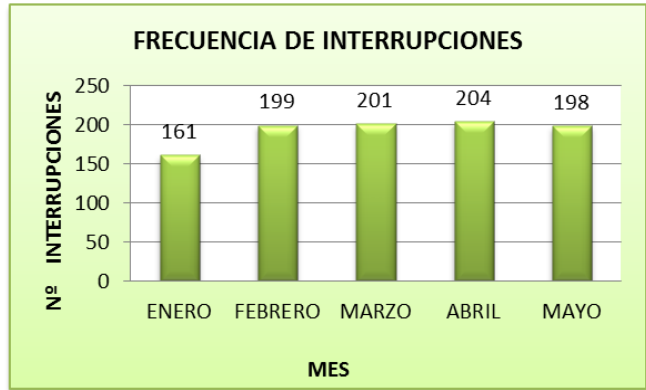
Ante esta problemática, realizamos un estudio minucioso para encontrar la mejor ubicación de estaciones de la concesionaria en Lima Metropolitana y Callao, y para la construcción de un mínimo de estaciones desde dónde se pueda atender oportunamente las emergencias que se presenten en la distribución del servicio

eléctrico, considerando que actualmente hay 23 Sub Estaciones de Transmisión (SET) (Figura 2). Estas subestaciones eléctricas reciben tensiones altas que van desde 60 KV hasta los 500KV, que luego son transformadas en mediana tensión y distribuidas por los diferentes puntos de la ciudad.

Para optimizar los resultados aplicamos los conocimientos de investigación de operaciones propuestos por Taha (2012) y Moore (2000), específicamente de programación lineal entera, que es una expresión general para describir los modelos matemáticos de programación que incluyen condiciones de integridad, en las cuales se estipula que algunas variables de decisión, o todas, deben adoptar valores enteros (Winston, 2010).

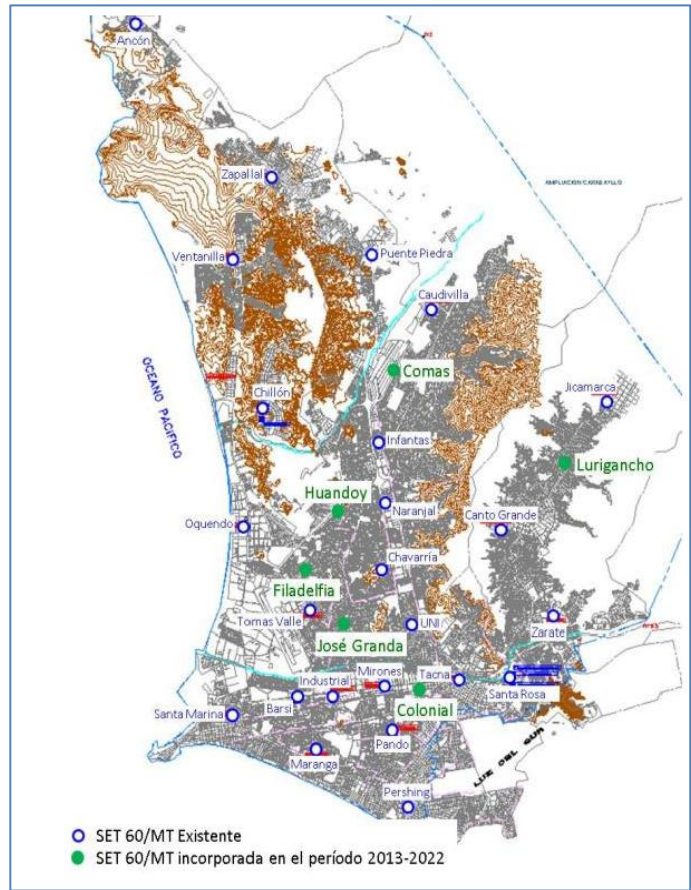
$$\begin{aligned} \min \quad & 6x_1 + 5x_2 + 4x_3 \\ \text{s. a.} \quad & 108x_1 + 92x_2 + 58x_3 \geq 578 \\ & 7x_1 + 18x_2 + 22x_3 \geq 83 \\ & x_1, x_2, x_3 \geq 0 \text{ y enteros} \end{aligned}$$

También utilizamos el software LINGO 14.0®, que es una herramienta completa, diseñada para hacer la construcción y resolución lineal, no lineal (convexa y no convexa / global), cuadrática, cuadrática restringida, segundo cono orden, estocástico y modelos de optimización enteros más rápido, fácil y eficiente. LINGO 14.0® proporciona un paquete completamente integrado que incluye un lenguaje de gran alcance para los modelos de optimización, un ambiente con todas las funciones para la construcción y edición de problemas, y un conjunto de rápido incorporado en solucionadores (LINGO 14.0®, 2013).



