

**Universidad Nacional de Ingeniería**

**Facultad de Ingeniería Eléctrica y electrónica**



TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

**Desarrollo de un sistema de suministro de energía eléctrica rural  
del distrito de Huaccana, provincia de chincheros, departamento  
de Apurímac para mejorar el índice de desarrollo humano**

Para obtener el título profesional de Ingeniero Electricista.

Elaborada por

Luis Alfredo Villanueva Vilca

● [0009-0006-3563-6748](tel:0009-0006-3563-6748)

Asesor

Dr. Ing. Dinau Velazco Lorenzo

● [0000-0003-4363-6204](tel:0000-0003-4363-6204)

LIMA – PERÚ

2023

---

Citar/How to cite	Villanueva Vilca [1]
Referencia/Reference	[1] L. Villanueva Vilca, " <i>Desarrollo de un sistema de suministro de energía eléctrica rural del distrito de Huaccana, provincia de Chincheros, departamento de Apurímac para mejorar el índice de desarrollo humano</i> " [Trabajo de Suficiencia Profesional]. Lima (Perú): Universidad Nacional de Ingeniería, 2023.
Estilo/Style: IEEE (2020)	

---

Citar/How to cite	(Villanueva, 2023)
Referencia/Reference	Villanueva, L. (2023). <i>Desarrollo de un sistema de suministro de energía eléctrica rural del distrito de Huaccana, provincia de Chincheros, departamento de Apurímac para mejorar el índice de desarrollo humano</i> . [Trabajo de Suficiencia Profesional, Universidad Nacional de Ingeniería]. Repositorio institucional Cybertesis UNI.
Estilo/Style: APA (7ma ed.)	

---

## **DEDICATORIA**

A mi mamá Gladys y papá Alfredo por ser el soporte de este gran reto: Ser profesional.

A mis hermanos por su constante apoyo a lo largo de este proyecto y, a Raquel y Benjamín por todo su apoyo y comprensión para lograr este objetivo de mi vida.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco al Dr. Dinau Velazco Lorenzo, quien con sus conocimientos y apoyo me orientó en cada una de las etapas de este proyecto, con el fin de alcanzar los resultados que se perseguía.

También deseo agradecer a la Universidad Nacional de Ingeniería y a la F.I.E.E., por brindarme los conocimientos, recursos, herramientas que fueron dadas a mi persona para formarme como profesional.

Asimismo, agradezco a la oficina de grados y títulos – F.I.E.E. por la oportunidad brindada de obtener el título profesional, por el curso- taller propedéutico.

Además, agradezco a mi madre Gladys por siempre creer en mi sobre todas las cosas, a mi padre Alfredo por ser mi soporte y; a mis hermanos por creer que lograría ser profesional.

Del mismo modo, a la empresa S.E.L.E.G.S.A. por las oportunidades brindadas, en especial al Ingeniero Walter Parra por aceptarme al iniciar mi vida profesional y al Sr. José Guardia, quién me apoyo en mis primeros trabajos como practicante.

Igualmente, agradecer a mis compañeros y amigos que estuvieron alentándome y apoyándome en todo el trascurso de la carrera profesional, tales como Julio Lanazca, Edson Garambel, Jesús Vargas, Oscar Tito y otros.

Finalmente, agradecer a mi pareja Raquel por ser mi soporte y respaldo en este proyecto y; a Benjamín, mi hijo, mi inspiración y mi motivo de superación.

## RESUMEN

El presente informe de suficiencia profesional expone de manera sucinta la electrificación rural de un conjunto de poblados y/o caseríos de la zona “rural” del distrito de Huaccana, provincia de Chincheros, departamento de Apurímac; esto con el fin de establecer un polo de desarrollo en la zona en mención y elevar las condiciones socio económicas de dichos pueblos.

El informe descrito como “Desarrollo de un sistema de suministro de energía eléctrica rural del distrito del Huaccana, provincia de Chincheros, departamento de Apurímac para mejorar el índice de desarrollo humano”, innova la presentación de tesis o informes de suficiencia con el uso de métricas, que califican cualitativa y cuantitativamente un proceso, con el fin de determinar el éxito o no de dichos procesos, y en conjunto, del proyecto. Asimismo, mide el impacto del proyecto mediante el indicador de desarrollo humano, claro está, de ciertas características concretas como ingresos o educación y no en todo, ya que esto es de mayor complejidad.

Finalmente, se logra implantar el Sistema de electrificación en la zona rural del Distrito en mención, posibilitando un foco de desarrollo y entregando una mejor calidad de vida a los habitantes de la zona de impacto del proyecto.

Palabra clave – Ingeniería eléctrica, electrificación rural, Huaccana, sistema MRT.

## **ABSTRACT**

The present report of sufficiency professional explains succinctly the rural electrification of a set of towns and/or villages of the area "rural" district of Huaccana, province Chincheros, department of Apurímac; this to establish a development center in the area in reference to and raise the socioeconomic conditions of these peoples. The report described as the "Desarrollo de un sistema de suministro de energía eléctrica rural del distrito del Huaccana, provincia de Chincheros, departamento de Apurímac para mejorar el índice de desarrollo humano", it innovates the presentation of theses or reports of proficiency with the use of metrics, which qualify qualitatively and quantitatively a process, to determine the success or failure of these processes, and on the whole, of the project. also measures the impact of the project through the human development indicator, of course, of certain specific characteristics such as income or education and not in everything since this is highly complex. Finally, the present report manages to demonstrate that the proposed goal is to be overcome, achieving the electrification of the project area, and providing quality and continuous energy; allowing to provide opportunities for the socio-economic growth of the impact area of the project.

Keywords – Electric engineering, rural electrification, Huaccana, MRT system.

# ÍNDICE

<b>PRÓLOGO</b> .....	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>2</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>2</b>
1.1 GENERALIDADES .....	2
1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN - SITUACIÓN PROBLEMÁTICA .....	7
1.2.1 PROBLEMA A RESOLVER.....	8
1.3 OBJETIVOS DE ESTUDIO .....	9
1.3.1 OBJETIVO GENERAL.....	9
1.3.2. OBJETIVO ESPECÍFICOS.....	9
1.3.3. INDICADORES DE LOGRO DE LOS OBJETIVOS.....	9
1.4 ANTECEDENTES.....	16
<b>CAPÍTULO II</b> .....	<b>20</b>
<b>MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL</b> .....	<b>20</b>
2.1 MARCO TEÓRICO .....	20
2.1.1 VISIÓN HISTÓRICA.....	20
2.1.1.1 ORÍGENES, LEYES, DECRETOS DEL SECTOR ELÉCTRICO .....	21
2.1.1.2 LA ELECTRIFICACIÓN RURAL EN EL PERÚ .....	25
2.1.2 BASES TEÓRICAS .....	27
2.1.2.1 TEORÍA PARA EL DISEÑO DE LÍNEAS Y REDES PRIMARIAS PARA ELECTRIFICACIÓN RURAL .....	27
TEORÍA PARA EL DISEÑO DE LÍNEAS Y REDES SECUNDARIAS CON CONDUCTORES AUTOPORTANTES PARA ELECTRIFICACIÓN RURAL.....	60
2.1.3 ESTUDIOS PREVIOS.....	71
2.2 MARCO CONCEPTUAL .....	72
2.2.1 GENERALIDADES .....	72
2.2.2 TERMINOLOGÍA TÉCNICA.....	76
2.2.2.1 REDES DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA .....	76

2.2.2.2 REDES DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA SEGÚN SU TENSIÓN NOMINAL .....	76
2.2.2.3 REDES DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA SEGÚN SU UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	77
2.2.2.4 REDES DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA SEGÚN SU TIPO DE CONSTRUCCIÓN.....	78
2.2.2.6 SISTEMA MONOFÁSICO CON RETORNO A TIERRA (M.R.T.) .....	80
2.2.2.7 TERMINOLOGÍA COMPLEMENTARIA .....	82
<b>CAPITULO III .....</b>	<b>86</b>
<b>DESARROLLO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>86</b>
3.1 ANÁLISIS DEL PROBLEMA .....	86
3.1.1 METODOLOGÍA.....	86
3.1.1.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	86
3.1.1.2 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	87
3.1.1.3 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	90
3.1.1.4 MÉTODOS Y TÉCNICAS DE OBTENCIÓN DE DATOS DEL PROYECTO	90
3.1.1.5 CRONOGRAMA DE TRABAJO – GRAFICA DE GANTT .....	91
3.1.2 ASPECTOS DE GESTIÓN .....	98
3.1.2.1 RECURSOS .....	98
3.1.3 RELACIÓN ENTRE OBJETIVOS ESPECÍFICOS CON LOS REQUERIMIENTOS OBTENIDOS .....	110
3.2 DISEÑO DE LA SOLUCIÓN .....	111
3.2.1 SIMULACIÓN.....	111
3.2.1.1 DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA.....	111
3.2.1.2 EXPLICACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA .....	114
3.2.1.3 APLICACIÓN DE TEORÍAS .....	116
3.2.1.4 MODELAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA.....	156
3.2.1.5 SIMULACIÓN.....	160
3.2.2 ETAPA EXPERIMENTAL.....	175
3.2.2.1 TRABAJO DE CAMPO.....	175
3.2.2.2 METODOLOGÍA Y RESULTADOS .....	179

3.2.2.3	DEMOSTRACIÓN, APLICACIÓN Y CORRECCIÓN DE TEORÍAS.....	181
3.2.2.4	APLICACIÓN DE NORMAS TÉCNICAS.....	182
3.2.2.5	APLICACIÓN DE TÉCNICAS E INSTRUMENTOS.....	184
3.2.2.6	VALIDACIÓN DE LA APLICACIÓN DE TEORÍAS .....	188
3.2.3	RESULTADOS OBTENIDOS.....	188
<b>CAPITULO IV.....</b>		<b>196</b>
<b>ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....</b>		<b>196</b>
4.1	PLAN DE PRUEBAS POR OBJETIVO.....	196
4.1.1	DEFINICIÓN DE PRUEBAS Y TÉCNICAS A UTILIZAR.....	196
4.1.1.1	PRUEBAS UNITARIAS .....	196
4.1.2	CRITERIOS PARA ACEPTAR LAS PRUEBAS .....	196
4.2	DESCRIPCIÓN Y EJECUCIÓN DE PRUEBAS .....	197
4.2.1	PRUEBAS UNITARIAS .....	197
4.2.1.1	OBJETIVO 1.....	197
4.2.1.2	OBJETIVO 2.....	198
4.2.1.3	OBJETIVO 3.....	200
4.2.1.4	OBJETIVO 4.....	202
4.2.2	RESULTADOS DEL OBJETIVO 1.....	205
4.2.3	RESULTADOS DEL OBJETIVO 2.....	206
4.2.4	RESULTADOS DEL OBJETIVO 3.....	207
4.2.5	RESULTADOS DEL OBJETIVO 4.....	208
4.2.6	RESULTADOS DEL OBJETIVO GENERAL .....	208
4.3	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS .....	210
4.3.1	ANÁLISIS Y ARGUMENTACIÓN DEL OBJETIVO 1 .....	210
4.3.2	ANÁLISIS Y ARGUMENTACIÓN DEL OBJETIVO 2.....	211
4.3.3	ANÁLISIS Y ARGUMENTACIÓN DEL OBJETIVO 3 .....	211
4.3.4	ANÁLISIS Y ARGUMENTACIÓN DEL OBJETIVO 4.....	212
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>		<b>213</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>		<b>216</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1.1: Distribución de la población total, por área de residencia, según departamento, 2017.....	3
Figura 1.1.2: Requerimientos de Servicio de Energía eléctrica al corto, mediano y largo plazo.....	4
Figura 1.1.3: Temperatura promedio del aire en Huaccana (zona del proyecto) a 100m de altitud .....	5
Figura 1.1.4 zona del proyecto, en mención .....	6
Figura 1.1.5: Zona del proyecto con línea existentes .....	7
Figura 1.4.1: Coeficiente de electrificación nacional y rural, 1995 – 2025.....	17
Figura 2.1.1.1: Normas en el sector eléctrico 1886 – 2016 .....	21
Fig.2.1.1.2.: Principales hechos de los inicios del sector eléctrico .....	22
Fig.2.1.1. 3.: Estructura del sector eléctrico por los años 50.....	22
Figura 2.1.1. 4.: Central hidroeléctrica en construcción.....	23
Figura 2.1.1.5: Gestión de las empresas estatales - sector eléctrico en los 70	24
Figura 2.1.1.6.: Organigrama de ELECTROPERU S.A. a inicios de 1990 .....	24
Figura 2.1.1.7.: Reestructuración y privatización de las empresas eléctricas en el Perú en la década de los 90 .....	25
Figura 2.1.1. 8: Organismos partícipes en la electrificación rural, periodo 2007 a 2015.....	27
Fig.2.1.2.1: Catenaria con estructuras a desnivel .....	35
Figura 2.1.2.2.: Reducción de la corriente de cortocircuito de choque vs R/X.	53
Figura 2.1.2.3.: “m” miembro de CC .....	54
Figura 2.1.2.4.: “n” miembro de CA .....	55
Figura 2.1.2.5.: Densidad de corriente de cortocircuito .....	56
Figura 2.2.2.1: Tipos de red según el nivel de tensión .....	76

<b>Figura 2.2.2.3: Diagrama M.R.T.....</b>	<b>81</b>
<b>Figura 2.2.2.1.: Esquema equivalente simple de un Sistema eléctrico.....</b>	<b>84</b>
<b>Figura 3.1.1.1: Diseño de Trabajo de suficiencia PARTE 1 .....</b>	<b>87</b>
<b>Figura 3.1.1.2: Desarrollo del trabajo de suficiencia PARTE 2 .....</b>	<b>88</b>
<b>Figura 3.1.1.3.: Diseño de planeamiento de la solución por objetivo .....</b>	<b>89</b>
<b>Figura 3.1.2.1: Costo total de la obra .....</b>	<b>98</b>
<b>Figura 3.1.2.2: Costo total de la línea primaria .....</b>	<b>99</b>
<b>Figura 3.1.2.3: Costo total de la red primaria .....</b>	<b>100</b>
<b>Figura 3.1.2.4: Costo total de la red secundaria .....</b>	<b>101</b>
<b>Figura 3.2.1.1: Diagrama de bloque de solución propuesta .....</b>	<b>115</b>
<b>Figura 3.2.1.2.: Diagrama de flujo del objetivo 1.....</b>	<b>117</b>
<b>Figura 3.2.1.3: Diagrama de nivel de logro del objetivo específico 1.....</b>	<b>120</b>
<b>Fig. 3.2.1.4.: Diagrama de flujo del objetivo 2 .....</b>	<b>121</b>
<b>Figura 3.2.1.5: Diagrama de nivel de logro del objetivo específico 2.....</b>	<b>131</b>
<b>Figura 3.2.1.6: Diagrama de flujo del objetivo 3 .....</b>	<b>132</b>
<b>Figura 3.2.1.7: Acta de Entrega de terreno.....</b>	<b>133</b>
<b>Figura 3.2.1.8: Acta de inicio de actividades.....</b>	<b>135</b>
<b>Figura 3.2.1.9: Diagrama del nivel de logro del Objetivo Específico 3.....</b>	<b>150</b>
<b>Figura 3.2.1.10: Diagrama de flujo del objetivo 4 .....</b>	<b>151</b>
<b>Figura 3.2.1.11 PARTE 1.: Acta de conformidad de Operación experimental. 152</b>	
<b>Figura 3.2.1.11 PARTE 2.: Acta de conformidad de Operación experimental. 153</b>	
<b>Figura 3.2.1.11 PARTE 3.: Acta de conformidad de Operación experimental. 154</b>	
<b>Figura 3.2.1.12: Nivel del logro del objetivo 4.....</b>	<b>156</b>
<b>Figura 3.2.1.13: Modelamiento de la línea y red primaria .....</b>	<b>157</b>
<b>Figura 3.2.1.14: Modelamiento de cálculos eléctricos .....</b>	<b>159</b>
<b>Figura 3.2.1.15: Línea primaria – Ampliación Churco II.....</b>	<b>161</b>

Figura 3.2.1.16: Línea primaria –Llocllapata PARTE 1.....	162
Figura 3.2.1.16: Línea primaria –Llocllapata PARTE 2.....	163
Figura 3.2.1.16: Línea primaria –Llocllapata PARTE 3.....	164
Figura 3.2.1.16: Línea primaria –Llocllapata PARTE 4.....	165
Figura 3.2.1.16: Línea primaria –Llocllapata PARTE 5.....	166
Figura 3.2.1.16: Línea primaria –Llocllapata PARTE 6.....	167
Figura 3.2.1.17: Data para el cálculo sobre el conductor .....	168
Figura 3.2.1.18: Datos de campo y de planos de perfil.....	169
Figura 3.2.1.19.: Simulación con las hipótesis del conductor .....	170
Figura 3.2.1.20.: Simulación de cálculo mecánico del conductor .....	171
Figura 3.2.1.21: Simulación del comportamiento gráfico del conductor con hipótesis.....	172
Figura 3.2.1.22: Simulación de cálculo de distancias horizontales entre conductores .....	173
Figura 3.2.1. 23: Simulación de cálculo de vanos en las estructuras .....	174
Fig. N.º 3.2.2.1: Protocolos de Ensayo postes en la red y línea primaria .....	185
Figura 3.2.2.2: Protocolo de ensayo tracción en perno con gancho .....	186
Figura 3.2.2.3: Protocolo de pruebas a conductores.....	187
Figura 3.2.3.1: Grafico de nivel de logro radial del objetivo específico 1 .....	188
Figura 3.2.3.2: Grafico de nivel de logro radial del objetivo específico 2.....	190
Figura 3.2.3.3: Grafico de nivel de logro radial del objetivo específico 3 (Fuente: Elaboración propia) .....	192
Figura 3.2.3.4: Grafico de nivel de logro radial del objetivo específico 4.....	194
Figura 4.2.2.1: Resultados del objetivo 1 .....	205
Figura 4.2.3.1: Resultados del objetivo 2 .....	206
Figura 4.2.4.1: Resultados del objetivo 3 .....	207

<b>Figura 4.2.5.1: Resultados del objetivo 4 .....</b>	<b>208</b>
<b>Figura 4.2.6.1: Resultados del objetivo general y específicos .....</b>	<b>210</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla n.º 1.3.3.1 PARTE 1: Resumen de indicadores de logro .....	10
Tabla n.º 1.3.3.1 PARTE 2: Resumen de indicadores de logro .....	11
Tabla n.º 1.3.3.2: Relación global entre el nivel de referencia y su significado	11
Tabla n.º 1.3.3.3: Tabla de equivalencias cuantitativas a las calificaciones cualitativas para asignar valores a las métricas de los indicadores .....	12
Tabla n.º 1.4.1: Proyectos que forman parte del Proyecto grupo 8 – Electrificación Rural.....	19
Tabla n.º 2.1.2.1 PARTE 1: Características mecánicas de conductores normalizados para Líneas y Redes primarias comunes .....	31
Tabla N.º 2.1.2.1 PARTE 2: Características mecánicas de conductores normalizados para Líneas y Redes primarias comunes .....	32
Tabla n.º 2.1.2.2 PARTE 1: Hipótesis de estado .....	33
Tabla n.º 2.1.2.2 PARTE 2: Hipótesis de estado .....	34
Tabla n.º 2.1.2.3.: Características de postes de madera.....	44
Tabla n.º 2.1.2.4.: Características de postes de concreto .....	44
Tabla n.º 2.1.2.5: Parámetros de conductores y factores de caída de tensión.	46
Tabla n.º 2.1.2.6: Parámetros de conductores y factores de caída de tensión.	46
Tabla n.º 2.1.2.7.: Niveles de aislamiento en condiciones estándar .....	48
Tabla N.º 2.1.2.8. PARTE 1: Grados de Contaminación .....	50
Tabla N.º 2.1.2.8. PARTE 2: Grados de Contaminación .....	51
Tabla n.º 2.1.2.9: Líneas de fuga según aislados .....	51
Tabla N.º 2.1.2.10: Valor de resistencia de puesta a tierra de acuerdo con la potencia del transformador de distribución .....	59
Tabla n.º 2.1.2.11: Potencia de luminarias de alumbrado público de vapor de sodio .....	61