Fuente: EDELNOR.

Figura 1. Cuadro estadístico de la frecuencia de interrupciones



Fuente: EDELNOR.

Figura 2. Subestaciones en Lima Metropolitana

Tabla 1. Subestaciones de transmisión y su codificación

Ítem	SET	Código
1	ANCÓN	N
2	BARSI	K
9	CANTO GRANDE	CG
13	CAUDI VILLA	CV
8	CHAVARRIA	CH
7	CHILLÓN	CN
22	INDUSTRIAL	ID
16	INFANTAS	I
10	JICAMARCA	J
20	MARANGA	MA
23	MIRONES	M
4	NARANJAL	NJ
5	OQUENDO	O
6	PANDO	PA
19	PERSHING	Q
12	PUENTE PIEDRA	PP
21	SANTA MARINA	F
11	SANTA ROSA	P
3	TACNA	T
17	TOMAS VALLE	TV
15	VENTANILLA	V
14	ZAPALLAL	W
18	ZÁRATE	ZA

Fuente: EDELNOR.

MATERIALES Y MÉTODOS

EDELNOR, es una compañía de servicios dedicada a la distribución, comercialización y buen uso de la energía eléctrica. Atiende a 1 225 779 clientes en Lima Metropolitana y Callao, a los que entrega semanalmente una potencia de 577 801.8 KW. Asimismo, realiza sus actividades las provincias de Huaura, Huaral, Barranca y Oyón.

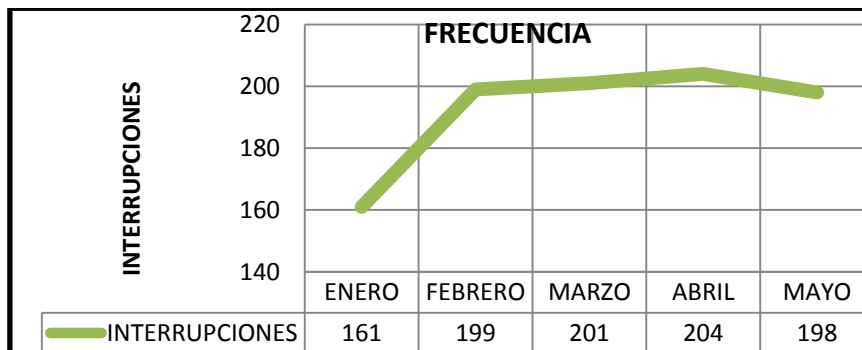
Empezamos el análisis de la problemática y la determinación de posibles alternativas de solución recolectando información relevante, como los datos históricos de las

interrupciones que sucedieron entre los meses de enero a mayo del 2013 (Tabla 2), la ubicación de los alimentadores, la cantidad de clientes de EDELNOR, la ubicación actual de la base desde donde se atienden las diferentes interrupciones que se presentan en la red, las penalidades, la cantidad de clientes afectados, tipos de falla y frecuencia de ocurrencia.

Tabla 2. Frecuencia de interrupciones por tipo de falla

Tipo de falla	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
Corto Circuito	58	57	57	73	58
Emergencia	93	84	91	66	75
Error de Operaciones	1	0	0	0	0
Sobre Carga	6	4	2	3	3
Falla a Tierra	0	54	51	62	62
Otros	3	0	0	0	0

Fuente: EDELNOR.



Fuente: Creación propia con datos proporcionados por la concesionaria.

Figura 3. Frecuencia de interrupciones

A. Variable de Decisión

X_i : Ubicar o no los puestos para atención de interrupciones en las subestaciones de transmisión. $I (1, 2, 3, 4, 5, \dots, 23)$.