<b>Tabla N.º 2.1.2.12: Parámetros y factores de caída de tensión de los cables autoportantes</b> .....	<b>63</b>
<b>Tabla n.º 2.1.2.13. Características de los cables autoportantes</b> .....	<b>65</b>
<b>Tabla n.º 3.1.1.2: Organización del proyecto</b> .....	<b>94</b>
<b>Tabla n.º 3.1.1.3: Actividades y responsables de la ejecución</b> .....	<b>95</b>
<b>Tabla n.º 3.1.1.4: Cronograma de actividades</b> .....	<b>96</b>
<b>Tabla n.º 3.1.2.1: Gastos - Personal profesional</b> .....	<b>104</b>
<b>Tabla N.º 3.1.2.2: Gastos – Personal auxiliar</b> .....	<b>105</b>
<b>Tabla N.º 3.1.2.3: Gastos – Hospedaje, campamentos, alimentación y movilidad del personal</b> .....	<b>105</b>
<b>Tabla n.º 3.1.2.4: Gastos – Oficina equipos, material</b> .....	<b>106</b>
<b>Tabla N.º 3.1.2.5: Gastos – Financieros y otros</b> .....	<b>107</b>
<b>Tabla N.º 3.1.2.6: Gastos – Generales indirectos</b> .....	<b>107</b>
<b>Tabla N.º 3.1.2.7: Gastos – Oficina principal</b> .....	<b>108</b>
<b>Tabla N.º 3.1.2.8: Gastos – Operación experimental</b> .....	<b>108</b>
<b>Tabla N.º 3.1.2.9: Gastos – Gestión y obtención de códigos</b> .....	<b>109</b>
<b>Tabla 3.2.1.1: Condiciones climatológicas de la zona del proyecto</b> .....	<b>118</b>
<b>Tabla 3.2.1.2 - PARTE 1: Relación de localidades beneficiadas</b> .....	<b>123</b>
<b>Tabla 3.2.1.2. PARTE 2: Relación de localidades beneficiadas</b> .....	<b>124</b>
<b>Tabla 3.2.1.2 PARTE 3: Relación de localidades beneficiadas</b> .....	<b>125</b>
<b>Tabla 3.2.1.3. PARTE 1: Materiales para líneas primarias</b> .....	<b>126</b>
<b>Tabla 3.2.1.3. – PARTE 2: Materiales para líneas primarias</b> .....	<b>127</b>
<b>Tabla 3.2.1.4. PARTE 1: Materiales para redes primarias</b> .....	<b>127</b>
<b>Tabla 3.2.1.4 PARTE 2: Materiales para redes primarias</b> .....	<b>128</b>
<b>Tabla 3.2.1.4 PARTE 3: Materiales para redes primarias</b> .....	<b>129</b>
<b>Tabla 3.2.1.5 PARTE 1: Materiales para redes secundarias</b> .....	<b>129</b>

<b>Tabla 3.2.1.5 PARTE 2: Materiales para redes secundarias .....</b>	<b>130</b>
<b>Tabla n.º 3.2.1.6 PARTE 1: Relación de tramos de la línea primaria .....</b>	<b>136</b>
<b>Tabla n.º 3.2.1.6 PARTE 2: Relación de tramos de la línea primaria .....</b>	<b>137</b>
<b>Tabla n.º 3.2.1.6 PARTE 3: Relación de tramos de la línea primaria .....</b>	<b>138</b>
<b>Tabla n.º 3.2.1.6 PARTE 4: Relación de tramos de la línea primaria .....</b>	<b>139</b>
<b>Tabla n.º 3.2.1.6 PARTE 5: Relación de tramos de la línea primaria .....</b>	<b>140</b>
<b>Tabla n.º 3.2.1.6 PARTE 6: Relación de tramos de la línea primaria .....</b>	<b>141</b>
<b>Tabla n.º 3.2.1.7 PARTE 1: Relación de transformadores por localidad.....</b>	<b>142</b>
<b>Tabla N.º 3.2.1.7 PARTE 2: Relación de transformadores por localidad .....</b>	<b>143</b>
<b>Tabla N.º 3.2.1.7 PARTE 3: Relación de transformadores por localidad .....</b>	<b>144</b>
<b>Tabla N.º 3.2.1.8 PARTE 1: Relación de localidades beneficiadas .....</b>	<b>145</b>
<b>Tabla N.º 3.2.1.8 PARTE 2: Relación de localidades beneficiadas .....</b>	<b>146</b>
<b>Tabla n.º 3.2.2.s: Lámparas de alumbrado público .....</b>	<b>147</b>
<b>Tabla n.º 3.2.2.1: Comparación de valores principales obtenidos con factor de corrección .....</b>	<b>182</b>
<b>Tabla N.º 3.2.3.1: Indicadores de logro y nivel del logro del objetivo específico 1 .....</b>	<b>189</b>
<b>Tabla n.º 3.2.3.2: Indicadores de logro y nivel del logro del objetivo específico 2 .....</b>	<b>191</b>
<b>Tabla N.º 3.2.3.3: Indicadores de logro y nivel del logro del objetivo específico 3 .....</b>	<b>193</b>
<b>Tabla N.º 3.2.3.4: Indicadores de logro y nivel del logro del objetivo específico 4 .....</b>	<b>195</b>
<b>Tabla n.º 4.2.1.1: Indicadores del objetivo específico 1 .....</b>	<b>197</b>
<b>Tabla n.º 4.2.1.2: Indicadores de logro del objetivo 2 .....</b>	<b>199</b>
<b>Tabla n.º 4.2.1.3.: Indicadores de logro del objetivo específico 3 .....</b>	<b>201</b>
<b>Tabla n.º 4.2.1.4: Niveles de logro del objetivo 4 .....</b>	<b>202</b>

<b>Tabla n.º 4.2.2.1: Resultados del objetivo 1 .....</b>	<b>205</b>
<b>Tabla n.º 4.2.3.1: Resultados del objetivo 2 .....</b>	<b>206</b>
<b>Tabla N.º 4.2.4.1: Resultados del objetivo 3 .....</b>	<b>207</b>
<b>Tabla n.º 4.2.5.1: Resultados del objetivo 4 .....</b>	<b>208</b>
<b>Tabla n.º 4.2.6.1: Resultados generales .....</b>	<b>209</b>

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

- **ELECTRIFICACIÓN RURAL:** Es brindar el servicio de energía eléctrica a los pobladores de zonas rurales, aisladas y de frontera del país, mediante proyectos de generación, transmisión y distribución, con tecnología apropiada y al menor costo.
- **ÍNDICE DE DESARROLLO HUMANO (I.D.H.):** Es un indicador nacido de la mano del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) que mide el nivel de desarrollo de cada país atendiendo a variables como la esperanza de vida, la educación o el ingreso per cápita.
- **METODOLOGÍA:** Conjunto de métodos que se siguen en una investigación científica, un estudio o una exposición doctrina.
- **SISTEMA ELÉCTRICO RURAL:** Son sistemas eléctricos de distribución para el desarrollo de la electricidad en zonas rurales, localidades aisladas, de frontera y de preferencia que se califican como tales.
- **CONDUCTOR AAAC:** Es un tipo de conductor utilizado como conductor aéreo desnudo para líneas de transmisión y distribución de energía eléctrica. Usado en los circuitos aéreos que requieren mayor resistencia mecánica que el AAC. Los conductores AAAC tienen un menor peso por unidad de longitud y resistencia ligeramente menor, por unidad de longitud, que el ACSR.
- **CONDUCTOR ACSR:** El Conductor de aluminio con acero reforzado, más conocido por sus siglas en inglés como ACSR, es un tipo de conductor trenzado que posee alta resistencia mecánica y alta capacidad de corriente típicamente usado en líneas eléctricas aéreas.
- **TENSIÓN DE SOSTENIMIENTO:** Es la tensión que puede soportar un sistema o equipo bajo condiciones nominales, descartando las ocurrencias de fallas.
- **CAÍDA DE TENSIÓN:** La caída de tensión es un efecto provocado por la pérdida de potencial a lo largo de recorrido del conductor por la resistencia que este presenta, esto desencadena en que los voltios que tenemos al final del conductor sean menores que los que existían inicialmente.
- **SERVIDUMBRE:** Es un derecho real que limita el dominio de un predio denominado predio sirviente en favor de otro predio, llamado predio dominante.

# PRÓLOGO

En el presente trabajo de suficiencia profesional se desarrollará un proyecto de Electrificación Rural, que involucra el proceso de estudios iniciales, estudio definitivo, ingeniería básica y ejecución, que permitirá dotar de energía eléctrica a la zona rural del distrito de Huaccana, provincia de Chincheros, departamento de Huaccana; bajo los lineamientos técnicos y económicos; con el fin de establecer una herramienta para incentivar el desarrollo socioeconómico de la zona, elevando, de cierta manera, el índice de desarrollo humano.

En el capítulo I se presenta las generalidades normativas para este tipo de proyectos, así como las condiciones previas de la zona como su ubicación y características físicas. También se detalla la problemática a resolver con la implantación del proyecto. Asimismo, se da el planteo de los objetivos de estudios; seguidamente con los antecedentes normativos sobre este tipo de instalaciones, así como un estudio de proyectos similares en la zona designada o periferia del proyecto.

En el capítulo II se presenta el marco teórico; que resumen la evolución histórica del sector eléctrico; las bases teóricas de la electrificación rural y datos históricos sobre la electrificación rural. También se presenta el marco conceptual, que define ciertos aspectos necesarios relacionados con el proyecto.

En el capítulo III se presentará el desarrollo del informe, que consiste en: Análisis de la problemática, detallando la metodología empleada, la gestión de los diferentes tipos de recursos a emplear, relación entre los recursos y los objetivos específicos. Asimismo, se muestra el diseño de la solución; consistente en la simulación que describe la problemática, bloque por bloque y; la etapa experimental que describe los trabajos de campo y como se realiza la aplicación de teorías. Finalmente, se muestra los resultados obtenidos en forma gráfica y tabular de cada objetivo propuesto.

En el capítulo IV se presentará un análisis de los resultados obtenidos, presentando el plan de pruebas, describiendo y ejecutando las pruebas. Finalmente se mostrará, gráficamente y en forma tabular los resultados de las pruebas, objetivo por objetivo.

Seguidamente, se presenta las conclusiones y recomendaciones que se pueden establecer tras el desarrollo del informe.

Finalmente agradecer a la empresa SELEGSA, por hacerme partícipe de este proyecto que se describe, apoyándome en la data presentada y; al Doctor Dinau Velazco Lorenzo por todo el apoyo brindando en este taller, el cual me sirvió para la realización del presente informe de suficiencia.

# CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

## 1.1 GENERALIDADES

El presente informe de suficiencia es expuesto para demostrar la aplicación de la Ingeniería Eléctrica en contribuir al desarrollo socioeconómico sostenible en las zonas rurales, mediante la disponibilidad del recurso energético eléctrico, necesario como vía de mejoramiento de estándares de vida, aliviar la pobreza y reducir el abandono de los lugares rurales.

De acuerdo con la ley general de Electrificación Rural (LEY N.º 28749) que norma e incentiva la electrificación de zonas rurales, aisladas y fronterizas; nos permitirá desarrollar el proyecto y, por ende, el informe en mención.

Es indudable que la electrificación cumple un rol decisivo en los aspectos del desarrollo humano y su comportamiento social. Según Osinergmin, la estimación del coeficiente de electrificación rural en el año 2015 era del 78%, luego en el año 2019, era del 98.1%, indicador que nos permite decir que, gracias a la legislación y la penetración de estos proyectos, se ha avanzado en la electrificación de las zonas rurales del país.

El departamento de Apurímac cuenta con una población rural del 55.1%, según el último censo del 2017 (ver figura 1.1.1), lo que afirma que el crecimiento en la región es de carácter rural. También existen proyectos, según el PDRCA (Plan de Desarrollo Regional Concertado Apurímac) entre los años 2017 al 2021, que impulsarán el avance de la región, el cual, junto con proyecto en mención, traerán desarrollo y disminución de la pobreza.

La localización del proyecto en la región asigna un rol importante en el crecimiento económico y social del departamento de Apurímac.

El distrito de Huaccana, zona en el cual se encuentra el proyecto, al año 2018 [1], cuenta con 6979 habitantes, de las cuales un gran porcentaje habitan en la zona rural. En este caso, como principal objetivo, que el proyecto aportará directamente, vías para el desarrollo de la zona, en sus diferentes aspectos.

**PERÚ: DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE LA POBLACIÓN TOTAL,  
POR ÁREA DE RESIDENCIA, SEGÚN DEPARTAMENTO, 2017**

Departamento	Total	Urbana	Rural
<b>Total</b>	<b>31 237 385</b>	<b>73,8</b>	<b>21,2</b>
Prov. Const. del Callao	1 046 953	100,0	
Lima	10 135 009	98,3	1,7
Tumbes	234 898	93,4	6,6
Ica	893 292	92,2	7,8
Arequipa	1 460 433	91,5	8,5
Tarma	349 056	89,8	10,2
Moquegua	182 017	85,1	13,6
Madre De Dios	161 204	82,2	17,8
Lambayeque	1 244 821	80,5	19,5
Ucayali	548 998	80,4	19,6
Piura	1 929 970	78,6	21,4
La Libertad	1 888 972	78,3	21,7
Junín	1 316 894	70,2	29,8
Loreto	981 897	67,8	32,2
San Martín	882 459	67,3	32,7
Áncash	1 139 115	62,5	37,5
Pasco	272 136	62,2	37,8
Cusco	1 315 220	59,7	40,3
Ayacucho	850 940	57,1	42,9
Puno	1 226 936	52,8	47,2
Huánuco	759 982	51,1	48,9
Apurímac	424 259	44,9	55,1
Amazonas	417 365	40,6	59,4
Cajamarca	1 427 527	34,5	65,5
Huancavelica	367 252	29,6	70,4
Provincia de Lima 1/	9 162 322	99,9	0,1
Región Lima 2/	972 687	82,6	17,4

Figura 1.1.1: Distribución de la población total, por área de residencia, según departamento, 2017 (Fuente: I.N.E.I.)

La figura 1.1.1 muestra que la población para el Departamento de Apurímac, año 2017, de 424 259 habitantes, predomina la distribución Rural, con el 55.1%, en comparación del 44.9% urbano, dato importante para tomar decisiones acerca de la región, incluido el sector eléctrico. La demanda del distrito donde se realizará el proyecto viene creciendo a través de los años, a nivel general, en las zonas urbanas y rurales. Recordemos que la energía eléctrica es un componente fundamental para generar desarrollo en la zona rural; se infiere que la masificación de este servicio logrará una mayor cantidad de oportunidades de elevar el bienestar económico y consecuencias, así como la de la inversión para la producción en la zona y periferia. Se observa que esta demanda del recurso se acrecienta con los años, según

figura 1.1.2 (años 2007, 2010, 2015); que indica que no solamente es necesario este recurso en la actualidad, sino será necesario para la demanda futura.

**DISTRITO DE HUACCANA  
REQUERIMIENTOS DE SERVICIO ENERGIA ELECTRICA  
AL CORTO, MEDIANO Y LARGO PLAZO**

AÑO	ATENCIÓN NORMATIVA <sup>(1)</sup>	REQUERIMIENTOS			
	100% POBLACIÓN (HAB)	ENERGÍA REQUERIDA (MW)		N ° DE CONEXIONES DOMICILIARIAS	
		TOTALES	POR PERIODO	TOTALES	POR PERIODO
2007	656	0.55	0.55	131	131
2010	694	0.58	0.03	139	8
2015	763	0.64	0.06	153	14

**NOTAS:**

- (1) Se ha considerado la atención al 100% debido a la disponibilidad de energía económica proveniente de la hidroeléctrica de Machupicchu.  
 (2) En base a la fórmula:  $MD = N^{\circ} \text{ de lotes} \times w/\text{lote} \times \text{factor de simultaneidad}$   
 Donde:  $w/\text{lote}=800$  de acuerdo al R.N.C. Factor de simultaneidad = 1.05 (alumbrado público, otros)  
 (3) El número de conexiones corresponde al n° de lotes cuyo índice es 5 Hab/Lote  
 Elaborado: Equipo Técnico Plan Urbano 2005.

Figura 1.1.2: Requerimientos de Servicio de Energía eléctrica al corto, mediano y largo plazo (Fuente: Planificación del desarrollo Urbano Distrito Huaccana 2005 al 2015 – MVCS).

La figura 1.1.2 muestra la evolución del requerimiento de energía eléctrica por vivienda, así como el crecimiento de conexiones domiciliarias (abonados), en el distrito de Huaccana. Del 2007 al 2015, el requerimiento de potencia creció un 16%, el de conexiones creció un 16%; dichos indicadores nos señalan que es necesario una fuente de suministro de energía eléctrica, esto, la implementación de un sistema de electrificación, pensando en cubrir el crecimiento de demanda y potencia energética, ahora y a futuro.

Las características en general, de la región o zona del proyecto es que manifiesta, en su mayoría, un clima templado con una temperatura media anual, según mapa eólico del MIMEM (Figura 1.1.3), es de 20°C. Así, también, podemos ver la región que abarca el proyecto, según la figura 1.1.4. Otro dato de interés es la zona del proyecto, visto con las líneas de transmisión existentes, según el Mapa Energética Minero (OSINERGMIN) que se detalla en la figura 1.1.5.

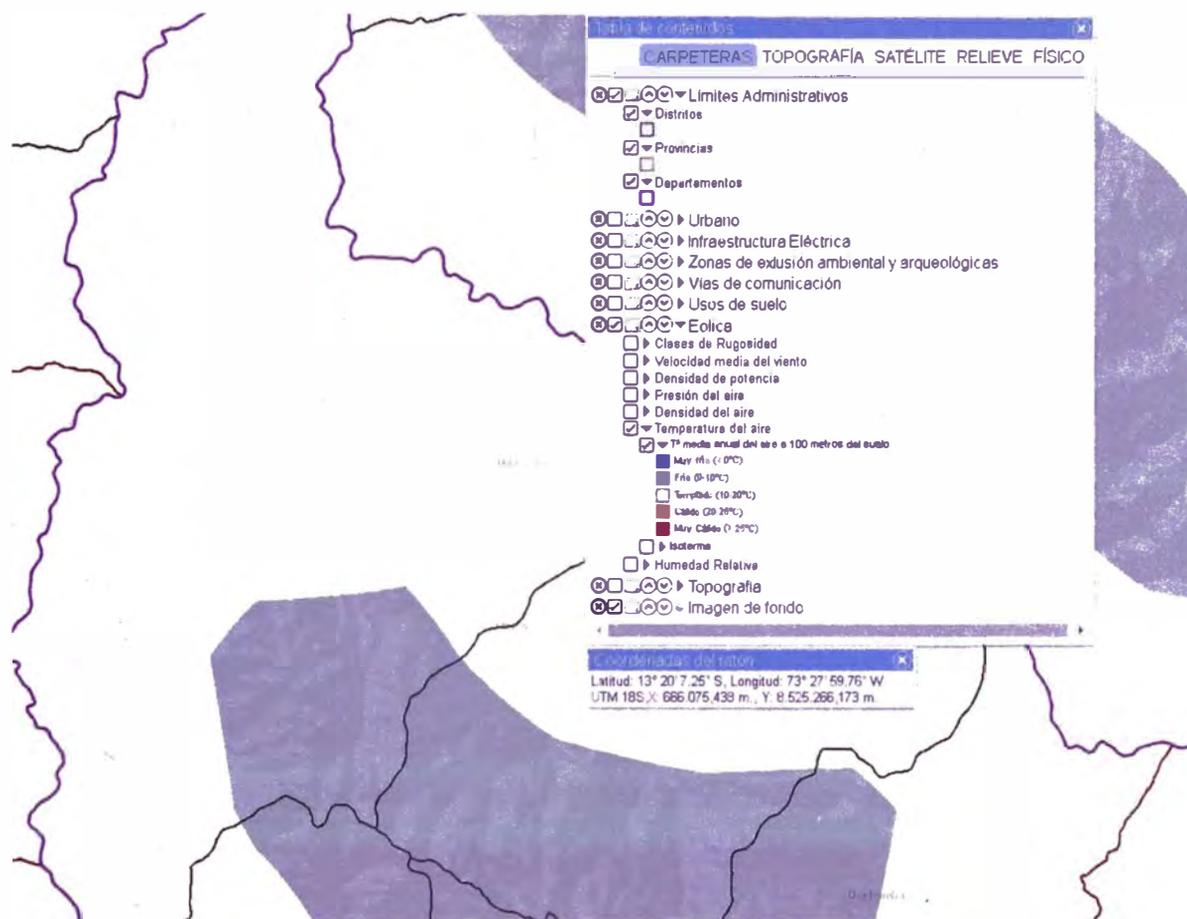


Figura 1.1.3: Temperatura promedio del aire en Huaccana (zona del proyecto) a 100m de altitud (Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Proyecto NAMAS).

En la figura 1.1.3 es observada que la zona de trabajo (Huaccana) se encuentra en color amarillo, indicador que; según el Ministerio de Energía y Minas, a través del proyecto NAMAS (Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación) - Atlas Eólico; muestra que la zona, en mención, presenta una temperatura promedio de 10 a 20°C (clima templado), que la leyenda de grafico especifica.

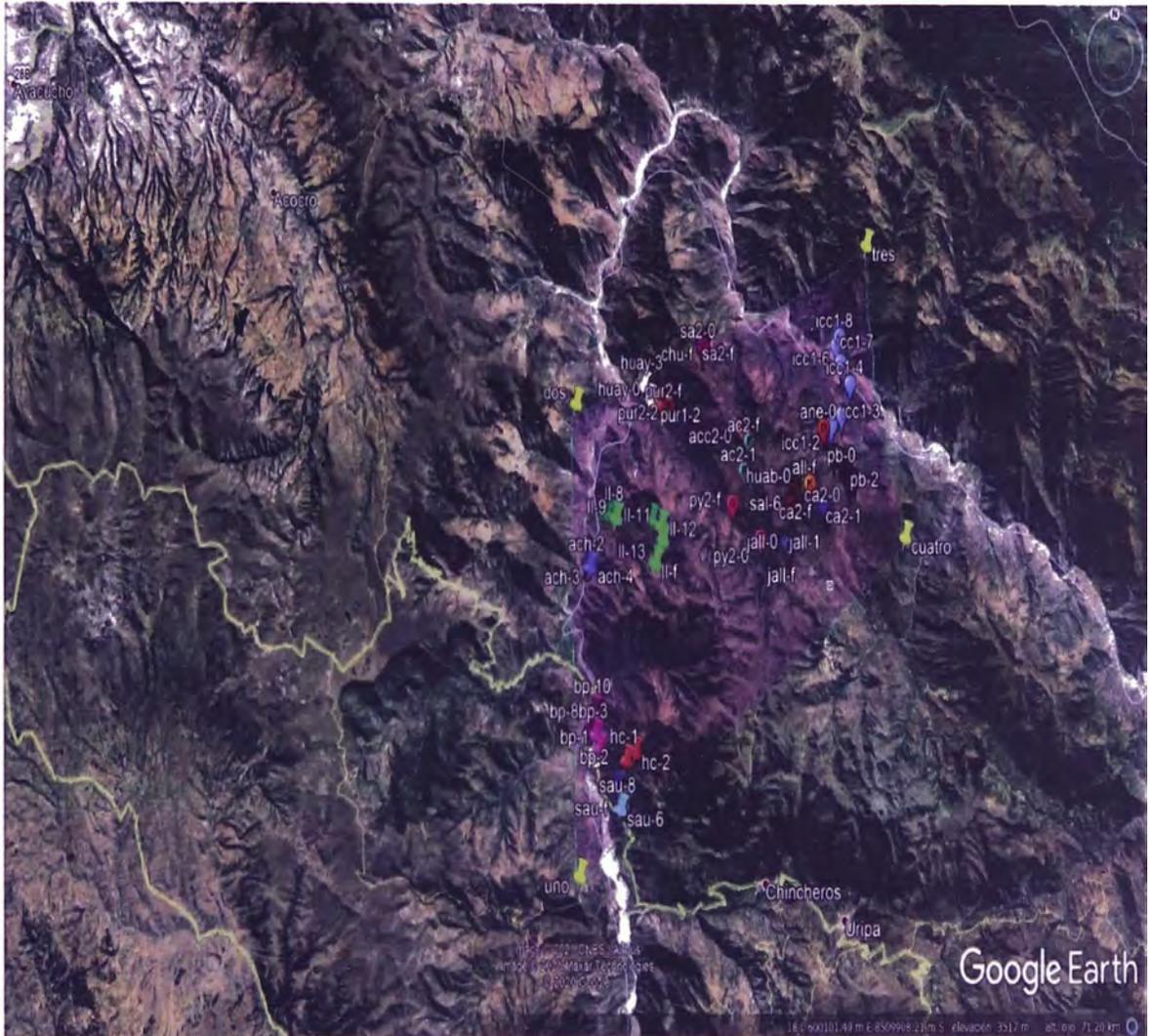


Figura 1.1.4 zona del proyecto, en mención (Fuente: Elaboración propia con la herramienta Google Earth).

En la figura 1.1.4. Se observa, con apoyo de la herramienta tecnológica Google Earth, la zona de alcance de proyecto (Zona rural del distrito de Huaccana) también con puntos, la ruta que seguirá la línea primaria.

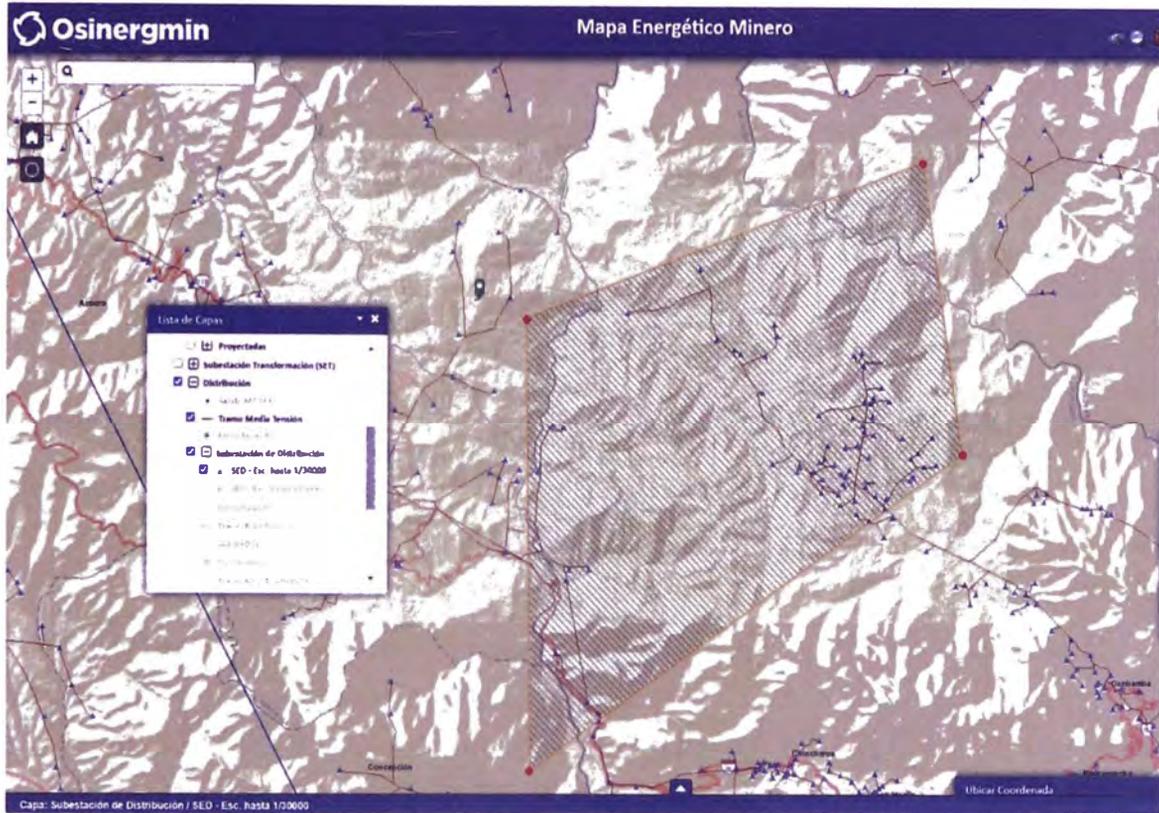


Figura 1.1.5: Zona del proyecto con líneas existentes. (Fuente: Osinergmin – Mapa Energético Minero)

En la figura 1.1.5 se puede observar con la herramienta de Mapa Energético minero (proyecto NAMAS del MINEM) la ubicación del proyecto (Rural de Huaccana, distrito de Huaccana, provincia de Chincheros, departamento de Apurímac) y, las líneas primarias existentes (visibles).

Podemos concluir que la región de Apurímac posee una economía de subsistencia, fundamentada en una agricultura de autoconsumo y de generación de productividad bajo, carencia de inversión productiva (actividades alternas), así como son la industria y el área de la construcción, que podría generar mayores puestos de trabajo y la elevación de ingresos para las personas de la región.

## 1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN - SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

En la zona de alcance de proyecto podemos notar que las actividades económicas están limitadas a generar una economía de subsistencia, sin el desarrollo que contrasta a las zonas urbanas; también podemos detectar una migración de los pobladores y actividades a las zonas urbanas y; por ende, la población limita sus actividades productivas al consumo personal y familiar, sin generar, en promedio, producción que genere comercio competitivo.

Estas carencias son producidas por las condiciones inadecuadas que se presentan para el desarrollo de actividades y, en consecuencia, zonas abandonadas, donde el habitante busca de las zonas urbanas que le permitan su desarrollo; como también la falta del recurso energético continua, necesario para cubrir o ser medio de las necesidades o actividades que se necesita.

Bajo estas condiciones la zona rural de Huaccana (ámbito del proyecto) permanecerá bajo condiciones bajas de calidad de vida en la población, economía de subsistencia, desigualdad en educación y pérdida de oportunidades. Si esto continúa la zona en estudio estará destinada al subdesarrollo, migración o abandono de las localidades, salud y educación pésima e inevitablemente, condenada a permanecer en condiciones de pobreza.

Para combatir y cambiar esta situación se deben emplear medidas que permitan contrarrestar a esta situación que se presenta, tales como inversiones que generen crecimiento económico, mejoras en el sector salud y educación, tecnificación en síntesis mejora de la calidad de vida y para ello sería necesario una fuente de energía eléctrica que suministre continuamente los medios para lograr el fin; proyecto el cual se presentará como medio para mitigar la situación de la población del ámbito alcance y conseguir: Desarrollo multisectorial en la zona y elevar, progresivamente, el índice de desarrollo humano.

### **1.2.1 PROBLEMA A RESOLVER**

¿De qué manera, mediante el suministro de energía eléctrica, la región rural del distrito de Huaccana, provincia de Chincheros, departamento de Apurímac, se logrará mejorar el índice de desarrollo humano?

- ¿Cuáles son los requerimientos del proyecto y en qué nivel se encuentra el índice de desarrollo humano local?
- ¿En qué etapa se encuentran los estudios y si se cuenta con el expediente técnico?
- ¿Cuál debe ser el diseño más adecuado de acuerdo con el contexto local?
- ¿Cómo es la calidad del sistema de suministro eléctrico y el nivel de evolución del índice de desarrollo humano?

## **1.3 OBJETIVOS DE ESTUDIO**

### **1.3.1 OBJETIVO GENERAL**

Implementar un sistema de suministro eléctrico en el ámbito rural del distrito de Huaccana, provincia de Chincheros, departamento de Apurímac con el fin de elevar el índice de desarrollo humano en la localidad.

### **1.3.2. OBJETIVO ESPECÍFICOS**

- Examinar, analizar los requerimientos del proyecto dados por la DGER, los estudios preliminares y evaluar el índice de desarrollo humano local.
- Elaborar los estudios definitivos y expediente técnico.
- Diseñar e implantar el sistema de suministro eléctrico de acuerdo con el contexto.
- Evaluar el sistema de suministro y la evolución del índice de desarrollo humano local.

### **1.3.3. INDICADORES DE LOGRO DE LOS OBJETIVOS**

Dado los objetivos específicos, se procede a simbolizar mediante:

- X1: Examinar, analizar los requerimientos del proyecto dados por la DGER, los estudios preliminares y evaluar el índice de desarrollo humano local.
- X2: Elaborar los estudios definitivos y expediente técnico.
- X3: Diseñar e implantar el sistema de suministro eléctrico de acuerdo con el contexto.
- X4: Evaluar el sistema de suministro y la evolución del índice de desarrollo humano local.

Procedemos a presentar en la tabla 1.3.3.1 con los objetivos específicos, indicadores de logro y la métrica respectiva.

Tabla n.º 1.3.3.1 PARTE 1: Resumen de indicadores de logro (Fuente: Elaboración propia)

<b>OBJETIVO ESPECÍFICO</b>	<b>INDICADOR(ES) DE LOGRO</b>	<b>MÉTRICA</b>
X1	<b>X1.1. Requerimientos.</b> X1.1.1. Carga de suministro disponible. X1.1.2. Calificación SER. X1.1.3. Máxima demanda. X1.1.4. Nivel de tensión a instalar. <b>X1.2. Desarrollo humano</b> X1.2.1. Tipo de Sistema de Suministro. X1.2.2. Tipos de vías de acceso. X1.2.3. Índice de desarrollo humano.	52.775% - Regular
X2	X2.1. Especificaciones técnicas. X2.2. Simulaciones previas. X2.3. Estudio de Pre-Operatividad. X2.4. Recepción y nivel de calificación del documento.	83% - Bueno
X3	X3.1. Diseño eléctrico. X3.2. Diseño mecánico. X3.3. Estudio de Operatividad. X3.4. Recepción de la obra. X3.5. Supervisión y control de la obra. X3.6. Nivel de conformidad de la obra.	76% - Bueno

Tabla n.º 1.3.3.1 PARTE 2: Resumen de indicadores de logro (Fuente: Elaboración propia)

X4	<p><b>X4.1. Sistema de suministro</b></p> <p>X4.1.1. Máxima demanda real</p> <p>X4.1.2. Nivel de tensión real obtenido después de instalación.</p> <p>X4.1.3. Costo de construcción.</p> <p>X4.1.4. Tiempo de construcción</p> <p><b>X4.2. Evolución de índice de desarrollo humano</b></p> <p>X4.2.1. Tipo de Sistema de Suministro.</p> <p>X4.2.2. Tipos de vías de acceso.</p> <p>X4.2.3. Índice de desarrollo humano.</p>	74.748% - Bueno
----	---	-----------------

Una tabla con mayor detalle de las métricas se podrá observar en la tabla n.º01 del anexo. Los indicadores de logro para la evaluación de los objetivos específicos se dividirán en 5 niveles, de ser posible, dando valores cualitativos y cuantitativos a las métricas de cada indicador, según indica la tabla 1.3.3.2.

Tabla n.º 1.3.3.2: Relación global entre el nivel de referencia y su significado (Fuente: Elaboración Propia)

<b>Nivel Global</b>	<b>Significado</b>	
<b>5</b>	<b>Muy bueno</b>	<b>75%-100%</b>
<b>4</b>	<b>Bueno</b>	<b>60%-74%</b>
<b>3</b>	<b>Regular</b>	<b>55%-59%</b>
<b>2</b>	<b>Malo</b>	<b>40%-54%</b>
<b>1</b>	<b>Muy malo</b>	<b>0%-39%</b>

Dado la valoración o la calificación de un indicador, todas las métricas asociadas a un valor cualitativo tendrán su equivalente cuantitativo, con el cual se procederá a calificar los indicadores. Dichos equivalentes se detallan en la tabla 1.3.3.3.

Tabla n.º 1.3.3.3: Tabla de equivalencias cuantitativas a las calificaciones cualitativas para asignar valores a las métricas de los indicadores (Fuente: Elaboración propia)

<b>Nivel de logro</b>	<b>Cuantitativa</b>	<b>Cualitativa</b>
Nivel 1	0% - 25%	Muy pésimo
Nivel 2	25% - 50%	Pésimo
Nivel 3	50% - 70%	Regular
Nivel 4	70%- 90%	Bueno
Nivel 5	90% - 100%	Óptimo

A continuación, se detallará las métricas que se asignará a cada uno de los indicadores que tienen los objetivos específicos, así como el valor que se le asignará.

## **X1: EXAMINAR, ANALIZAR LOS REQUERIMIENTOS DEL PROYECTO DADOS POR LA DIGER, LOS ESTUDIOS PRELIMINARES Y EVALUAR EL ÍNDICE DE DESARROLLO HUMANO LOCAL.**

### **X1.1. REQUERIMIENTOS**

#### **X1.1.1 CARGA DE SUMINISTRO DISPONIBLE**

La disponibilidad de la oferta de potencia eléctrica y demanda de la energía eléctrica están garantizadas por la Subestación AYACUCHO 66kV/22.9kV. /10 kV – 15/4/15 MVA (Interconectado COES – Unifilar 2014) y a través del Sistema Eléctrico Regional.

Debido a que el suministro está garantizado se le asigna a este indicador una métrica de óptima, el cual según la tabla 1.33.c le correspondería un valor cualitativo de 87%

#### **X1.1.2 CALIFICACIÓN SER**

En la solicitud de calificación de la zona del proyecto se aceptan 36 localidades de 40 como Sistemas eléctricos rural. (según documento RD 183-2017-MEM-DGE-SER – ver anexo A). Esto quiere decir un 90% de la zona de trabajo cuenta con calificación SER.

Debido a esto se le asigna la métrica de un 67% a este indicador.

### **X1.1.3 MÁXIMA DEMANDA**

Esta es estimada en las 5 localidades, para un tiempo de 20 años, el cual es de 506.20 kW, propuesta en la obra.

La demanda existente, según estudio Balance Oferta – Demanda, considerando las localidades beneficiadas está cubierta por 20 años.

Se le asigna a esta métrica un 87%.

### **X1.1.4 NIVEL DE TENSIÓN A INSTALAR**

La línea de primaria toma energía de ramales de 22.9KV.

Debido a esto se le asigna la métrica de 87%

## **X1.2 DESARROLLO HUMANO**

### **X1.2.1 TIPO SISTEMA DE SUMINISTRO**

El nivel de penetración de la electrificación se puede obtener, dado el siguiente antecedente: Respecto al suministro de electricidad: sólo el centro del distrito cuenta con este servicio, cuyo suministro es el SEIN; no obstante, existe un proyecto integral de para la electrificación, que se halla en la etapa de gestión, en el MINEM. Desde 1995, la conexión con la C.E. (Central Hidroeléctrica) de Machupichu abastece, en forma parcial, al área central del distrito y los barrios en la periferia, sólo logrando cubrir al 30% de las viviendas de los poblados existentes, con abastecimiento eléctrico, las 24 horas del día, servicio por que abonan, mensualmente, un promedio de S/.20.00. El suministro eléctrico es monofásico de uso doméstico y en casos puntuales, trifásico. En el centro distrital, únicamente el 15 % de los predios poseen el servicio; en los demás lugares, el alumbrado de las viviendas es mediante velas, keroseno, leña, etc., opciones que impiden realizar actividades en forma adecuada y continua, generando una realidad desfavorable para estudiantes y para las actividades de transformación o secundarias (Industria, alimentos, bienes, etc.). Los pobladores aguardan la electrificación completa de los restantes poblados, a través de la red interconectada a la central hidroeléctrica del Machupichu; pero, desde hace varios años los habitantes esperan la interconexión, un proyecto que traería mejoras la agroindustria. (Ver anexo. Cuadro 01)

Bajo esta información, se le asigna el 30% a los resultados de instalación de carreteras en la zona del proyecto. Se le asigna, de acuerdo con el cuadro global, un 20%.

## X1.2.2 TIPOS VÍAS DE ACCESO

Según la clasificación del MTC (R.D. N°02-2018-MTC/14) existen tipos de vías, tales como:

<b>CARRETERA</b>		Vía para el tránsito de vehículos con motor de por lo menos dos ejes, cuyas características geométricas: pendiente longitudinal, pendiente transversal, área transversal, superficie de rodadura etc., deben cumplir las normas técnicas vigentes del MTC.
<b>CARRETERA AFIRMADA</b>		Se refiere a una vía de transporte que cuenta con una capa de rodadura hecha por una o más capas de afirmado.
<b>CARRETERA PAVIMENTADA</b>	<b>NO</b>	Vía donde la superficie está hecha por gravas o afirmado, suelos aplanados en terreno natural.
<b>CARRETERA PAVIMENTADA</b>		Es un tipo de carretera que tiene una superficie de rodadura hecha de materiales bituminosos suaves o de concreto Portland resistente.
<b>CARRETERA AFIRMAR</b>	<b>SIN</b>	Es aquella vía donde la superficie de rodadura ha perdido el AFIRMADO.

Según la descripción de los accesos a las zonas del proyecto, las localidades cuentan con acceso mediante carreteras asfaltadas, carreteras afirmadas y/o caminos carrozables, a excepción de las localidades Chacchahua, Llocllapata y Uscupata. Entonces, de las 40 localidades la mayoría cuenta con carreteras sin afirmar.

Se le asigna un valor del 47% de métrica a este indicador.

## X1.2.3 ÍNDICE DE DESARROLLO HUMANO

De acuerdo con el Instituto Peruano de Economía (IPE) para el año 2015 el IDH en la región de Huaccana, jurisdicción en el cual se encuentra el proyecto en mención; siendo este del valor de 0.3283 (Tabla n.° 2 del anexo A) (ver Tabla del capítulo 3.2.1.3. – d.5 Evaluar el I.D.H. para asignación; ello resulta en “Malo”)

Se le asigna un valor de 47% de métrica a este indicador.

Podemos establecer el nivel de medida de métrica será evaluada de la siguiente manera:

### X1.1 Requerimientos (Peso: 30%)

X1.1.1 Carga de suministro disponible. (Peso: 25%) → Métrica asignada = 87%

X1.1.2 Calificación SER. (Peso 25%) → Métrica asignada = 67%

X1.1.3 Máxima demanda (Peso 25%) → Métrica asignada = 87%

X1.1.4 Nivel de tensión a instalar (Peso: 25%) → Métrica asignada= 87%

**X1.2 Desarrollo humano (Peso: 70%)**

X1.2.1 Tipo sistema de suministro (25%) → Métrica asignada= 20%

X1.2.2 Tipos vías de acceso (25%) → Métrica asignada= 47%

X1.2.3 Índice de desarrollo humano (50%) → Métrica asignada= 47%

Luego:

$$X1.1 = 25\% \cdot 87\% + 25\% \cdot 67\% + 25\% \cdot 87\% + 25\% \cdot 87\%$$

$$X1.1 = 82\%$$

$$X1.2 = 25\% \cdot 20\% + 25\% \cdot 47\% + 50\% \cdot 47\%$$

$$X1.2 = 40.25\%$$

Luego:

$$X1 = 30\% \cdot X1.1 + 70\% \cdot X1.2$$

$$X1 = 30\% \cdot 82\% + 70\% \cdot 40.25\%$$

$$X1 = 52.775\%$$

El cual se le asigna un valor cualitativo de "Regular".

**X2: ELABORAR LOS ESTUDIOS DEFINITIVOS Y EXPEDIENTE TÉCNICO**

El presente objetivo será evaluado en función a los indicadores:

- Especificaciones técnicas.
- Simulaciones previas.
- Estudio de Pre-Operatividad.
- Recepción y nivel de calificación del documento.