B. Función Objetivo

Minimizar el número de puestos de atención de interrupciones que se ubicarán en la ciudad de Lima Metropolitana y Callao para el uso eficiente de los recursos.

$$\text{Min} = X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_{23}$$

C. Restricciones

Indica que del [SET X] puede llegar a cada uno de los otros en 40 minutos o menos tiempo.

$$[\text{SET1}] x_1 + x_4 + x_5 + x_7 + x_{12} + x_{14} + x_{15} + x_{16} \geq 1;$$

$$[\text{SET2}] x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_{16} + x_{17} + x_{19} + x_{20} + x_{21} + x_{22} + x_{23} \geq 1;$$

$$[\text{SET3}] x_2 + x_3 + x_9 + x_{11} + x_{17} + x_{18} + x_{19} + x_{20} + x_{21} + x_{22} + x_{23} \geq 1;$$

$$[\text{SET4}] x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_8 + x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} + x_{15} + x_{16} \geq 1;$$

$$[\text{SET5}] x_1 + x_2 + x_4 + x_5 + x_7 + x_{14} + x_{15} + x_{17} + x_{21} + x_{22} \geq 1;$$

$$[\text{SET6}] x_2 + x_6 + x_{17} + x_{19} + x_{20} + x_{21} + x_{22} \geq 1;$$

$$[\text{SET7}] x_1 + x_2 + x_4 + x_5 + x_7 + x_{12} + x_{14} + x_{15} + x_{17} \geq 1;$$

$$[\text{SET8}] x_2 + x_3 + x_4 + x_8 + x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} + x_{15} + x_{16} + x_{17} + x_{18} + x_{19} + x_{20} + x_{21} + x_{22} + x_{23} \geq 1;$$

$$[\text{SET9}] x_3 + x_9 + x_{10} + x_{11} + x_{18} \geq 1;$$

$$[\text{SET10}] x_9 + x_{10} + x_{11} + x_{18} \geq 1;$$

$$[\text{SET11}] x_3 + x_5 + x_8 + x_9 + x_{10} + x_{11} + x_{16} + x_{18} \geq 1;$$

$$[\text{SET12}] x_1 + x_4 + x_7 + x_8 + x_{12} + x_{13} + x_{14} + x_{15} + x_{16} \geq 1;$$

$$[\text{SET13}] x_4 + x_8 + x_{12} + x_{13} + x_{14} + x_{16} \geq 1;$$

$$[\text{SET14}] x_1 + x_4 + x_5 + x_7 + x_8 + x_{12} + x_{13} + x_{14} + x_{15} + x_{16} \geq 1;$$

$$[\text{SET15}] x_1 + x_4 + x_5 + x_7 + x_{12} + x_{13} + x_{14} + x_{15} + x_{16} + x_{17} \geq 1;$$

$$[\text{SET16}] x_1 + x_2 + x_4 + x_8 + x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} + x_{15} + x_{16} + x_{17} \geq 1;$$

$$[\text{SET17}] x_2 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_{15} + x_{16} + x_{17} + x_{20} + x_{21} + x_{22} + x_{23} \geq 1;$$

$$[\text{SET18}] x_3 + x_8 + x_9 + x_{10} + x_{11} + x_{18} \geq 1;$$

[SET19] $x_2+x_3+x_6+x_8+x_{19}+x_{20}+x_{21}+x_{22}+x_{23} \geq 1$;
 [SET20] $x_2+x_3+x_6+x_8+x_{17}+x_{19}+x_{20}+x_{21}+x_{22}+x_{23} \geq 1$;
 [SET21] $x_2+x_3+x_5+x_6+x_8+x_{17}+x_{19}+x_{20}+x_{21}+x_{22}+x_{23} \geq 1$;
 [SET22] $x_2+x_3+x_5+x_6+x_8+x_{17}+x_{19}+x_{20}+x_{21}+x_{22}+x_{23} \geq 1$;
 [SET23] $x_2+x_3+x_6+x_8+x_{17}+x_{19}+x_{20}+x_{21}+x_{22}+x_{23} \geq 1$;
 END

Donde:

Tabla 3. Relación de subestaciones y variables

X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12
SET ANCÓN	SET BARSÍ	SET TACNA	SET NARANJAL	SET OQUENDO	SET PANDO	SET CHILLÓN	SET CHAVARRIA	SET CANTOGRANDE	SET JICAMARCA	SET SANTAROSA	SET PUENTEPIEDRA
X13	X14	X15	X16	X17	X18	X19	X20	X21	X22	X23	
SET CAUDIVILLA	SET ZAPALLAL	SET VENTANILLA	SET INFANTAS	SET TOMASVALLE	SET ZARATE	SET PERSHING	SET MARANGA	SET SANTAMARINA	SET INDUSTRIAL	SET MIRONES	

Fuente: Elaboración propia.