Resultando la calificación de este objetivo con una métrica de 83%, que califica como Bueno.  
Mayor detalle en el anexo A– documento n.º.03

**X3: DISEÑAR E IMPLANTAR EL SISTEMA DE SUMINISTRO ELÉCTRICO DE ACUERDO CON EL CONTEXTO**

El presente objetivo será evaluado en función a los indicadores:

- Diseño eléctrico.

- Diseño mecánico.
- Estudio de Operatividad.
- Recepción de la obra.
- Supervisión y control de obra.
- Nivel de conformidad de la obra.

Resultando la calificación de este objetivo con una métrica de 76%, que califica como Bueno. Mayor detalle en el Anexo A – Documento N°.03.

#### **X4. EVALUAR EL SISTEMA DE SUMINISTRO Y LA EVOLUCIÓN DEL ÍNDICE DE DESARROLLO HUMANO LOCAL**

El presente objetivo será evaluado en función a los indicadores:

- Sistema de Suministro.
  - Máxima demanda real.
  - Nivel de tensión real obtenido después de la instalación.
  - Costo de construcción.
  - Tiempo de construcción.
- Evolución del Índice de Desarrollo Humano.
  - Tipo de Sistema de suministro.
  - Tipos vías de acceso.
  - Índice de desarrollo humano.

Resultando la calificación de este objetivo con una métrica de 74.748%, que califica como Bueno. Mayor detalle en el Anexo A – Documento N°.03

### **1.4 ANTECEDENTES**

En el Perú la electrificación nacional se ha visto favorecida e inducida hacia las zonas urbanas (Ciudades y capitales de distritos) por alta demanda y la relativa facilidad para su instalación por las diversas condiciones favorables (cercanía, carreteras, mano de obra, etc.); dejando de lado el acceso a la energía a las comunidades rurales, haciendo, en caso esto sea posible, costos elevados para los usuarios y concesionarios. Todo ello conlleva al escaso nivel de electrificación en la zona rural, haciendo casi imposible su ejecución, tal como indica el coeficiente de electrificación en el año 2004 de 25.9% (ver figura 1.4.1). La espera de una política de estado que incentive dicha la electrificación en las zonas rurales es de necesidad pública.

## Coeficiente de electrificación nacional y rural, 1995–2025

Fuente: MINEM- PNER 2016–2025, valores proyectados 2018 en adelante

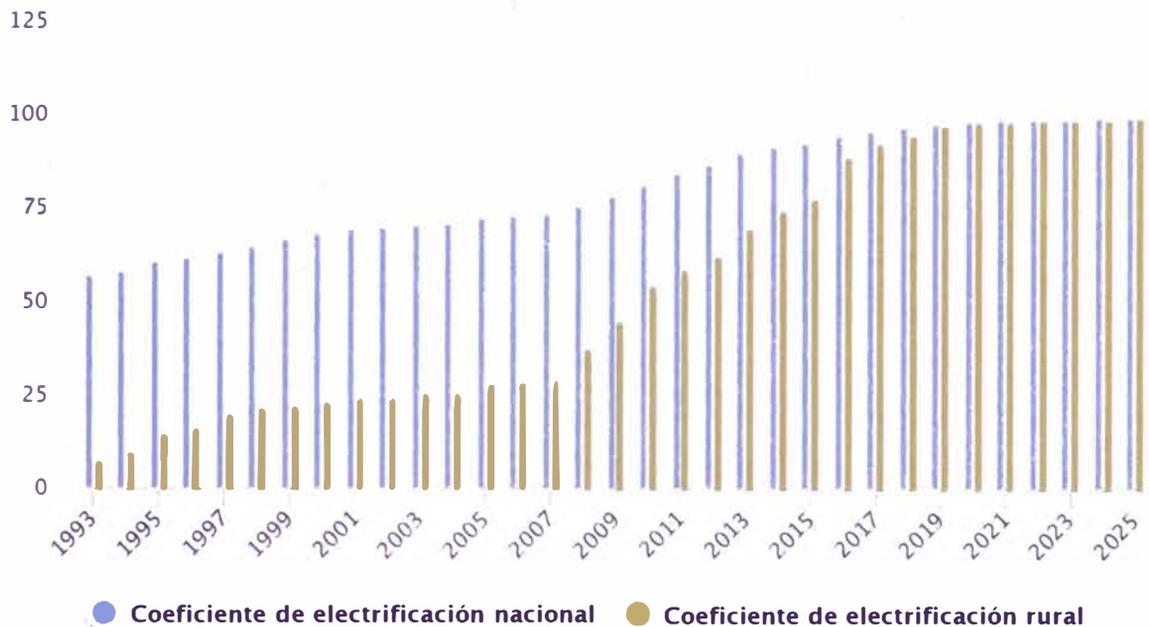


Figura 1.4.1: Coeficiente de electrificación nacional y rural, 1995 – 2025 (Fuente: MINEM – PNER 2016 – 2025, valores proyectados 2018 en adelante)

En el 2006 se aprobó la Ley de Electrificación Rural que regula, norma y promueve el acceso de la energía eléctrica a las zonas rurales del Perú. Desde entonces se ha incentivado de las diversas maneras posibles, a través de mecanismos público - privado la instalación de sistemas eléctricos para localidades rurales del interior de nuestro país; actuando como vía de desarrollo para las localidades.

La penetración de los Sistemas eléctricos a partir del 2006 ha venido creciendo a través de los años, según un indicador: Coeficiente de electrificación rural, medida que indica la cantidad de viviendas actuales con servicio eléctrico en la región, desde 28.9% desde el año 2006 hasta 78% en el año 2016, año previo a la instalación del proyecto en mención.

Tras la masificación de los proyectos de electrificación rural, las tecnologías van mejorando y empleándose en los proyectos de los últimos años, con sus respectivas componentes (conductores, transmisión a 22.9/13.2kv), subestaciones remotas, puestas a tierra, seccionadores, cut-out, conexiones trifásicas, monofásicas, MRT, etc., mejorando la calidad de la energía y mejores beneficios para los consumidores (abonados rurales).

Una de las destacadas tecnologías y soluciones a la electrificación rural es la transmisión de Energía eléctrica empleando un solo conductor con retomo de la energía por tierra (aprovechando la conductividad por tierra); reducción de costos y cantidad de estructuras, según los requerimientos del proyecto. Las primeras pruebas sobre la aplicación de este

Sistema (en adelante M.R.T. [Monofásico con retorno a tierra]) se dieron en Nueva Zelandia (1920). Posteriormente en 1970 en Australia y posteriormente, países como Brasil, Canadá, E.E.U.U. comenzar a implementar este tipo de sistema para electrificar zonas rurales, como alternativa económica y segura (según parámetros) de esta tecnología.

En el Perú, en la década de los 80 se empezó a implementar el sistema M.R.T., con pruebas, resultados y normalizando las características del este Sistema. Finalmente, en el 2004 se estable la normatividad del uso del M.R.T. con vigencia a la actualidad.

La electrificación rural gracias a nuevas tecnologías y normativas está creando oportunidades a las publicaciones rurales, mediante el uso de la energía eléctrica promueve el desarrollo o brinda una alternativa de generación de comercio con los recursos de cada región; tal es el caso de la región Apurímac donde se ha realizado electrificaciones rurales con el fin de brindar oportunidades de desarrollo a las zonas rurales, de las cuales la más importante es el proyecto conjunto denominado: Electrificación Rural grupo 8, el cual involucra a parte de la región Apurímac ( proyecto destacable en la región) , realizado en el año 2010.según detalle la tabla 1.4.1

Tabla n.º 1.4.1: Proyectos que forman parte del Proyecto grupo 8 – Electrificación Rural  
(Fuente: MINEM)

OBRAS	PROYECTOS	REGIÓN	POBLACIÓN	LOCALIDAD
1	S.E.R. CACHORA - CURAHUASI II ETAPA	APURIMAC	2,333	21
2	S.E.R. ABANCAY- SANTA ROSA III ETAPA	APURIMAC	5,155	41
3	S.E.R. ABANCAY II ETAPA	APURIMAC	4,701	39
4	PSE KITENI II ETAPA	CUSCO	705	8
5	S.E.R. CANCHIS	CUSCO	1,914	13
6	S.E.R. CCORCA	CUSCO	1,012	9
7	S.E.R. PARURO III ETAPA	CUSCO	1,443	18
8	S.E.R. HUARO	CUSCO	1,748	18
9	S.E.R. URUBAMBA	CUSCO	1,463	1

El servicio de energía eléctrica es requerido, en las zonas rurales del distrito en mención. Por ello, la DGER ha creído por conveniente elaborar el Expediente Técnico y la realización del proyecto – obra: “AMPLIACIÓN E INSTALACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO RURAL, DISTRITO DE HUACCANA – CHINCHEROS - APURÍMAC”.

Mediante R.D. n.º 432-2015-EM/DGER de fecha 29 de septiembre de 2015 se dieron las bases para el proyecto: “AMPLIACIÓN E INSTALACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO RURAL, DISTRITO DE HUACCANA – CHINCHEROS - APURIMAC”.

El 13 de noviembre del 2015 se efectuó la Recepción de Propuestas. El 03 de diciembre del 2015, se declaró ganador de la licitación, la empresa: SERVICIOS ESPECIALIZADOS Y LOGISTICA EN GENERAL S.A. (SELEGA – El contratista). El visto bueno formal para la realización de la obra se produjo el día 16 de diciembre de 2015.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL**

#### **2.1 MARCO TEÓRICO**

##### **2.1.1 VISIÓN HISTÓRICA**

Históricamente, en la edad contemporánea, la electricidad y el magnetismo se venían estudiando por separado. En 1865 J. Maxwell unificó las dos teorías, concibiendo una nueva rama: Electromagnetismo, de aquí se origina el campo de estudio moderno de la electricidad.

La generación de la energía eléctrica comenzó a finales del siglo XIX con la iluminación de las calles y hogares. Este recurso revolucionario, fue uno de los cimientos para la segunda revolución industrial, también como herramienta energética de la ciencia (inventores y científicos) dio impulso a sus investigaciones y creaciones, convirtiendo la innovación tecnología en una actividad industrial eficaz.

Nuestro país empezó a utilizar la energía eléctrica, conforme se iba distribuyendo a nuestro continente. En el momento que llegó la energía eléctrica a nuestro país, el alumbrado en Lima contaba con dos mil y un poco más de lámparas a gas en viviendas y poco más de cinco mil lámparas a gas en edificaciones públicas. El crecimiento de uso de la energía eléctrica ha logrado ser un pilar muy importante, y se ha propuesto como meta que para el 2025, el 100% de los hogares o viviendas en el Perú, tenga energía eléctrica.

Podemos apreciar un resumen inicial sobre el ingreso de la energía al Perú en la figura 2.1.1.1

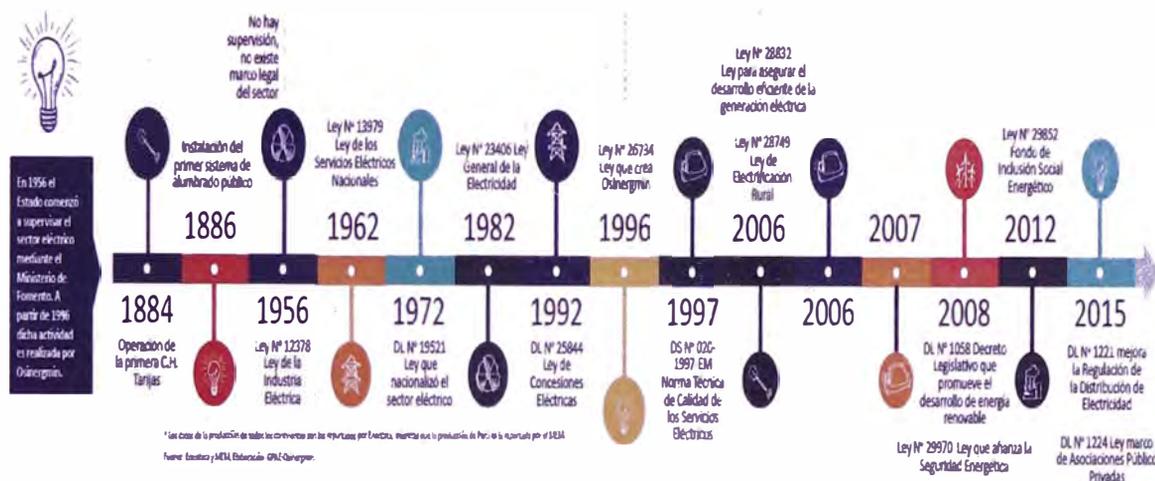


Figura 2.1.1.1: Normas en el sector eléctrico 1886 – 2016 (Fuente: Historia – La Electricidad del Perú – OSINERGMIN)

### 2.1.1.1 ORÍGENES, LEYES, DECRETOS DEL SECTOR ELÉCTRICO

La generación de la energía eléctrica en nuestro país empezó en Jangas (Huaraz), donde se instaló la minera Tarijas. Para iniciar sus actividades, la empresa construyó la primera central hidroeléctrica, en 1884.

En 1890, la Empresa Santa Catalina, que fabricaba telas, utilizó la energía eléctrica para la operar sus máquinas. El uso de la energía eléctrica se extendió a otras regiones del país.

En 1903, la compañía Eléctrica Santa Rosa construyó la Central Hidroeléctrica de Chosica de 4 000 HP (situado en el kilómetro 39 de la actual Carretera Central), considerada de gran capacidad instalada. En 1905, la Empresa Eléctrica “Santa Rosa” suministraba la energía eléctrica de Lima y brindaba energía eléctrica al transporte público, que cambió de la fuente de energía del petróleo a energía eléctrica de 1902 a 1905.

El servicio de energía eléctrica siguió creciendo a un rápidamente hasta 1930, cuando la capacidad total instalada en el país era, de unos, cien mil kilovatios. Posteriormente, la demanda comenzó a superar la oferta eléctrica de la época, por la mayor industrialización, particularmente en la capital.

Tras el auge de la energía eléctrica, era necesario una normativa o legislación sobre esta, dicha inquietud se dio por la década del 40. Por ello, la Asociación Electrotécnica Peruana (AEP) solicitó permiso para redactar el Código de Electricidad Nacional (CNE), que fue autorizado por Resolución Suprema (RS) n.º 1004, en 1946.

Podemos resumir los primeros años con ayuda de la figura 2.1.1.2.

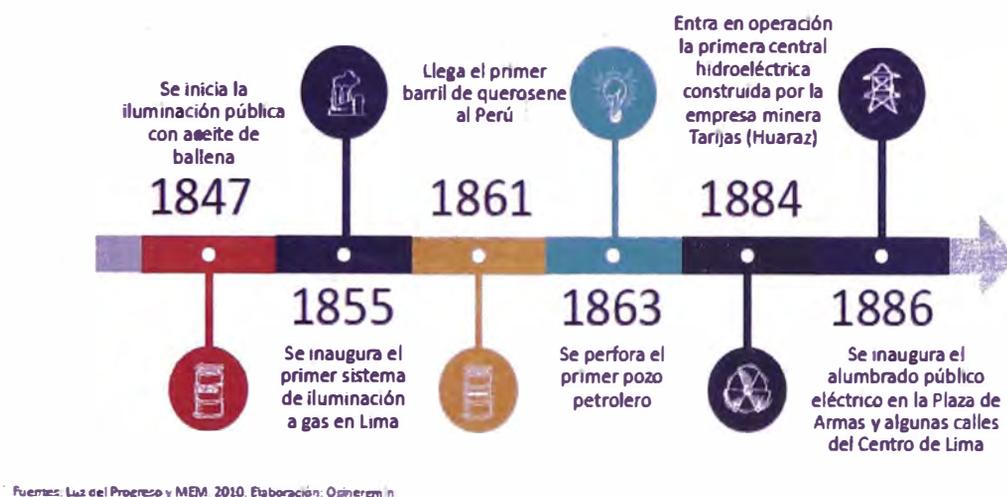
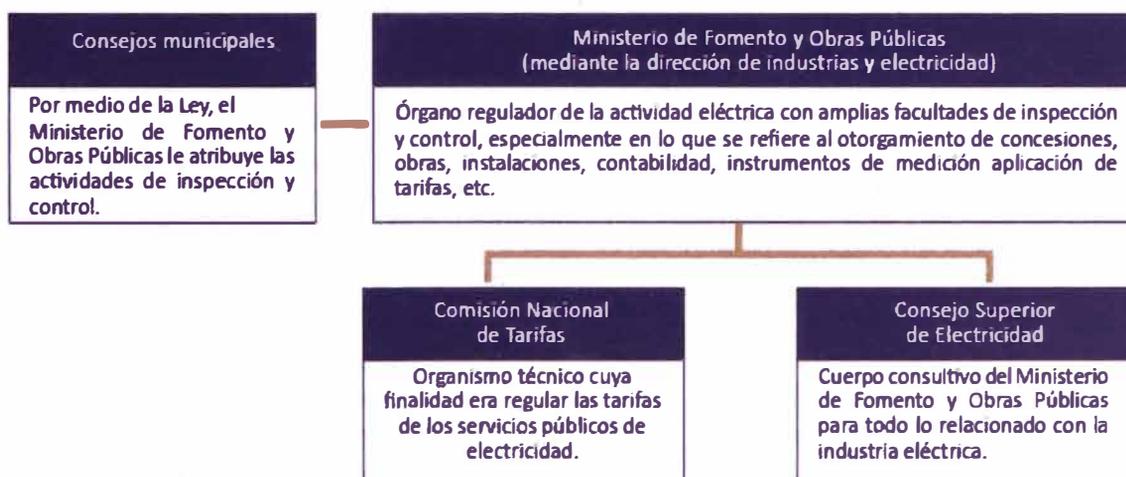


Fig.2.1.1.2.: Principales hechos de los inicios del sector eléctrico ((Fuente: Luz del Progreso y MEM, 2010. Elaboración: Osinergmin)

En 1955, con la Ley de Industria Eléctrica (Decreto Ley n.° 12 378), se comenzó con la regulación de sector.

Podemos apreciar una estructura resumida del sector eléctrico en la figura 2.1.1.3.



Fuente: Decreto Ley N° 12378. Elaboración: Osinergmin.

Fig.2.1.1. 3.: Estructura del sector eléctrico por los años 50 (Fuente: Decreto Ley n.° 12378, elaboración Osinergmin)

En la década de 1960 empezó el crecimiento de las redes eléctricas en las regiones del país, en consecuencia, oportunidades de mejora para el marco regulatorio. En 1958, se empezó a operar la Central Hidroeléctrica (C.E.) del Cañón del Pato con una potencia eléctrica de 260.6 MW. El impulsor de este proyecto fue Santiago Antúnez de Mayolo, quien diseñó la planta eléctrica.

Podemos apreciar en la figura 2.1.1.4. Una central hidroeléctrica en el proceso de construcción, ejemplo del boom de construcciones de centrales en la época.

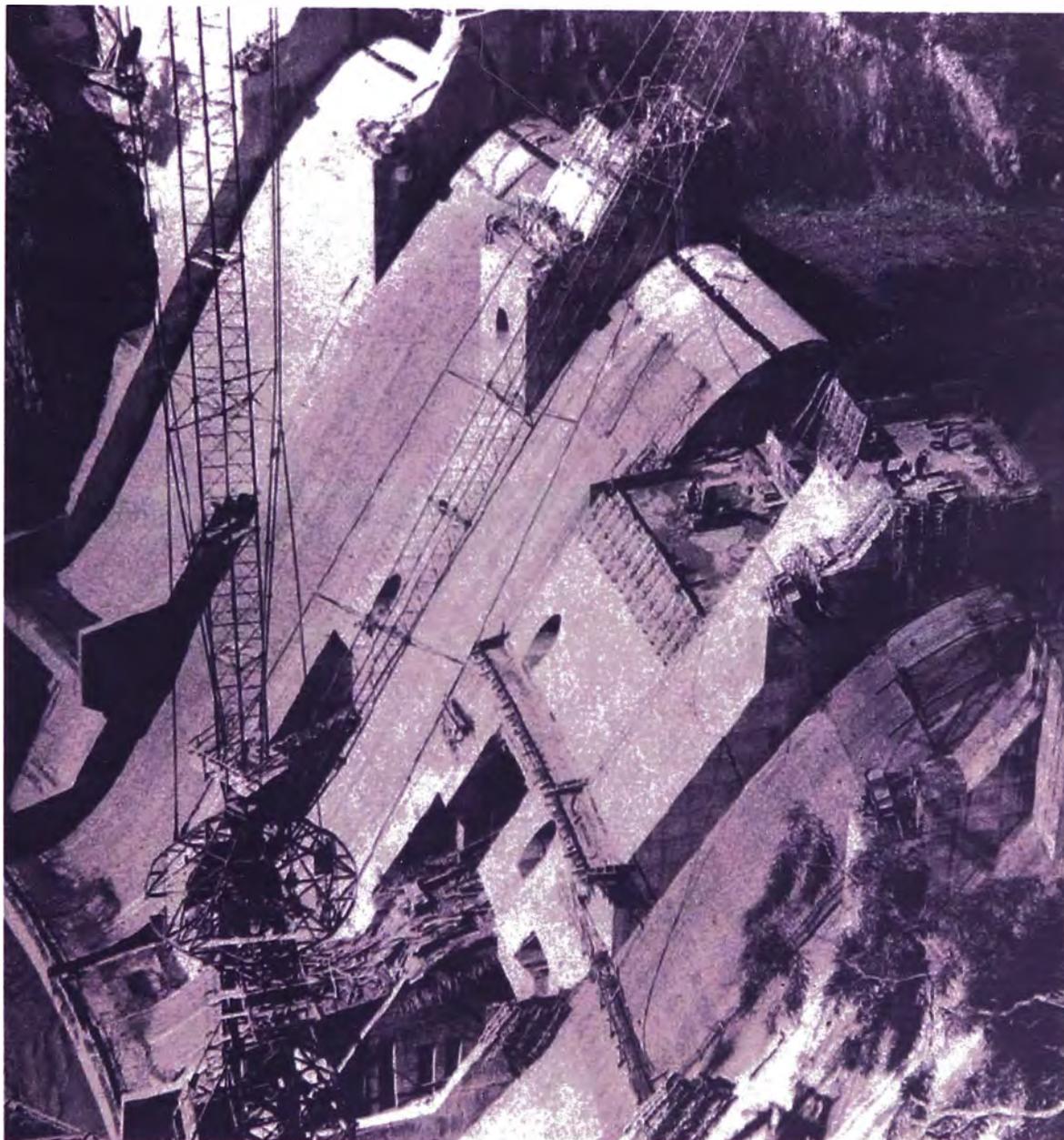


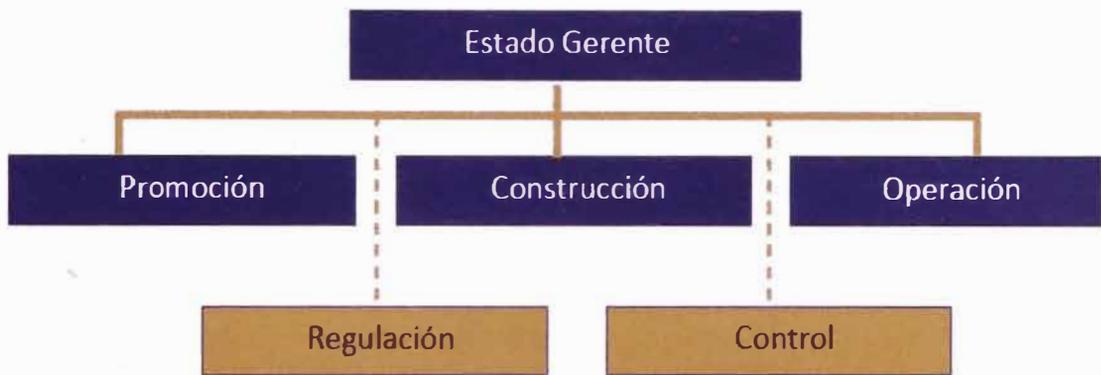
Foto: Central Hidroeléctrica. Fuente: Museo de la Electricidad de Electroperú S.A.

Figura 2.1.1. 4.: Central hidroeléctrica en construcción (Fuente: Museo de la Electricidad de Electroperú S.A.)

Con la llegada al poder del general Juan Francisco Velasco Alvarado, el Perú vivió una mejora económica relativa, beneficiado por el alza de precios de los *commodities*. Posteriormente los precios de exportación del cobre y de otros metales disminuyeron. Además, en 1972, las condiciones climáticas empeoraron y afectaron a la agricultura. Esto llevó a la pérdida de las reservas económicas, resultando, al menos, una contracción menor en la economía.

Podemos observar en la figura 2.1.1.5. un mapa grafico sobre la estructura del sector eléctrico en estos años.

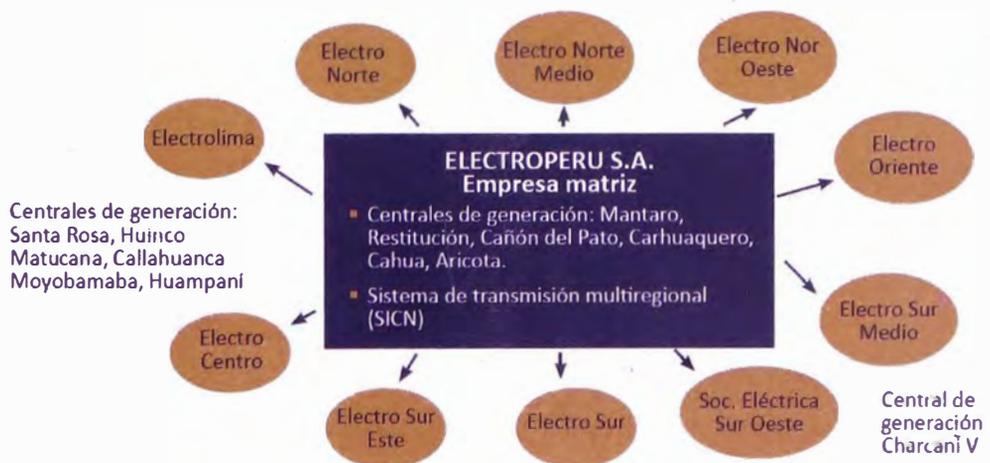
A nivel global, a finales de 1973 llegó primera crisis del petróleo. Como resultado, el precio del petróleo pasó de \$ 3 a \$12 en menos de 24 meses; por ello las economías de países desarrollados se vieron afectados, mientras que la inflación se elevó. Estos dos factores causaron estanflación (Inflación estancada). Los precios elevados del petróleo causaron una disminución significativa del valor agregado total de la productividad laboral los países, especialmente en los EE. UU.



Fuente y elaboración: Bedoya (2009).

Figura 2.1.1.5: Gestión de las empresas estatales - sector eléctrico en los 70 (Fuente: Bedoya, 2009)

Podemos observar en la figura 2.1.1.6, el organigrama de organización de Electroperú en 1990.

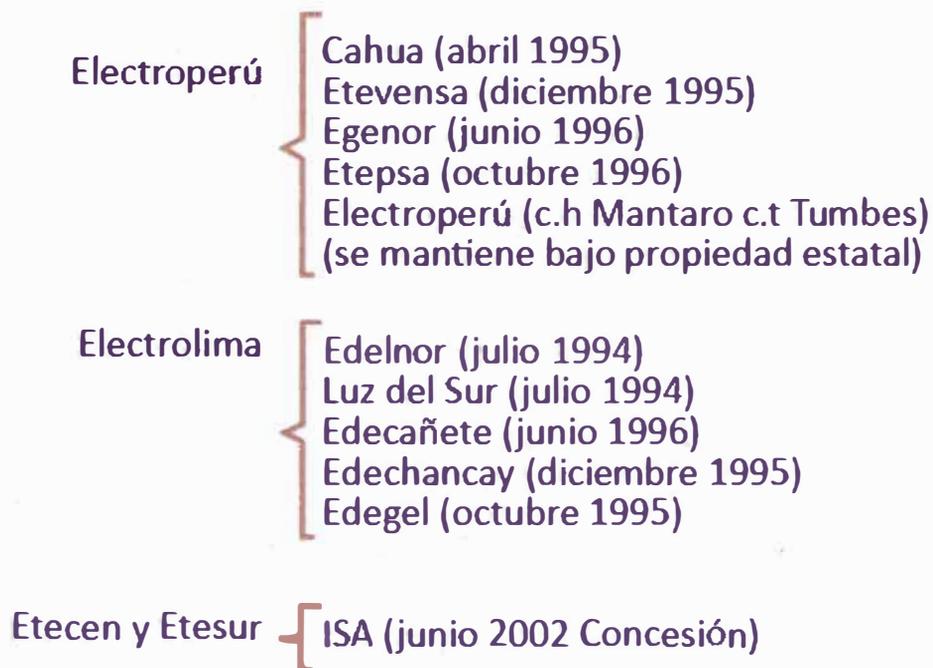


Fuente y elaboración: Bedoya, 2009.

Figura 2.1.1.6.: Organigrama de ELECTROPERU S.A. a inicios de 1990 (Fuente: Bedoya, 2009)

En 1991, A. Fujimori inició un proceso de reformas para minimizar las empresas estatales. Estas reformas fueron: Incentivar el comercio exterior y la realización de la reforma tributaria (Pascó-Font y Saavedra, 2001).

Podemos apreciar en la figura 2.1.1.7. la reestructuración de las empresas eléctricas después de la privatización.



Fuente y elaboración: Banco Central de Reserva del Perú, 1999.

Figura 2.1.1.7.: Reestructuración y privatización de las empresas eléctricas en el Perú en la década de los 90(Fuente: BCRP, 1999)

### 2.1.1.2 LA ELECTRIFICACIÓN RURAL EN EL PERÚ

La E.R. (Electrificación rural) comenzó a partir de 1955, aún por los años 80 el suministro energético era insuficiente. Por tomar alguna información: En el año 1982 la cobertura era del 40% y en el año 1992 hasta el 54.9%. La Ley de Concesiones Eléctricas (LCE), aún, no regulaba la electrificación rural.

Es entonces que el primero de junio del año 2006, se promulgó la Ley n.º 28 749, "Ley General de Electrificación Rural (LGER)", y sus reglamentaciones fueron aprobadas por D.S. n.º 025-2007-EM. Los sistemas de electrificación rural (SER) se definieron como los instalados en zonas rurales, áreas remotas aisladas, fronteras y de carácter social, definidos como tales por el MEM. Se dejó definido en forma concisa el rol del Estado, indicando que este sería complementario en los SER, estimulando a la inversión privada en la participación. Respecto al cuadro de tarifas, se mencionó que el MEM diría a que sector corresponderían los SER.

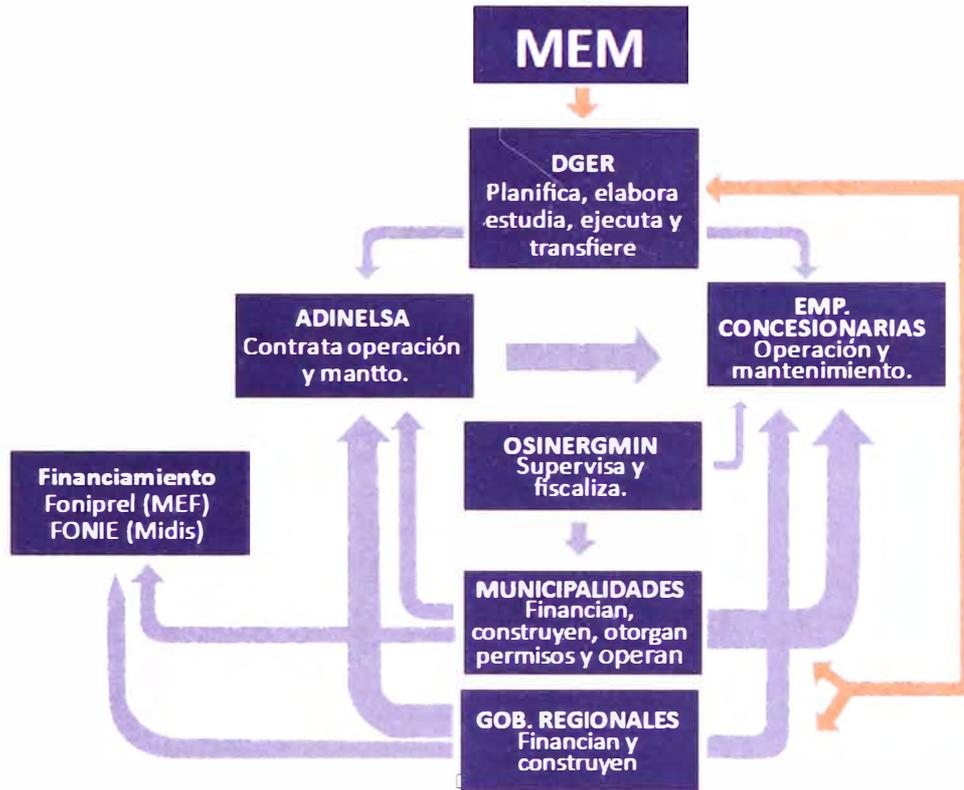
En 2007, con el D.S. n.º 026-2007-EM, se instaura la Dirección General de Electrificación Rural (DGER-MEM), y con el D.S. n.º 031- 2007-EM, se inició la ejecución del Plan Nacional de Electrificación Rural, bajo el direccionamiento del sector.

En la figura 2.1.1.8. se muestra un escenario de los diversos participantes involucrados en la electrificación rural: El M.E.M. delega a la DGER la tarea de planificar, elaborar, ejecutar y entregar los proyectos de electrificación rural, también de administrar los fondos recaudados. El concesionario es responsable de las operaciones y buen uso y cuidado de las instalaciones. Otra de las alternativas disponibles es de que los gobiernos regionales pueden financiar y construir los proyectos de electrificación; así como también los gobiernos municipales pueden gestionar ello.

Para la implementación de los proyectos de electrificación rural, la DGER utiliza las siguientes opciones energéticas: Expansión de las redes del SEIN y/o la de los sistemas aislados; los sistemas fotovoltaicos, la energía hidráulica (pequeñas centrales) y; otra alternativa adicional, la energía del viento (eólica), que se está dándose en áreas rurales y en áreas ubicadas, de preferencia, en los valles intermedios y en cerca de la costa.

La reglamentación de los SER, permite expandir el uso de la energía eléctrica en regiones rurales del país permitiendo el incremento de las actividades productivas, emprendimientos rurales, etc.

Un beneficio adicional de aumentar la demanda de energía eléctrica en la zona es que, este aumento reduciría el costo de la energía (a mayor demanda menor tarifa).



Fuente y elaboración: DGER del MEM.

Figura 2.1.1. 8: Organismos partícipes en la electrificación rural, periodo 2007 a 2015  
(Fuente: DGER del MEM)

## 2.1.2 BASES TEÓRICAS

### 2.1.2.1 TEORÍA PARA EL DISEÑO DE LÍNEAS Y REDES PRIMARIAS PARA ELECTRIFICACIÓN RURAL

En la elaboración del diseño tuvo en cuenta las siguientes normas:

- Código Nacional de Electricidad Suministro 2001.
- Ley de Concesiones Eléctricas n.º 25844.
- Reglamento de la Ley de Concesiones Eléctricas n.º 25844
- Normas DGE/MEM vigentes a la fecha.
- Especificaciones Técnicas para la Electrificación Rural de la DGE/MEM vigentes.
- Resoluciones Ministeriales (relativo a Sistemas Eléctricos para voltajes entre 1kV y 36 kV- Media Tensión), vigentes a la fecha.

El concesionario otorgará los puntos de suministro o alimentación líneas y redes primarias a las localidades que suministren la energía en media tensión, dentro del ámbito de su

concesión. En áreas sin concesión, será determinado por el ente ejecutivo del proyecto de electrificación rural.

Los cálculos deberán cumplir las siguientes disposiciones de ley:

**a. DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD**

**a.1. DISTANCIA MÍNIMA ENTRE CONDUCTORES DE UN MISMO CIRCUITO EN DISPOSICIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL EN LOS APOYOS**

$$\text{Horizontal} = 0.7 \text{ m}$$

$$\text{Vertical} = 1 \text{ m}$$

Estas distancias se emplean, tanto a la separación entre 2 conductores de fase y a la separación entre un conductor energizado con el neutro.

**a.2. DISTANCIA MÍNIMA ENTRE LOS CONDUCTORES Y SUS ACCESORIOS BAJO TENSIÓN Y ELEMENTOS PUESTOS A TIERRA**

$$D = 0.25 \text{ m}$$

No se aplica al conductor neutro.

**a.3. DISTANCIA HORIZONTAL MÍNIMA ENTRE CONDUCTORES DE UN MISMO CIRCUITO A MITAD DE VANO**

$$D = 0.0076 \times U \times FC + 0.65 \times \sqrt{f} \quad (2.1.2.01)$$

■ onde:

U = Tensión nominal entre las fases, kV.

FC = Factor de corrección por altitud (ver Anexo A - ecuación 1)

f = Flecha del conductor a la temperatura máxima esperada, en metros.

**Notas:**

- a) En conductores con medidas de flechas desiguales, (distintas secciones o esfuerzos iniciales EDS), se usará la flecha mayor para la distancia horizontal menor.
- b) Al mismo tiempo de hallar distancias en situación de reposo, también es necesario verificar que la distancia no sea menor a 0.20 m, cuando la presión dinámica del viento, sobre los conductores más cercanos, sea 40%.

**a.4. DISTANCIA VERTICAL MÍNIMA ENTRE CONDUCTORES DE UN MISMO CIRCUITO A MITAD DE VANO**

- Para vanos hasta 100 m.	→	0.70 m
- Para vanos entre 101 y 350 m.	→	1.00 m
- Para vanos entre 350 y 600 m.	→	1.20 m
- Para vanos mayores a 600 m.	→	2.00 m

En estructuras donde los conductores estén dispuestos de forma triangular, se tomarán en cuenta la distancia horizontal entre conductores sólo si es que el conductor superior central está a separado una distancia en forma vertical de los otros conductores, de 1 m o 1.2 m (esto depende del vano) relativo a los otros dos conductores.

**a.5. DISTANCIA MÍNIMAS DEL CONDUCTOR A LA SUPERFICIE DEL TERRENO**

- En sitios accesibles únicamente a peatones	5 m
- En laderas inaccesibles a vehículos o peatones	3 m
- En lugares con circulación de maquinaria para agricultura	6 m
- En calles y caminos de zonas urbanas	6 m
- En cruce de calles, avenidas y vías de tren	7 m

**NOTAS:**

- La distancia mínima al terreno especificada en el numeral 2.1.2.1 - a.5 son verticales y vienen dadas por la temperatura máxima esperada, excepto la distancia a taludes inaccesibles, que será en forma radial y se determina por la temperatura con

condición EDS final y el ángulo de declinación de la carga máxima del viento.

- Las distancias se contrastan en sistemas de 22.9 kV y 22.9 / 13.2 kV.
- En el cálculo de distancia mínimas de seguridad consideraremos al conductor neutro como un conductor más.
- En zonas rurales, las líneas primarias gozarán de un área de servidumbre (distancias mínimas – fuera de la carretera):

En carreteras importantes	25 m.
En carreteras no importantes	15 m

La autoridad correspondiente deberá verificar las distancias.

#### **a.6. DISTANCIAS MÍNIMAS A TERRENOS ROCOSOS O ÁRBOLES AISLADOS**

- **Distancia vertical entre el conductor inferior y los árboles: 2.5 m.**
- **Distancia radial entre el conductor y los árboles laterales: 0.5 m.**

#### **NOTAS:**

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las separaciones verticales se calculan a la mayor temperatura pronosticada.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las distancias radiales se hallan con la temperatura de la condición EDS final y declinación con carga máxima de viento.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las distancias radiales pueden aumentar cuando exista contacto probable con la vegetación.</li> </ul>

#### **a.7. DISTANCIAS MÍNIMAS A EDIFICACIONES Y OTRAS CONSTRUCCIONES**

Las líneas de media tensión no deberá pasar sobre edificios residenciales o que edificaciones que hospeden transitoriamente personas, tales como canchas deportivas, ferias, piscinas, etc.

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Distancia radial entre el conductor, paredes y estructuras adicionales no accesibles → 2.5 m</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Distancia horizontal entre la edificación y el conductor, normalmente con acceso a personas, → 2.5 m.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Distancia radial del conductor con antenas o diferentes clases de pararrayos → 3 m.</li> </ul>

## b. CÁLCULOS MECÁNICOS DEL CONDUCTOR

### b.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS CONDUCTORES NORMALIZADOS

Los conductores en las líneas y redes aéreas primarias son de aleación de aluminio (AAAC), diseñados bajo las normas internacionales ASTM B398, ASTM B399 e IEC 61089.

En áreas geográficas cercanas al mar o de gran contaminación, se podrán utilizar conductores lubricados o un conductor de cobre con revestimiento de polietileno. Para ello, el consultor justificará su uso, basada en estándares internacionales, experiencias de empresas de electricidad nacionales o foránea.

En la tabla n.º 2.1.2.1 podemos observar las características mecánicas de los conductores AAC normalizados.

Tabla n.º 2.1.2.1 PARTE 1: Características mecánicas de conductores normalizados para Líneas y Redes primarias comunes (Fuente: Bases para el diseño de líneas y redes primarias para electrificación rural – DGER 2015)

SECCIÓN	25mm <sup>2</sup>	35mm <sup>2</sup>	50mm <sup>2</sup>	70mm <sup>2</sup>	95mm <sup>2</sup>
N.º DE ALAMBRES	7	7	7	19	19
DIÁMETRO EXTERIOR (mm)	6.3	7.5	9.0	10.5	12.5
DIÁMETRO ALAMBRES (mm)	2.1	2.5	3.0	2.1	2.5
MASA TOTAL (Kg/m)	0.067	0.094	0.135	0.181	0.250

Tabla N.º 2.1.2.1 PARTE 2: Características mecánicas de conductores normalizados para Líneas y Redes primarias comunes (Fuente: Bases para el diseño de líneas y redes primarias para electrificación rural – DGER 2015)

<b>COEF. DE EXPANSIÓN TÉRMICA (1/°C)</b>	2.3x10 <sup>-6</sup>				
<b>MÓDULO DE ELASTICIDAD FINAL (N/mm<sup>2</sup>)</b>	60760	60760	60760	60760	60760
<b>ESFUERZO EN ROTURA (N/mm<sup>2</sup>)</b>	295.8	295.8	295.8	295.8	295.8

### b.2. ESFUERZOS MÁXIMOS DEL CONDUCTOR

Estos serán los esfuerzos tangenciales que se producen en los puntos más altos de la catenaria. En conductores AAC, no excederán el 60% del esfuerzo máximo de ruptura: 180 N/mm<sup>2</sup>.