RESULTADOS

Luego de ingresar el problema al LINGO 14.0®, obtuvimos el siguiente resultado.

Función Objetivo: 3

El valor óptimo de la función objetivo fue 3, lo que significa que EDELNOR debería instalar tres estaciones para atender las interrupciones del servicio en Lima Metropolitana y Callao.

Ahora los puestos de atención deberían ubicarse en las subestaciones X2, X4 y X9, tal como muestra la solución de LINGO 14.0®.

Tabla 4. Subestaciones X2, X4 y X9

X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12
ANCÓN	BARSI	TACNA	NARANJAL	OQUENDO	PANDO	CHILLON	CHAVARRIA	CANTO GRANDE	JICAMARCA	SANTAROSA	PUENTEPIEDRA
X13	X14	X15	X16	X17	X18	X19	X20	X21	X22	X23	
CAUDIVILLA	ZAPALLAL	VENTANILLA	INFANTAS	TOMASVALLE	ZARATE	PERSHING	MARANGA	SANTAMARINA	INDUSTRIAL	MIRONES	

Fuente: Elaboración propia.

Como vemos, nos arrojó como resultado X2, X4 y X9. De los cuales X2 es la subestación de transmisión BARSÍ, X4 es Naranjal y X9 Canto Grande.

Entonces, los puestos de atención se deben ubicar en Barsi, Naranjal y Canto Grande. De esta manera se estará cumpliendo con el plazo máximo de 40 minutos para movilizarse y luego atender oportunamente las interrupciones del servicio y en consecuencia se evitará las penalizaciones.

Subestación Barsi

De esta subestación se podrá llegar en el tiempo requerido a las siguientes:

Tabla 5. Subestación Barsi

X2	X3	X5	X6	X7	X8	X16
BARSÍ	TACNA	OQUENDO	PANDO	CHILLON	CHAVARRIA	INFANTAS
X17	X19	X20	X21	X22	X23	
TOMASVALLE	PERSHING	MARANGA	SANTAMARINA	INDUSTRIAL	MIRONES	

Fuente: Elaboración propia.

También se considera la estación de Barsi porque el punto de atención no necesariamente va a estar dentro de la SET.

Subestación Naranjal

De esta subestación se podrá llegar en el tiempo requerido a las siguientes:

Tabla 6. Subestación Naranjal

X1	X3	X4	X5	X8	X11
ANCÓN	TACNA	NARANJAL	OQUENDO	CHAVARRIA	SANTA ROSA
X12	X13	X14	X15	X16	
PUENTE PIEDRA	CAUDI VILLA	ZAPALLAL	VENTANILLA	INFANTAS	

Fuente: Elaboración propia.

También se considera la estación de Naranjal porque el punto de atención no necesariamente va estar dentro de la SET.

Subestación Canto Grande

De esta subestación se podrá llegar en el tiempo requerido a las siguientes:

Tabla 7. Subestación Canto Grande

X3	X9	X10	X11	X18
TACNA	CANTO GRANDE	JICAMARCA	SANTA ROSA	ZARATE

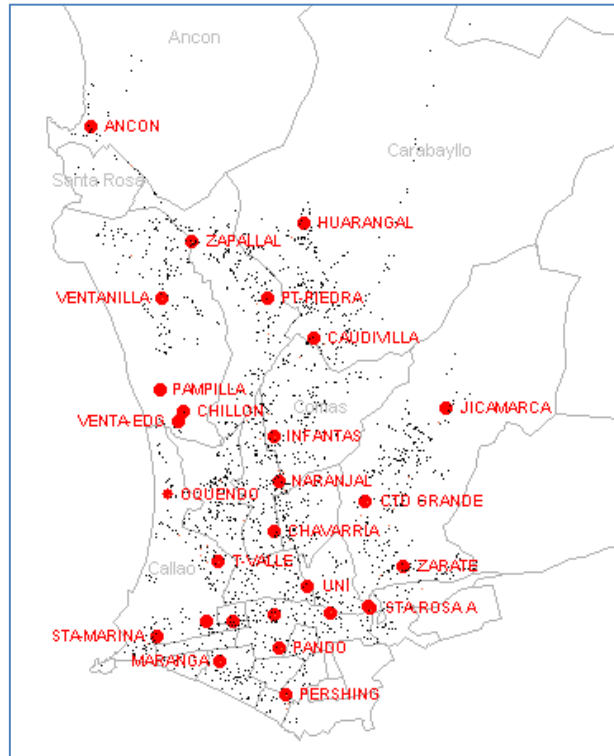
Fuente: Elaboración propia.