Normas Internacionales y las Instituciones vinculadas a la investigación, comunican que, en líneas con conductores de aleación de aluminio con la falta de protección anti vibrante, los esfuerzos horizontales serán (referencia):

- |   |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• En la condición EDS inicial → 18% del esfuerzo de rotura del conductor (UTS).</li> </ul> |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• En la condición EDS final → 15% del esfuerzo de rotura del conductor (UTS).</li> </ul>   |

El consultor determinará, caso por caso, los esfuerzos que garanticen un adecuado funcionamiento, teniendo en cuenta si se usará los amortiguadores.

Para conductores, de máxima sección de 95 mm<sup>2</sup> se deberá tener presente que la rotura promedio es de 300 N/mm<sup>2</sup>.

### b.3. HIPÓTESIS DE ESTADO

Dichas hipótesis, que se tendrán en cuenta para los cálculos mecánicos en el conductor, se establecen en base de:

- Rapidez del viento.
- Temperatura.
- Carga (masa adherida) de hielo.

Teniendo en cuenta la zonificación y las cargas, definidas por el CNE- Suministro, tendremos las siguientes hipótesis:

Tabla n.º 2.1.2.2 PARTE 1: Hipótesis de estado (Fuente: Bases para el diseño de líneas y redes primarias para electrificación rural – DGER 2015)

<b>HIPÓTESIS 1</b>	<b>Condición de máxima duración (EDS inicial)</b>
• Temperatura	Media anual
• Velocidad del viento	Nula
• Sobrecarga de hielo	Nula
<b>HIPÓTESIS 2</b>	<b>Condición de mayor duración (EDS final)</b>
• Temperatura	Media anual
• Velocidad del viento	Nula
• Sobrecarga de hielo	Nula
<b>HIPÓTESIS 3</b>	<b>De mínima temperatura</b>
• Temperatura	Mínima
• Velocidad del viento	Nula
• Sobrecarga de hielo	Nula

Tabla n.º 2.1.2.2 PARTE 2: Hipótesis de estado (Fuente: Bases para el diseño de líneas y redes primarias para electrificación rural – DGER 2015)

<b>HIPÓTESIS 4</b>	<b>De máxima velocidad del viento</b>
• Temperatura	Media
• Velocidad del viento	Máxima
• Sobrecarga de hielo	Nula
<b>HIPÓTESIS 5</b>	<b>De máxima carga de hielo</b>
• Temperatura	Mínima
• Velocidad del viento	Nula
• Sobrecarga de hielo	6mm de espesor
<b>HIPÓTESIS 6</b>	<b>De máxima temperatura</b>
• Temperatura	Máxima + CREEP
• Velocidad del viento	Nula
• Sobrecarga de hielo	Nula

Al faltar un procedimiento para tratar el CREEP, se considerará a 10 °C; por ello, en la posición que se ubiquen las estructuras se tendrá en cuenta esta variación de temperatura.

### b.3. FÓRMULAS CONSIDERADAS

Teniendo en cuenta el gráfico 2.1.2.1, procederemos a presentar algunas fórmulas para el cálculo mecánico de los conductores.

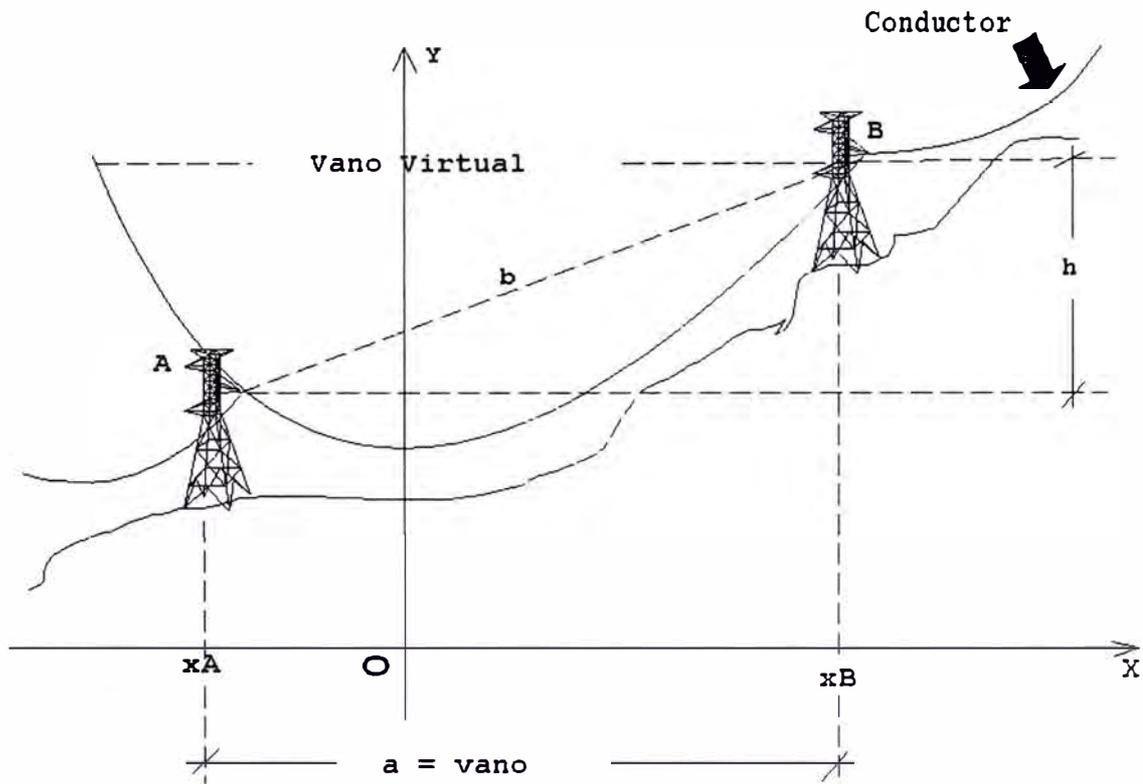


Fig.2.1.2.1: Catenaria con estructuras a desnivel (Fuente: Líneas de Transmisión de Potencia – Bautista 2001)

- ECUACIÓN DE CAMBIO DE ESTADO

$$\sigma_{02}^2 \left[ \sigma_{02} + \alpha E (\theta_2 - \theta_1) + \frac{\omega_{r1}^2 a^2 E}{24 A^2 \sigma_{01}^2} - \sigma_{01} \right] = \frac{\omega_{r2}^2 a^2 E}{24 A^2} \quad (2.1.2.02)$$

- ESFUERZO DEL CONDUCTOR EN EL EXTREMO SUPERIOR DERECHO

$$\sigma_b = \sigma_0 \cosh\left(\frac{x_b}{C}\right) \quad (2.1.2.03)$$

- ESFUERZO DEL CONDUCTOR EN EL EXTREMO SUPERIOR IZQUIERDO

$$\sigma_a = \sigma_0 \cosh\left(\frac{x_a}{C}\right) \quad (2.1.2.04)$$

- ÁNGULO DEL CONDUCTOR RESPECTO A LA LÍNEA HORIZONTAL, EN EL APOYO DERECHO

$$\Theta_b = a \cos\left(\frac{\sigma_0}{\sigma_b}\right) \quad (2.1.2.05)$$

- ÁNGULO DEL CONDUCTOR RESPECTO A LA LÍNEA HORIZONTAL, EN EL APOYO IZQUIERDO

$$\Theta_a = a \cos\left(\frac{\sigma_0}{\sigma_a}\right) \quad (2.1.2.06)$$

- DISTANCIA (COORDENADA) DEL PUNTO MÁS BAJO DE LA CATENARIA AL APOYO IZQUIERDA

$$x_a = C \times \operatorname{senh}^{-1}\left(\frac{h}{2C \times \operatorname{senh}\left(\frac{a}{2C}\right)}\right) - \frac{a}{2} \quad (2.1.2.07)$$

- DISTANCIA (COORDENADA) DEL PUNTO MÁS INFERIOR DE LA CATENARIA AL APOYO A LA DERECHA

$$x_b = x_a + a \quad (2.1.2.08)$$

- LONGITUD DEL CONDUCTOR

$$l = C \left[ \operatorname{senh}\left(\frac{x_b}{C}\right) - \operatorname{senh}\left(\frac{x_a}{C}\right) \right] \quad (2.1.2.09)$$

- FLECHA DEL CONDUCTOR EN TERRENO A NIVEL

$$f' = C \left[ \cosh\left(\frac{a}{2C}\right) - 1 \right] \quad (2.1.2.10)$$

- FLECHA DEL CONDUCTOR EN TERRENO DESNIVELADO

$$f = f' \times \cosh\left(\operatorname{senh}^{-1}\left(\frac{h}{2C \times \operatorname{senh}\left(\frac{a}{2C}\right)}\right)\right) \quad (2.1.2.11)$$

- SAETA DEL CONDUCTOR

$$s = C[\cosh(\frac{x}{C}) - 1] \quad (2.1.2.12)$$

- CARGA UNITARIA TOTAL EN EL CONDUCTOR

$$wr = \sqrt{[w_c + 0.0029(e^2 + e \times \phi_c)]^2 + [p_v \frac{(\phi_c + 2e)}{1000}]^2}$$

$$\rightarrow p_v = 0.00481v^2 \quad (2.1.2.13)$$

- VANO PESO

$$V_p = X_{b_i} + X_{a_{i+1}} \quad (2.1.2.14)$$

- VANO MEDIO (VANO VIENTO)

$$V_v = \frac{a_i + a_{i+1}}{2} \quad (2.1.2.15)$$

- VANO EQUIVALENTE

$$a_r = \left[ \frac{\sum_1^n \frac{a}{\cos^3 \delta}}{\sum_1^n \frac{a}{\cos \delta}} \right] \sqrt{\frac{\sum_1^n a^3}{\sum_1^n \frac{a}{\cos \delta}}} \quad (2.1.2.16)$$

$$\rightarrow \delta = \tan^{-1}\left(\frac{h}{a}\right)$$

NOTA:

- **Ubicación de estructuras en el perfil de la línea:** En las estructuras con aisladores tipo PIN o aislador rígido, en forma habitual, el vano equivalente debería equivaler a cada vano real; es decir, habrá vanos equivalentes, como la cantidad de vanos reales que existen.

- **Para el diseño de tablas de tensado:** Se empleará la fórmula correspondiente, para líneas con aisladores rígidos, así como con para aisladores tipo suspensión.

- SIMBOLOGÍA Y ESQUEMA CONSIDERADO

$\sigma_{0,1}$ : Esfuerzo horizontal en el conductor para la Condición Uno, en N/mm <sup>2</sup> .	$\sigma_{0,2}$ : Esfuerzo horizontal en el conductor para la Condición Dos, en N/mm <sup>2</sup> .
$\sigma_0$ : Esfuerzo horizontal en el conductor, en N/mm <sup>2</sup> .	$a$ : Longitud del vano, en m.
$E$ : Módulo de elasticidad final del conductor, en N/mm <sup>2</sup> .	$A$ : Sección del conductor, en mm <sup>2</sup> .
$w_c$ : Peso unitario del conductor, en kg/m.	$w_{r,1}$ : Peso unitario del conductor para la Condición 1, en kg/m.
$w_{r,2}$ : Peso unitario del conductor para la Condición 2, en kg/m.	$\theta_1$ : Temperatura del conductor en la Condición 1, en °C
$\theta_2$ : Temperatura del conductor en la Condición 2, en °C.	$\alpha$ : Coeficiente de expansión térmica, en 1/°C.
$h$ : Desnivel del vano, en m.	$C$ : Parámetro del conductor, en m.
$\phi$ : Diámetro del conductor, en mm.	$p_s$ : Presión del viento, en Kg/m <sup>2</sup> .
$e$ : Espesor del hielo, en mm.	$v$ : Velocidad del viento, en km/h.

NOTA: Para vanos menores a 300 m se recomienda el uso de fórmulas aproximadas (cuadrática) pero, para vanos superiores a 300 m, será necesario utilizar las fórmulas exactas de la curva catenaria.

### c. CÁLCULOS MECÁNICOS DE POSTES Y CRUCETAS

Estos sirven para la determinación de cargas en postes, retenidas y accesorios bajo las condiciones más críticas, estas no llegan al límite de ruptura o normas establecidas.

#### c.1. FACTORES DE SEGURIDAD

Los requisitos de seguridad mínimos (cargas de rotura - factores) son:

- a) En condiciones normales

-	Poste de madera	2 2
-	Poste de concreto	2
-	Cruceta de madera	4

- b) En condiciones anormales con rotura de conductor:

“En electrificación rural, no se toman en cuenta las hipótesis de rotura de conductores. Para postes de madera o concreto, los factores de seguridad, se aplican para a las cargas de flexión y para las cargas de compresión (pandeo)” (OSINERG, 2004)

#### c.2. FÓRMULAS APLICABLES

- Momento por la carga del viento sobre los conductores:

$$MVC = Pv \times d \times \phi_c \times \sum hi \times \cos(\alpha / 2) \quad (2.1.2.17)$$

- Momento por la carga de los conductores:

$$MTC = 2 \times Tc \times \sum hi \times \text{sen}(\alpha / 2) \quad (2.1.2.18)$$

- Momento por la carga de los conductores en estructuras terminales:

$$MTR = Tc \times \sum hi \quad (2.1.2.19)$$

- Momento por la carga del viento sobre la estructura:

$$MVP = [Pv \times hl^2 \times (Dm + 2D0)] / 600 \quad (2.1.2.20)$$

- Momento por el desequilibrio de cargas verticales:

$$MCW = Bc \times [Wc \times d \times Kt + WCA + WAD] \quad (2.1.2.21)$$

- Momento total para la aplicación de hipótesis en condiciones normales, en estructura de alineamiento, sin contar las retenidas:

$$MRN = MVC + MTC + MCW + MVP \quad (2.1.2.22)$$

- Momento total en estructuras terminales:

$$MRN = MTC + MVP \quad (2.1.2.23)$$

- Esfuerzo del poste de madera en el empotramiento, para condiciones normales (hipótesis):

$$R_H = \frac{MRN}{3.13 \times 10^{-5} \times C^3} \quad (2.1.2.24)$$

- Carga crítica en el poste de madera (compresión):

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(kl)}; I = \frac{\pi Dm^3 \times D0}{64} \quad (2.1.2.25)$$

- Deflexión máxima del poste de madera:

$$\delta = \frac{MRN}{3EI} \leq 4\% \quad (2.1.2.26)$$

- Carga en la punta del poste de concreto, para condiciones normales (hipótesis):

$$Q_N = \frac{MRN}{hl - 0.15} \quad (2.1.2.27)$$

- Esfuerzo a la flexión en crucetas de madera:

$$R_c = \frac{Ma}{W_s}; W_s = \frac{b \times hc^2}{6}; Ma = \sum Qv \times Bc \quad (2.1.2.28)$$

## SIMBOLOGÍA:

Pv: Presión del viento sobre superficies cilíndricas, en Pa.	d: Longitud del vano viento, en m.
Tc: Carga del conductor, en N.	$\Phi_c$ : Diámetro del conductor, en m.
$\alpha$ : Ángulo de desvío topográfico, en grados.	$D_0$ : Diámetro del poste en la cabeza, en cm.
$D_m$ : Diámetro del poste en la línea de empotramiento, en cm.	hl: Altura libre del poste, en m.
hi: Altura de la carga i en la estructura con respecto al terreno, en m.	Bc: Brazo de la cruzeta, en m.
Kr: Relación entre el vano – peso y vano – viento.	Rc: Factor de reducción de la carga del conductor por rotura: 0.5 (según C.N.E.).
Wc: Peso del conductor, en N/m.	WCA: Peso del aislador tipo Pin o cadena de aisladores, en N.
WAD: Peso de un hombre con herramientas, igual a 1000N.	C: Circunferencia del poste en la línea de empotramiento en cm.
E: Módulo de Elasticidad del poste, en $cm^2$ .	I: Momento de inercia del poste, en $cm^2$ .
k: Factor que depende de la forma de fijación de los extremos del poste.	l: Altura respecto al suelo del punto de aplicación de la retenida.
hc: Lado de cruzeta paralelo a la carga, en cm.	b: Lado de cruzeta paralelo a la carga, en cm.
$\Sigma Q_v$ : Sumatoria de cargas verticales, en N (incluye peso del aislador, conductor, y de un hombre con herramientas).	

## c.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS POSTES DE MADERA

Tabla n.º 2.1.2.3.: Características de postes de madera (Fuente: Bases para el diseño de líneas y redes primarias para electrificación rural – DGER 2015)

CLASE:	6	5
DIÁMETRO EN LA CIMA (cm):	12.1	14.3
LONGITUD(m)	12	12
DIÁMETRO EN LA LÍNEA DE EMPOTRAMIENTO (cm):	22.6	24.2
CARGA DE ROTURA DEL POSTE EN LA CIMA (N)	6671	8437
ESFUERZO MÁXIMO A LA FLEXIÓN (MPa)	40	40

## c.3 CARACTERÍSTICAS DE LOS POSTES DE CONCRETO

Tabla n.º 2.1.2.4.: Características de postes de concreto (Fuente: Bases para el diseño de líneas y redes primarias para electrificación rural – DGER 2015)

LONGITUD (m):	12	12
CARGA DE TRABAJO A 0.15m DE LA CIMA (daN):	300	400
DIÁMETRO EN LA CIMA (cm):	16	16
DIÁMETRO EN LA BASE (cm):	34	35.5

## d. CÁLCULOS ELÉCTRICOS

### d.1. CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DEL SISTEMA

En el diseño eléctrico de las líneas y redes primarias, se describen por:

Tensión nominal de la red:	22.9 Kv.
Tensión de máxima de servicio:	25 Kv.
Frecuencia nominal:	60 Hz.
Factor de potencia:	0.9 (En atraso).
Conexión del neutro:	Efectivamente puesto a tierra.
Potencia de cortocircuito mínima:	250 MVA.
<b>Nivel Isocerámico:</b>	
Hasta 3000 m.s.n.m.:	Nulo.
-De 3001 a 400 m.s.n.m.:	30
-De 4001 m.s.n.m. a más:	60
-En zonas de selva de altitud máxima de 1000 m.s.n.m.:	60

## d.2. CÁLCULO DE CAÍDA DE TENSIÓN

### d.2.1 PARÁMETROS DE LOS CONDUCTORES

- El valor de la resistencia eléctrica de los conductores con un valor de temperatura en operación se calculará con:

$$R_T = R_{20} [1 + 0.0036(t - 20)] \quad (2.1.2.29)$$

$R_{20}$ : Valor de la resistencia eléctrica del conductor en corriente directa a 20 °C en ohmio/metro.

t: Temperatura máxima de operación, en grados Celsius.

En la tabla n.º 2.1.2.5 se consignan las resistencias eléctricas de los conductores a 20°C y 40°C de temperatura.

Tabla n.º 2.1.2.5: Parámetros de conductores y factores de caída de tensión (Fuente: Bases para el diseño de líneas y redes primarias para electrificación rural – DGER 2015)

Sección mm <sup>2</sup>	Número Alambres	Diámetro Exterior (mm)	Diámetro de cada alambre	Resist. a 20 °C (Ω/km)	Resist. a 40 °C (W/km)	X <sub>1</sub> (Ω/km)
25	7	6.3	2.1	1.370	1.469	0.47
35	7	7.5	2.5	0.966	1.036	0.45
50	7	9.0	3.0	0.671	0.719	0.44
70	19	10.5	2.1	0.507	0.544	0.43
95	19	12.5	2.5	0.358	0.384	0.41

- La reactancia inductiva equivalente en sistemas MRT:

$$x_l = 0.1734 \times \log\left(\frac{D_e}{D_s}\right); \text{ en } \Omega/\text{km} \quad (2.1.2.30)$$

-	$D_e = 85\sqrt{\rho}$ : Diámetro equivalente, en cm.
-	$D_s$ : Radio equivalente del conductor, e igual a $2.117r'$ , para conductor con 7 alambres.
-	$\rho$ : Resistividad eléctrica del terreno = $250 \Omega \times \text{m}$ .

Los resultados obtenidos para los conductores de mayor uso probable se consignan en la tabla n.º 2.1.2.6.

Tabla n.º 2.1.2.6: Parámetros de conductores y factores de caída de tensión (continuación. Fuente: Bases para el diseño de líneas y redes primarias para electrificación rural – DGER 2015)

SECCIÓN mm <sup>2</sup>	X <sub>2</sub> (Ω/km)	X <sub>3</sub> (Ω/km)	X <sub>t</sub> (W/km)	K <sub>1</sub> (x 10 <sup>-4</sup> )	K <sub>2</sub> (x 10 <sup>-4</sup> )	K <sub>3</sub> (x 10 <sup>-4</sup> )	K <sub>4</sub> (x 10 <sup>-4</sup> )
25	0.51	0.47	1.004	3.231	3.268	9.726	11.197
35	0.50	0.45	0.988	2.387	2.433	7.185	8.668
50	0.49	0.44	-	1.774	1.820	5.339	-
70	0.47	0.43	-	1.431	1.468	4.307	-
95	0.46	0.41	-	1.108	1.153	3.333	-

### d.2.2. CÁLCULOS PARA CAÍDA DE TENSIÓN

- En sistemas MRT:

$$\Delta V\% = \frac{P \times L(r_1 + X_l \times \tan \phi)}{10V_L^2};$$

$$\Delta V\% = K_1 \times P \times L$$

$$K_1 = \frac{r_1 + X_l \times \tan \phi}{10V_L^2} \quad (2.1.2.31)$$

#### SIMBOLOGÍA:

$\Delta V\%$ : Caída en forma porcentual de tensión.
$P$ : Potencia, en kW.
$L$ : Longitud del tramo de línea, en Km.
$r_1$ : Resistencia del conductor, en $\Omega/\text{Km}$ .
$X_l$ : Reactancia inductiva para sistemas monofásicos con retomo total por tierra.
$\phi$ : Ángulo de factor de potencia.
$K_1$ : Factor de caída de tensión.

### d.3. PÉRDIDAS DE POTENCIA Y ENERGÍA POR EFECTO JOULE

- Pérdidas circuitos MRT (potencia):

$$P_J = \frac{P^2 \times r_1 \times L}{1000V_f^2 \times \cos^2 \phi}; \text{ en } \text{Kw} \quad (2.1.2.32)$$

- Pérdidas anuales de energía activa

$$E_J = 8760 \times P_J \times F_p; \text{ en } \text{kWh}$$

$$F_p = 0.15 \times F_c + 0.85 \times F_c^2; \text{ ver } \text{nota} \quad (2.1.2.33)$$

**NOTA:**

Una vez conocido los diagramas de cargas anuales y su crecimiento, el f.c. (factor de cargas) y el f.p. (factor de pérdidas) se podrían analizando los diagramas obtenidos.

**e. DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE AISLAMIENTO DE LÍNEAS PRIMARIAS****e.1. CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DEL NIVEL DE AISLAMIENTO**

Serán:

Sobretensiones atmosféricas.
Sobretensiones a frecuencia industrial.
Contaminación ambiental.

En la tabla n.º 2.1.2.7 se muestra los niveles de aislamiento que se emplearán para las líneas y redes primarias bajo condiciones estándar.

Tabla n.º 2.1.2.7.: Niveles de aislamiento en condiciones estándar (Fuente: Bases para el diseño de líneas y redes primarias para electrificación rural – DGER 2015)

Tensión nominal entre fases (kV)	Tensión máxima entre fases (kV)	Tensión de sostenimiento a la onda 1.2/50 entre fase y fase a tierra (kVp)	Tensión de sostenimiento a frecuencia industrial entre fases y fase-tierra (kV)
22.9/13.2	25/14.5	125	50
22.9	25	125	50

**e.2. FACTOR DE CORRECCIÓN POR ALTITUD**

Se observan en el cuadro 2.1.2.e., efectuadas en condiciones atmosféricas normales, es decir, para  $101.3 \times 10^5$  Pa y 20 °C.

Según norma IEC 71-1, para instalaciones arriba de los 1000 msnm, la tensión máxima de trabajo será multiplicada por el factor:

$$F_C = 1 + 1.25 \times (h - 1000) \times 10^{-4} \quad (2.1.2.34)$$

Donde:

h: altitud msnm.

### e.3. CONTAMINACIÓN AMBIENTAL

Se tomará la norma IEC 815 "GUIDE FOR THE SELECTION OF INSULATORS IN RESPECT OF POLLUTED CONDITIONS" como base.

Por ello se especifican, por normalización, los siguientes niveles de contaminación:

Ligero
Medio
Pesado
muy pesado

La tabla 2.1.2.8. de la Norma IEC 815, detalla las características de cada nivel de contaminación.

En la tabla n.º 2.1.2.8. de la Norma IEC hablada en el párrafo anterior, se observan los valores de contaminación y las distancias de fuga típicas a emplearse.

La mínima longitud de fuga para un aislador rígido (tipo pin) o cadena de aisladores instalado entre fase y tierra se hallará usando:

*Mínima longitud de fuga = mínima longitud de fuga específica (Tabla 2.1.2.8.) x máxima tensión de servicio entre fases (rectificada por la instalación en las alturas)*

La longitud de la línea de fuga se verifica en la totalidad de eventos posibles. En entornos no contaminados, considerar "light".

Tabla N.º 2.1.2.8. PARTE 1: Grados de Contaminación (Fuente: Norma I.E.C. 815)

Nivel de contaminación	Descripción del ambiente	Distancia de fuga nominal mínima (mm)
<p>LIGERO</p> <p>NIVEL I</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Áreas sin industrias y con baja densidad de casas equipadas con calefacción.</li> <li>- Áreas con baja densidad de industrias o casas, pero sujetas a frecuentes vientos o lluvia.</li> <li>- Áreas agrícolas.</li> <li>- Áreas montañosas.</li> <li>- Áreas situadas de 10km a 20km del mar y no expuestas a vientos directos provenientes del mar.</li> </ul>	16
<p>MEDIO</p> <p>NIVEL II</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Áreas con industrias que no producen humo contaminante y/o con densidad moderada de casas equipadas con calefacción.</li> <li>- Áreas con alta densidad de casas, pero sujetas a frecuentes vientos y/o lluvia.</li> <li>- Áreas expuestas a vientos del mar, pero no cercanas a la costa (al menos varios kilómetros de distancia).</li> </ul>	20
<p>ALTO</p> <p>NIVEL III</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Áreas con alta densidad de industrias y suburbios de grandes ciudades con alta densidad de casas con calefacción que generen contaminación.</li> <li>- Áreas cercanas al mar o expuestas a vientos relativamente fuertes procedentes del mar.</li> </ul>	25

Tabla N.º 2.1.2.8. PARTE 2: Grados de Contaminación (Fuente: Norma I.E.C. 815)

<b>MUY ALTO</b>  <b>NIVEL IV</b>	<p>- Áreas generalmente de extensión moderada, sujetas a contaminantes conductivos, y humo industrial, que produzca depósitos espesos de contaminantes.</p> <p>- Áreas de extensión moderada, muy cercanas a la costa y expuestas a rocío del mar, o a vientos muy fuertes con contaminación procedentes del mar.</p> <p>- Áreas desérticas, caracterizadas por falta de lluvia durante largos periodos, expuesta a fuertes vientos que transportan arena y sal, y sujetas a condensación con regularidad.</p>	<b>31</b>
--	--	-----------

#### e.4. TENSIONES DE SOSTENIMIENTO Y LÍNEAS DE FUGA DE LOS AISLADORES DE USO NORMALIZADO EN LÍNEAS Y REDES PRIMARIAS

Para los cálculos, con procedimientos adecuados, se determinarán los aisladores con propiedades eléctricas superiores, listadas en la tabla n.º 2.1.2.9.

Tabla n.º 2.1.2.9: Líneas de fuga según aislados (Fuente: Norma I.E.C. 815)

<b>NIVELES DE AISLAMIENTO</b>	<b>AISLADOR TIPO PIN CLASE 56-2</b>	<b>AISLADOR TIPO PIN CLASE 56-3</b>	<b>CADENA DE 2 AISLADORES CLASE 52-3</b>	<b>CADENA DE 3 AISLADORES CLASE 52-3</b>
Tensión de Sostenimiento a la Orden de Impulso 1.2/50 kV <sub>p</sub>	168	192	245	341
Tensión de Sostenimiento a Frecuencia Industrial (kV)	110	125	155	215
Línea de Fuga Total (mm)	432	533	584	876

#### f. DIMENSIONAMIENTO DE CONDUCTORES AÉREOS POR CAPACIDAD TÉRMICA FRENTE A LOS CORTOCIRCUITOS

##### f.1. METODOLOGÍA DE CÁLCULO

El procedimiento sugerido viene sugerido por la norma alemana VDE103.

Para hallar los efectos térmicos por un cortocircuito, se empieza por el valor efectivo de la c.c. (corriente de cortocircuito)  $I_m$ , definido como el valor rms de la corriente directa que en 1 s genera un incremento de temperatura igual a la de la que genera la corriente de cortocircuito (componente alterna más unidireccional) que ocurre en el intervalo de tiempo para el despeje de la falla.

Según la norma VDE103:

$$I_m = I''_{cco} \times \sqrt{(m+n) \times \Delta t} \quad (2.1.2.35)$$

Donde:

$I''_{cco}$ : Corriente eficaz inicial de cortocircuito.
m: Influencia de la componente unidireccional a través del factor N (visto en la figura 2.1.2.a). Dicho "m" se obtiene del gráfico mostrado en la figura 2.1.2.b.
n: Influencia de la disminución de $I''_{cco}$ , según el gráfico mostrado en la figura 2.1.2.c
$\Delta t$ Intervalo de tiempo real de despeje de la falla en segundos.

La temperatura no deberá exceder los 160 °C, en el cortocircuito, y los esfuerzos de tracción no excederán los 10 N/mm<sup>2</sup>.

Se puede suponer una temperatura inicial de 0 °C para determinar la densidad de corriente máxima.

La densidad de corriente máxima alcanzable se determina utilizando las temperaturas inicial y máxima especificadas, con el diagrama VDE103 (fig. 2.1.2.d).

Luego, el área transversal del conductor se obtiene del cociente del valor calculado de  $I_m$  y la densidad de corriente detectada.

## f.2. CÁLCULO TÍPICO

Dado:

Potencia de cortocircuito en el finito de falla	200 MVA.
Tensión mínima de la red	22.9 kV
Tiempo de eliminación de la falla	0.2 s.
Relación R/X (N)	0.3.
Relación $I''_{co} / I_{ccp}$ (subtransitoria/ permanente)	2.0

$$I''_{cco} = \frac{200}{\sqrt{3} \times 22.9} = 5.05 \text{ kA}$$

Para N= 0.3 de las figuras 2.1.2.h y 2.1.2.i se encuentra m=0 y n= 0.85.

Luego:

$$I_m = 5.05 \times \sqrt{(0 + 0.85) \times 0.2}$$

$$I_m = 2.08 \text{ kA}$$

Con una temperatura final de 160 °C y una temperatura al inicio de 40 °C, la máxima densidad de corriente superficial hallada es 91 A/mm<sup>2</sup>, por lo que el área transversal menor del conductor de aleación de aluminio que cumple con el requisito: 22.86 mm<sup>2</sup> o sea 25 mm<sup>2</sup>.

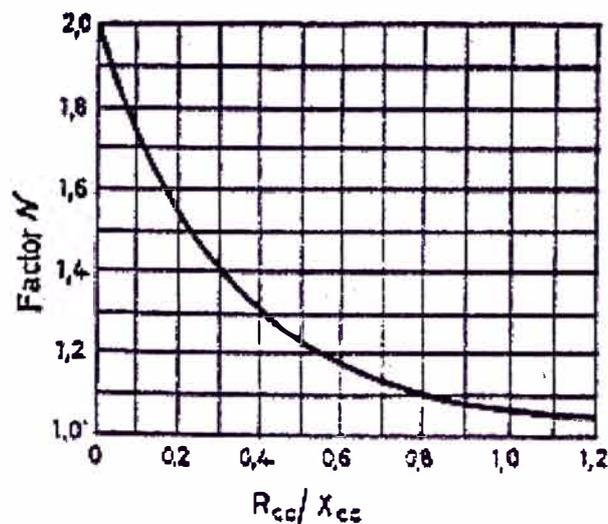
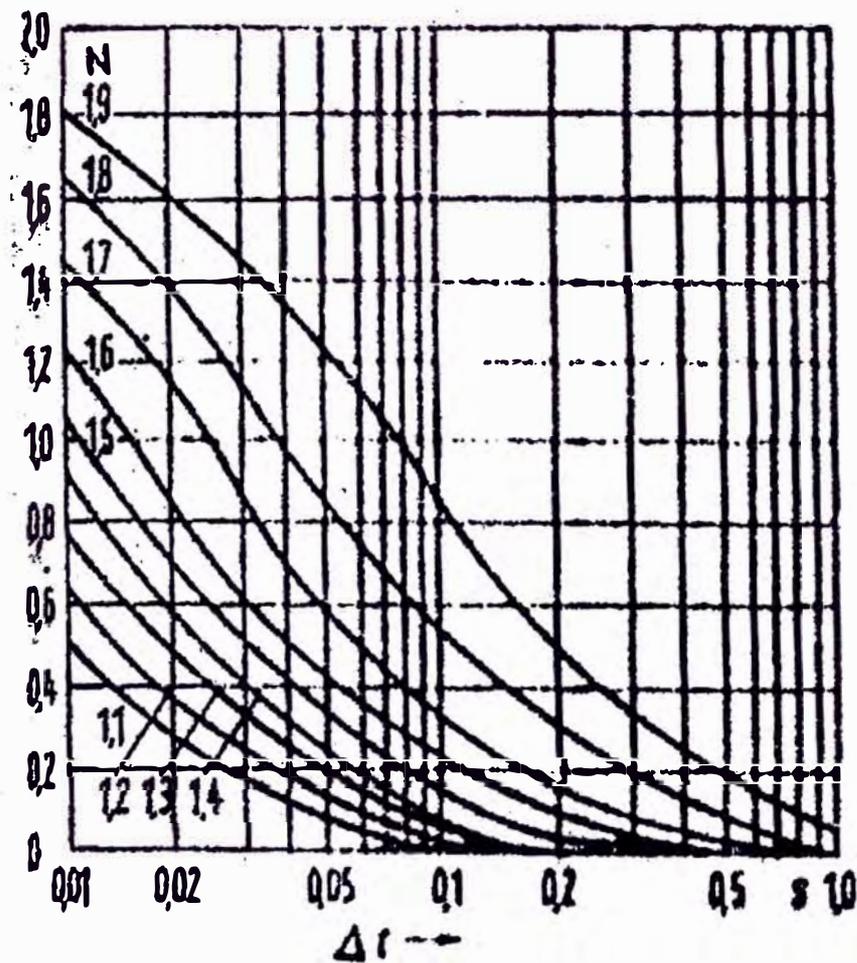


Figura 2.1.2.2.: Reducción de la corriente de cortocircuito de choque vs R/X (Fuente: Bases para el Diseño de Líneas y Redes Primarias para Electrificación Rural, DGER – M.I.N.E.M.)

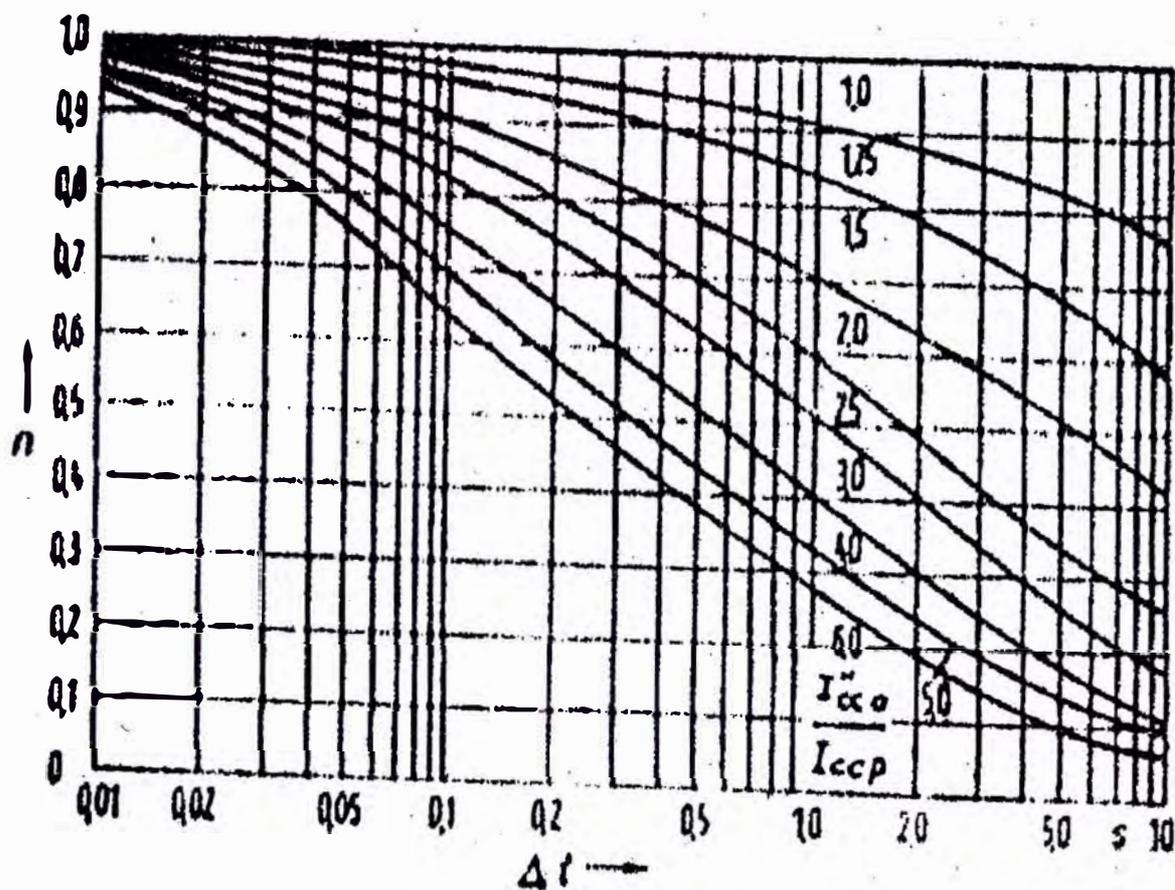


(a)

Figura 2.1.2.3.: "m" miembro de CC (Fuente: Bases para el Diseño de Líneas y Redes Primarias para Electrificación Rural, DGER – MINEM)

Para la figura 2. 1.2.3. Podemos detallar: Eje "x" 0.01;0.02;0.05;0.1;0.2; 4.5 a 10 (Variación del tiempo en s). Eje "y": 0;0.2;0.4;0.6;0.8;1.0;1.2;1.4;1.6;1.8 y 2.0. Curvas (ascendentes): 1.1;1.2;1.3;1.4;1.5;1.6;1.7;1.8 y 1.9

Para la figura 2.1.2.4. Podemos detallar: Eje "x" 0.01;0.02;0.05;0.1;0.2; 4.5 a 10 (Variación del tiempo en s). Eje "y": 0;0.2;0.4;0.6;0.8;1.0;1.2;1.4;1.6;1.8 y 2.0. Curvas (ascendentes): 1.1;1.2;1.3;1.4;1.5;1.6;1.7;1.8 y 1.9.



(b)

Figura 2.1.2.4.: "n" miembro de CA (Fuente: Bases para el Diseño de Líneas y Redes Primarias para Electrificación Rural, DGER – MINEM)

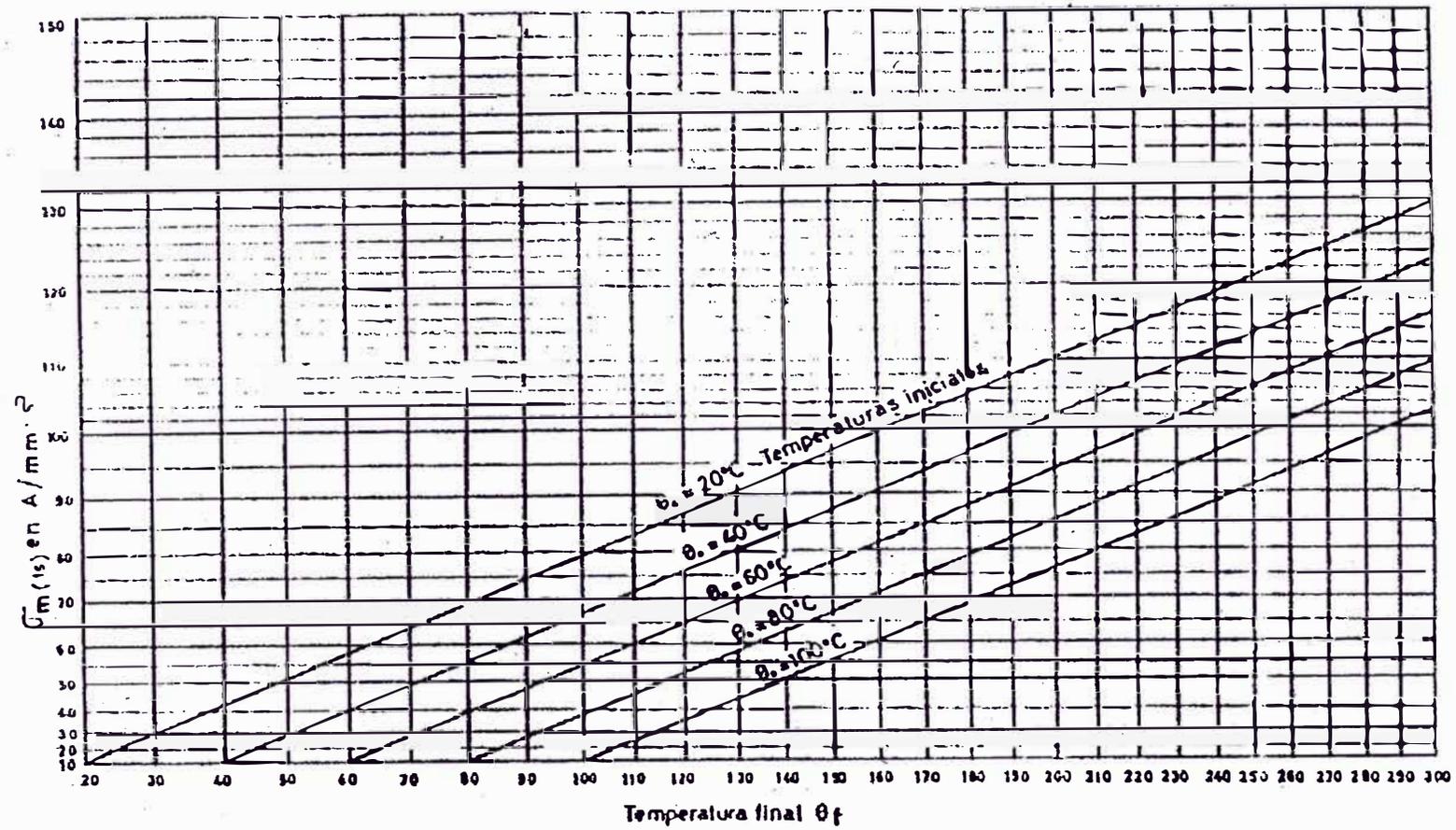


Figura 4 Densidad de corriente de cortocircuito

Figura 2.1.2.5.: Densidad de corriente de cortocircuito (Fuente: Bases para el Diseño de Líneas y Redes Primarias para Electrificación Rural, DGER – MINEM)

### g. PUESTA A TIERRA EN LÍNEAS Y REDES PRIMARIAS

Se tendrá en cuenta, para ello:

Seguridad para las personas
Operación del sistema
Descargas atmosféricas
Facilidad para el recorrido a tierra de las corrientes de fuga.