Nota. Los SET resaltados, pueden ser atendidos desde varios puntos de atención de imprevistos.

También se considera la estación de Canto Grande porque el punto de atención no necesariamente estará dentro de la SET.

DISCUSIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos, las estaciones para atención de imprevistos en la red se ubicarán geográficamente como se muestra en la siguiente imagen.



Fuente: Creación propia con datos de EDELNOR.

Figura 4. Ubicación de estaciones

Esta es una posible solución, sin embargo cabe la posibilidad de mover algunos puntos, por ejemplo, la estación N° 3 también podría ubicarse en Infantas, Puente Piedra o Zapallal y seguiría cubriendo las mismas SET en el tiempo establecido. Para tal caso se tendría que considerar otros factores como precio del terreno, vías de acceso, seguridad de la zona y otros que la empresa considere prioritarios.

El tiempo de traslado debe hacerse en 40 minutos hasta el punto donde ocurrió el evento, quedando dos horas con 20 minutos para solucionar el problema, de esta forma se evitarán las penalizaciones por no atender oportunamente los cortes del servicio.

CONCLUSIONES

1. Se encontró los puntos estratégicos para ubicar las estaciones, desde donde se podrá atender los imprevistos que se presenten en el servicio eléctrico. Para ello se aplicó la programación lineal entera y en esta se utilizó el método de recubrimiento de conjuntos.
2. En base a los resultados obtenidos llegamos a la conclusión de que EDELNOR debe instalar tres estaciones para la atención de los imprevistos, de esta forma se reducirán los tiempos, de cuatro horas a tres horas. En consecuencia se evitará las penalizaciones por parte de Osinergmin y esto repercutirá en los costos de la empresa.
3. Es muy importante llevar un registro sobre las variables que se presenten en cualquier proceso, gracias a esa información proporcionada pudimos plantear una solución a la problemática.
4. También pudimos aplicar los conocimientos adquiridos en la universidad y en el curso de investigación de operaciones.
5. Concluimos en la importancia de los sistemas o software, pues facilitan y hacen más eficiente el trabajo, para nuestro caso usamos LINGO 14.0®.

Agradecimiento

A EDELNOR y la empresa concesionaria por los datos proporcionados para la realización de esta investigación.

Nota. Las imágenes contenidas en este artículo tienen la respectiva autorización de sus autores.

BIBLIOGRAFÍA

Winston, W. L. (2010). *Investigación de Operaciones* (cuarta ed.). México: CENGAGE Learning.

Moore, Jeffrey. H. (2000) *Investigación Operativa* (p. 290). México: Cámara Nacional de Industria Editorial de México.

Taha, H. A. (2012). *Investigación de Operaciones*. México: Pearson Educación.

LINGO 14.0®. (2013). *Software de Modelado de Optimización de Programación lineal, no lineal y entero*. Recuperado 18 noviembre de 2013, a partir de http://www.lindo.com/index.php?option=com_content&view=article&id=2&Itemid=10

Osinergmin. (2010). Sistema de Administración de Normas Legales. *Normas del Subsector de Electricidad*. Recuperado 18 de noviembre de 2013, a partir de <http://www.osinerg.gob.pe/newweb/pages/GFE/Normativa/normativa.html?5982>

ANEXOS

Tabla 8. Distancias entre cada una de las subestaciones de transmisión en minutos

ÍTEM	Alimentador	N	K	T	NJ	O	PA	CN	CH	CG	J	P	PP	CV	W	V	I	TV	ZA	Q	MA	F	ID	M	
1	ANCÓN	N	0	60	60	35	40	70	35	50	90	110	70	25	40	15	30	30	55	100	80	60	55	60	60
2	BARSI	K	60	0	25	30	25	20	35	30	70	80	50	60	50	70	50	40	25	60	25	20	15	10	15
3	TACNA	T	60	25	0	60	60	50	70	40	30	50	20	70	50	80	90	50	40	30	30	30	40	30	25
4	NARANJAL	NJ	35	30	60	0	30	60	45	20	50	60	40	30	20	25	40	15	45	65	60	60	60	60	55
5	OQUENDO	O	40	25	60	30	0	45	30	50	80	90	70	55	55	30	20	50	40	60	55	55	30	40	45
6	PANDO	PA	70	20	50	60	45	0	60	50	60	70	50	70	60	80	80	60	40	55	20	25	30	30	30
7	CHILLÓN	CN	35	35	70	45	30	60	0	60	70	80	55	40	50	30	25	45	40	55	60	60	50	50	55
8	CHAVARRIA	CH	50	30	40	20	50	50	60	0	45	55	30	30	25	40	50	20	20	30	35	40	35	35	35
9	CANTO GRANDE	CG	90	70	30	50	80	60	70	45	0	15	25	70	60	80	90	50	50	15	60	60	70	60	55
10	JICAMARCA	J	110	80	50	60	90	70	80	55	15	0	30	70	60	80	85	50	60	20	60	60	70	60	60
11	SANTA ROSA	P	70	50	20	40	70	50	55	30	25	30	0	50	45	60	70	40	50	20	60	60	60	50	45
12	PUENTE PIEDRA	PP	25	60	70	30	55	70	40	30	70	70	50	0	40	20	30	25	60	70	60	60	60	50	50
13	CAUDI VILLA	CV	40	50	50	20	55	60	50	25	60	60	45	40	0	40	50	30	50	55	60	60	60	50	50
14	ZAPALLAL	W	15	70	80	25	30	80	30	40	80	80	60	20	40	0	15	35	55	60	65	65	60	60	60
15	VENTANILLA	V	30	50	90	40	20	80	25	50	90	85	70	30	50	15	0	35	40	60	55	55	50	60	60
16	INFANTAS	I	30	40	50	15	50	60	45	20	50	50	40	25	30	35	35	0	40	50	60	60	55	50	50
17	TÓMAS VALLE	TV	55	25	40	45	40	40	40	20	50	60	50	60	50	55	40	40	0	50	60	40	40	30	30
18	ZÁRATE	ZA	100	60	30	65	60	55	55	30	15	20	20	70	55	60	60	50	50	0	50	50	60	55	50
19	PERSHING	Q	80	25	30	60	55	20	60	35	60	60	60	60	60	65	55	60	60	50	0	15	35	30	30
20	MARANGA	MA	60	20	30	60	55	25	60	40	60	60	60	60	60	65	55	60	40	50	15	0	30	30	25
21	SANTA MARINA	F	55	15	40	60	30	30	50	35	70	70	60	60	60	60	50	55	40	60	35	30	0	20	25
22	INDUSTRIAL	ID	60	10	30	60	40	30	50	35	60	60	50	50	50	60	60	50	30	55	30	30	20	0	10
23	MIRONES	M	60	15	25	55	45	30	55	35	55	60	45	50	50	60	60	50	30	50	30	25	25	10	0

Fuente: Creación propia con datos proporcionados por la concesionaria.

Tabla 9. Tiempos de movilización del servicio de la concesionaria

Ítem	Alimentador	N	K	T	NJ	O	PA	CN	CH	CG	J	P	PP	CV	W	V	I	TV	ZA	Q	MA	F	ID	M	
1	ANCÓN	N	0	60	60	35	40	70	35	50	90	110	70	25	45	15	30	30	55	100	80	60	55	60	60
2	BARSI	K	60	0	25	30	25	20	35	30	70	80	50	60	50	70	50	40	25	60	25	20	15	10	15
3	TACNA	T	60	25	0	60	60	50	70	40	30	50	20	70	50	80	90	50	40	30	30	30	40	30	25
4	NARANJAL	NJ	35	30	60	0	30	60	45	20	50	60	40	30	20	25	40	15	45	65	60	60	60	60	55
5	OQUENDO	O	40	25	60	30	0	45	30	50	80	90	70	55	55	30	20	50	40	60	55	55	30	40	45
6	PANDO	PA	70	20	50	60	45	0	60	50	60	70	50	70	60	80	80	60	40	55	20	25	30	30	30
7	CHILLÓN	CN	35	35	70	45	30	60	0	60	70	80	55	40	50	30	25	45	40	55	60	60	50	50	55
8	CHAVARRIA	CH	50	30	40	20	50	50	60	0	45	55	30	30	25	40	50	20	20	30	35	40	35	35	35
9	CANTO GRANDE	CG	90	70	30	50	80	60	70	45	0	15	25	70	60	80	90	50	50	15	60	60	70	60	55
10	JICAMARCA	J	110	80	50	60	90	70	80	55	15	0	30	70	60	80	85	50	60	20	60	60	70	60	60
11	SANTA ROSA	P	70	50	20	40	70	50	55	30	25	30	0	50	45	60	70	40	50	20	60	60	60	50	45
12	PUENTE PIEDRA	PP	25	60	70	30	55	70	40	30	70	70	50	0	40	20	30	25	60	70	60	60	60	50	50
13	CAUDI VILLA	CV	45	50	50	20	55	60	50	25	60	60	45	40	0	40	50	30	50	55	60	60	60	50	50
14	ZAPALLAL	W	15	70	80	25	30	80	30	40	70	80	60	20	40	0	15	35	55	60	65	65	60	60	60
15	VENTANILLA	V	30	50	90	40	20	80	25	50	90	85	70	30	50	15	0	35	40	60	55	55	50	60	60
16	INFANTAS	I	30	40	50	15	50	60	45	20	50	50	40	25	30	35	35	0	40	50	60	60	55	50	50
17	TÓMAS VALLE	TV	55	25	40	45	40	40	40	20	50	60	50	60	50	55	40	40	0	50	60	40	40	30	30
18	ZÁRATE	ZA	100	60	30	65	60	55	55	30	15	20	20	70	55	60	60	50	50	0	50	50	60	55	50
19	PERSHING	Q	80	25	30	60	55	20	60	35	60	60	60	60	60	65	55	60	60	50	0	15	35	30	30
20	MARANGA	MA	60	20	30	60	55	25	60	40	60	60	60	60	60	65	55	60	40	50	15	0	30	30	25
21	SANTA MARINA	F	55	15	40	60	30	30	50	35	70	70	60	60	60	60	50	55	40	60	35	30	0	20	25
22	INDUSTRIAL	ID	60	10	30	60	40	30	50	35	60	60	50	50	50	60	60	50	30	55	30	30	20	0	10
23	MIRONES	M	60	15	25	55	45	30	55	35	55	60	45	50	50	60	60	50	30	50	30	25	25	10	0

Fuente: Creación propia con datos proporcionados por la concesionaria.

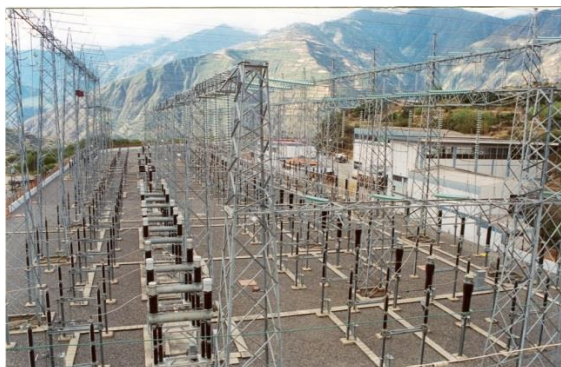


Figura 5. Fotografía de Sub Estación de Transmisión

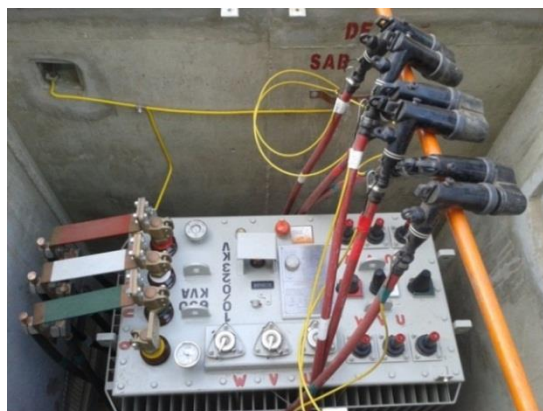


Figura 6. Transformador de media tensión



Figura 7. Transformador de media tensión