#### g.1. SEGURIDAD DE LAS PERSONAS

Criterio más importante y estricto, tiene en cuenta las tensiones de toque y paso, además de la tensión de transferencia; por lo tanto, es necesario no sólo reducir la resistencia de puesta a tierra, sino también configurar adecuadamente la resistencia a tierra para menguar el gradiente de potencial. Aplicado solamente a las subestaciones eléctricas de distribución. Este criterio no se considera para las líneas primarias, especialmente para electrificación rural, ello se debe a que pasa por zonas con poco tránsito de personas.

#### g.2. OPERACIÓN DEL SISTEMA

##### - SISTEMAS SIN NEUTRO CORRIDO Y CON RETORNO TOTAL POR TIERRA

Las puestas a tierra más importantes corresponden al neutro del transformador de potencia y subestación de distribución, debiendo presentar valores inferiores a  $3 \Omega$ .

#### g.3. DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

Se ha observado, que en forma usual que, las líneas de M.T. situadas en la sierra y la selva, en forma natural resultan protegidas (apantalladas) por cerros o vegetación (árboles). Las descargas más probables son sobretensiones indirectas, que descargas directas; entonces, en las líneas de electrificación rural se tendrá en cuenta solo el primer caso más probable (descarga indirecta).

Las normas americanas y sudafricanas son las bases para normar la coordinación de aislamiento en las líneas M.T.; estas dicen que las sobretensiones inducidas no habrán de superar, los 300 kV. Para lograr esto, se aprovecha las propiedades de aislamiento al impulso en la madera, utilizando una parte del poste y una cruceta de madera, en adición al aislamiento principal (porcelana o polimérico) se puede obtener un voltaje de ruptura (CFO) entre 250 kV a 300 kV.

En sistemas con neutro corrido, la PAT cumple con los requisitos de protección atmosférica. En los sistemas con la carencia del neutro corrido, la puesta a tierra del neutro se dimensiona siguiendo los lineamientos del CNE- Suministro, en el NESC y estándares sudafricanos, previstos para sistemas M.T. convencionales (no necesariamente para electrificación rural) y para zonas con nivel alto Isoceráunico. Se ha observado que las líneas que se planifican,

en la Electrificación Rural, que se encuentran en zonas Isoceraúnicas menores a 40, deberá colocarse puestas a tierra cada tres estructuras.

Las dos estructuras cercanas a la subestación de distribución tienen que llevar puestas a tierra obligatorias para disminuir la corriente que reciba los pararrayos.

En líneas primarias sin poseer cable de guarda, se permite hasta los 500 ohmios en las puestas a tierra, por ello no hay necesidad de medir la resistividad eléctrica del terreno.

En lugares no protegidas por elementos de la naturaleza, donde el sistema se encuentra expuesto a descargas atmosféricas abiertas, esperándose interrupciones múltiples (o flameos), se podría utilizar cable de guarda; y es por ello, podemos elevar el nivel de aislamiento a 400 kV o 500 kV, en adición, la resistencia de puesta a tierra, para cada estructura, debe estar de  $10 \Omega$  hasta  $15 \Omega$ .

#### **g.4. FACILIDAD PARA EL RECORRIDO DE LA CORRIENTE DE FUGA**

En la zona costera del país, las descargas atmosféricas son casi nulas, por ello no existe la necesidad de elevar el aislamiento eléctrico en las líneas y redes primarias. Es necesario tener cuidado con las corrientes de fuga por la producción de un eventual incendio. Es por ello por lo que todas las estructuras ubicadas en la costa deberán estar conectadas a tierra, desde los herrajes de los aisladores. Con ello, ya no será necesario utilizar electrodos verticales, únicamente un anillo alrededor del poste en la base. En las estructuras de seccionamiento y subestaciones de distribución podemos poner electrodos verticales para lograr el valor ideal de la puesta a tierra.

### **h. PUESTAS A TIERRA DE SUBESTACIONES DE DISTRIBUCIÓN EN PROYECTOS DE ELECTRIFICACIÓN RURAL**

#### **h.1. ANTECEDENTES**

En la electrificación rural, la DGE/MEM ha estandarizado una sola puesta a tierra para M.T. así como para la B.T., teniendo como base a las normas internacionales que lo rigen.

#### **h.2. ANÁLISIS DE LOS CRITERIOS PARA EL DIMENSIONAMIENTO DE LAS PUESTAS A TIERRA EN LAS SUBESTACIONES DE DISTRIBUCIÓN**

Estos serán:

La protección recomendable para transformadores de distribución contra las sobretensiones atmosféricas es instalar el pararrayos cerca al equipo y conectado a la carcasa del trafo.

La sección 5.1.3 de la norma ANSI (respecto a los transformadores de distribución) dice que los terminales neutros de los transformadores monofásicos, del lado M.T. y el de B.T. deben conectarse con el tanque del transformador; en conformidad con lo expresado anteriormente.

Podemos concluir que en el tanque del transformador se deben conectar los neutros de la M.T. B.T. con el borne de tierra del pararrayos con el objetivo de evitar diferencias de potencial entre el tanque del transformador y la tierra, y que aparezca corriente entre ellos.

### h.3. DEFINICIÓN DE LOS VALORES MÁXIMOS DE RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA

En las subestaciones las resistencias de PAT no deberán superar:

En las subestaciones trifásicas y monofásicas, acoplados entre fases (bifásicas):  
25  $\Omega$ .

En transformadores monofásicos con sistemas MRT, en concordancia con la tabla 2.1.2.k:

Tabla N.º 2.1.2.10: Valor de resistencia de puesta a tierra de acuerdo con la potencia del transformador de distribución (Fuente: Bases para el Diseño de Líneas y Redes Primarias para Electrificación Rural, DGER – MINEM)

Potencia de transformador kVA	Resistencia de puesta a tierra ( $\Omega$ )
5	25
10	25
15	20
25	15

## TEORÍA PARA EL DISEÑO DE LÍNEAS Y REDES SECUNDARIAS CON CONDUCTORES AUTOPORTANTES PARA ELECTRIFICACIÓN RURAL

### a. APECTOS GENERALES

Los cálculos, en los aspectos eléctricos y mecánicos, corresponderán a las redes secundarias en 380 V / 220 V y 440 V / 220 V, con un conductor autoportantes, cuya portante es de aleación de aluminio, típico en proyectos de electrificación rural.

Los cálculos en este tipo de redes cumplirán con las normas y requisitos legales:

Código Nacional de Electricidad Suministro 2001.
Ley de Concesiones Eléctricas D.L. n.° 25844.
Reglamento de la Ley de Concesiones Eléctricas D.S. n.° 009-93-EM.
Normas DGE/MEM, vigentes
Resoluciones Ministeriales (respecto a las Redes de Distribución Secundaria) vigentes.

#### NOTA:

Las tomas de energía eléctrica (alimentación) en redes particulares, alumbrado público y acometidas **domiciliarias**, son los tableros de distribución.

### a.1. DEMANDA DE POTENCIA

#### a.1.1. CARGAS DE SERVICIO PARTICULAR

Se dividen en dos tipos, según su desarrollo y distribución urbana.

- LOCALIDADES TIPO 1: Son centros de los distritos o núcleos de población urbano / rurales que tiene una configuración definida, conformada por plazas y calles principales. La C.E. asignada será de 600 W de potencia por lote.
- LOCALIDADES TIPO 2: Viviendas ubicadas en áreas rurales que carecen de configuración urbana o se encuentra en trámite. Estas casas suelen estar situadas junto a las carreteras, caminos de herradura o en propiedad de los dueños. La C.E. fijada es de 400 W de potencia por lote.

Los responsables de diseñar o modificar los proyectos, tienen la potestas de recomendar y aceptar otros valores de calificación eléctrica, basándose en la validación que se realizará en cada centro poblado.

### a.1.2. CARGAS DE ALUMBRADO PÚBLICO

Se colocarán los puntos de luz de acuerdo con lo que establece la Norma donde el proyecto es realizado.

Asimismo, las lámparas sus respectivas cargas, serán:

Tabla n.º 2.1.2.11: Potencia de luminarias de alumbrado público de vapor de sodio (Fuente: Bases para el Diseño de Líneas y Redes Primarias para Electrificación Rural, DGER – MINEM)

Tipo de Lámpara	Potencia de Lámpara (W)	Pérdidas (W)	Total (W)
Vapor de sodio	50	10	60
Vapor de sodio	70	11.6	81.6
Vapor de sodio	150	18.6	168.6

### a.1.3. CARGAS ESPECIALES

Los responsables del diseño de las redes de electrificación secundarias se encargan de establecer la clasificación eléctrica adecuada para las cargas especiales.

#### b. CÁLCULOS ELÉCTRICOS

##### b.1. CÁLCULO DE CÁIDA DE TENSIÓN

Se calcula, en redes aéreas, es:

$$\Delta V = K \times I \times L \times 10^{-3} \quad (2.1.2.36)$$

Donde:

$I \rightarrow$ Corriente que recorre el circuito, en A.
$L \rightarrow$ Longitud del tramo, en m.
$K \rightarrow$ Factor de caída de tensión (Adimensional)

$$K = \sqrt{3} \times (r_1 \cos \alpha + X_1 \operatorname{sen} \alpha); 3\phi$$

$$K = 2 \times (r_2 \cos \alpha + X_2 \operatorname{sen} \alpha); 1\phi \quad (2.1.2.37)$$

Se muestra en la tabla n.º 2.1.2.12 algunos factores típicos calculados.

Tabla N.º 2.1.2.12: Parámetros y factores de caída de tensión de los cables autoportantes (Fuente: Bases para el Diseño de Líneas y Redes Primarias para Electrificación Rural, DGER – MINEM)

FORMACION	RESISTENCIA DEL CONDUCTOR DE FASE ( $\Omega/\text{Km}$ )		RESISTENCIA DEL CONDUCTOR DE ALUMBRADO PUBLICO ( $\Omega/\text{Km}$ )		RESISTENCIA DEL CONDUCTOR NEUTRO ( $\Omega/\text{Km}$ )		REACTANCIA INDUCTIVA ( $\Omega/\text{Km}$ )		FACTOR DE CAIDA DE TENSION			CAPACIDAD DE CORRIENTE A 40 °C (A)	
	A 20 °C	A 40 °C	A 20 °C	A 40 °C	A 20 °C	A 40 °C	XL(30)	XL(10)	K(380-220)	K(440-220 V)	K(220)	Cond. Fase	Cond. A.P.
3x35+16/25	0,868	0,929	1,910	2,045	1,38	1,478	0,094	0,123	1,607	-	3,272	102	64
3x25+16/25	1,200	1,285	1,910	2,045	1,38	1,478	0,100	0,116	2,223	-	3,272	83	64
3x16+16/25	1,910	2,045	1,910	2,045	1,38	1,478	0,110	0,110	3,538	-	3,272	64	64
3x35/25	0,868	0,929	-	-	1,38	1,478	0,091	-	1,607	-	-	102	-
3x25/25	1,200	1,285	-	-	1,38	1,478	0,095	-	2,223	-	-	83	-
3x16/25	1,910	2,045	-	-	1,38	1,478	0,103	-	3,538	-	-	64	-
2x35+16/25	0,868	0,929	1,910	2,045	1,38	1,478	0,086	0,114	-	3,780	3,272	102	64
2x25+16/25	1,200	1,285	1,910	2,045	1,38	1,478	0,093	0,109	-	3,776	3,272	83	64
2x16+16/25	1,910	2,045	1,910	2,045	1,38	1,478	0,096	0,096	3,538	3,765	3,272	64	64
2x16/25	1,910	2,045	-	-	1,38	1,478	-	0,096	-	3,765	3,272	64	-
1x16/25	1,910	2,045	-	-	1,38	1,478	-	0,094	-	-	3,272	64	-

## b.2. CÁLCULO DE LA RESISTENCIA ELÉCTRICA DEL CONDUCTOR

$$r_{40^{\circ}\text{C}} = r_{20^{\circ}\text{C}} \times [1 + \alpha \times (t_2 - 20)] \quad (2.1.2.38)$$

Donde:

$r_{40^{\circ}\text{C}}$ : Resistencia del conductor a 40°C.
$r_{20^{\circ}\text{C}}$ : Resistencia del conductor a 20°C.
$\alpha$ : Coeficiente de dilatación (1/°C) = 0.0036

En la tabla n.º 2.1.2.m. se puede observar valores típicos de resistencia.

## b.3. CÁLCULO DE LA REACTANCIA INDUCTIVA

$$X_1 = 0.1746 \times \log\left(\frac{DMG}{RMG}\right) \quad (2.1.2.39)$$

Donde:

DMG: Distancia media geométrica.
RMG: Radio medio geométrico.

Las reactancias inductivas de configuración típica se observan en la tabla n.º 2.1.2.m.

## b.4. MÁXIMA CAÍDA DE TENSIÓN PERMISIBLE

Siguiendo la normativa (NTCSE), en zonas rurales, se establece que la pérdida de tensión permitida máxima, de la subestación de distribución hacia el lugar más distante de la red, no deberá superar el 7 % del voltaje nominal.

Los valores calculados deberán ser:

- Sistemas 380V / 220V : 7% de 380 = 36.6 V.
- Sistemas 440V / 220V : 7% de 440 = 30.8 V
- Sistemas 220 V : 7% de 220V = 15.4V

## b.5. FACTOR DE POTENCIA ( $\cos\Phi$ )

- Para cargas domiciliarias 1

- Para cargas de alumbrado público 0.9

#### b.6. FACTOR DE SIMULTANEIDAD

- Cargas domiciliarias: 0.5
- Cargas para alumbrado público: 1.00

#### b.7. DISTANCIA MÍNIMA DEL CONDUCTOR A SUPERFICIE DEL TERRENO

- En sitios con acceso único a peatones : 5 m.
- En lugares sin acceso de ningún tipo : 3 m.
- En zonas de circulación de maquinaria agrícola : 6 m.
- En caminos y calle de zonas urbanas : 6 m.
- Cruces de calles, avenidas y vías ferroviarias : 6.5 m.

### c. CÁLCULOS MECÁNICOS DEL CONDUCTOR AUTOPORTANTES

#### c.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS CABLES AUTOPORTANTES

Tabla n.º 2.1.2.13. Características de los cables autoportantes (Fuente: Fuente: Bases para el Diseño de Líneas y Redes Primarias para Electrificación Rural, DGER – MINEM)

FORMACIÓN	SECCIÓN DEL CONDUCTOR PORTANTE (mm <sup>2</sup> )	DIÁMETRO EXTERIOR TOTAL (mm)	MASA TOTAL (kg/m)	MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL PORTANTE (kN/mm <sup>2</sup> )	COEFICIENTE DE DILATACIÓN TÉRMICA (1/°C).
3x35+16/25	25	20	0.481	60.82	21x10 <sup>-6</sup>
3x25+16/25	25	18.5	0.397	60.82	21x10 <sup>-6</sup>
3x16+16/25	25	16.5	0.31	60.82	21x10 <sup>-6</sup>
3x35/25	25	20	0.419	60.82	21x10 <sup>-6</sup>
3x25/25	25	18.5	0.336	60.82	21x10 <sup>-6</sup>
3x16/25	25	16.5	0.249	60.82	21x10 <sup>-6</sup>
2x35+16/25	25	20	0.362	60.82	21x10 <sup>-6</sup>
2x25+16/25	25	18.5	0.307	60.82	21x10 <sup>-6</sup>
2x16+16/25	25	16.5	0.249	60.82	21x10 <sup>-6</sup>
2x16/25	25	16.5	0.187	60.82	21x10 <sup>-6</sup>
1x16/25	25	16.5	0.125	60.82	21x10 <sup>-6</sup>

#### c.2. HIPÓTESIS DE ESTADO

Los agentes meteorológicos serán considerados como la base para establecer las hipótesis necesarias para los cálculos mecánicos en el conductor.

Velocidad del Viento.
Temperatura.
Hielo.

Las hipótesis de estado, de acuerdo con el CNE- Suministro y el SENAMHI, deben ser establecidas tomando en consideración la zonificación del territorio peruano.

- HIPÓTESIS I: CONDICIÓN DE TODOS LOS DÍAS (EDS)

-	Temperatura: Media anual (15 °C a 25 °C; con algunas particularidades).
-	Velocidad del viento: 0 km/h.
-	Exceso de hielo: 0 mm.

- HIPÓTESIS II: DE TEMPERATURA MÍNIMA Y VELOCIDAD MÁXIMA

-	Temperatura: Mínima.
-	Velocidad del viento: Máxima.
-	Sobrecarga de hielo: Despreciable.

- HIPÓTESIS III: DE TEMPERATURA MÁXIMA

-	Temperatura: 40 °C.
-	Velocidad del viento: 0 km/h.
-	Sobrecarga de hielo: Despreciable.

- **HIPÓTESIS IV: DE CARGA DE HIELO MÁXIMA.**

-	Temperatura :	Mínima.
-	Rapidez del viento:	50% de la rapidez máxima.
-	Grosor de hielo:	6 mm de espesor.

Si después de evaluar las condiciones climáticas específicas de cada proyecto, los Consultores identifican diferencias importantes en comparación con las condiciones descritas en este documento, tendrán la facultad de proponer las modificaciones correspondientes, siempre que estén debidamente justificadas.

### **c.3. ESFUERZOS MECÁNICOS EN EL CONDUCTOR PORTANTE**

- En cualquier situación, el esfuerzo del conductor será, aproximadamente,  $52.3 \text{ N/mm}^2$ , lo que representa, en forma aproximada, un 18.00% del esfuerzo máximo de rotura.
- El esfuerzo límite a soportar por el conductor no deberá superar los  $176 \text{ N/mm}^2$ .
- Si existe hielo en el conductor, y los esfuerzos en el conductor superan el límite máximo establecido, el consultor tiene la opción de reducir el esfuerzo EDS a un valor inferior de  $52.30 \text{ N/mm}^2$ .

### **c.4. CÁLCULO DE CAMBIO DE ESTADO**

Las operaciones para el cambio de estado realizarán mediante la ecuación cúbica, descrita en la ecuación 2.1.2.02.

### **d. CÁLCULO MECÁNICO DE ESTRUCTURAS Y RETENIDAS**

El propósito del cálculo es establecer las cargas que afectan a los postes, cables de retención y demás accesorios, con el fin que se garantice, en las condiciones más críticas a saber temperaturas mínimas y máximas y velocidades de viento máximas, no exceder los esfuerzos máximos establecidos por el CNE (suministro 2011).

Los factores de seguridad, respecto a la carga de rotura, en condiciones típicas, serán:

Postes de madera → 3
Postes de concreto → 2
Cables de retenida → 2
Accesorios de ferretería → 2

Los procedimientos para los cálculos en situaciones de falla no se realizarán, es decir, cuando haya ocurrido una rotura del conductor.

#### d.1. FÓRMULAS APLICABLES

- Torque o momento causado por la carga del viento en los conductores:

$$MVC = (PV) \times (L) \times (fc) \times (SHi) \times \cos(\alpha / 2) \quad (2.1.2.40)$$

- Momento causado por la carga de los conductores:

$$\begin{aligned} MTC &= 2(Tc) \times (SHi) \times \text{sen}(\alpha / 2) \\ MVP &= [(Pv) \times (h^2) \times (Dm + 2Do)] / 600 \end{aligned} \quad (2.1.2.41)$$

- Momento resultante, en condiciones normales:

$$MRN = MVC + MTC + MVP \quad (2.1.2.42)$$

- Esfuerzo realizado por el poste en la línea de empotramiento (poste de madera):

$$R_H = \frac{MRN}{3.13 \times 10^{-5} \times (C^3)} \quad (2.1.2.43)$$

- Carga crítica en poste de madera por las cargas de compresión:

$$\begin{aligned} P_{CR} &= \frac{\pi \times EI}{(kl)^2} \\ I &= \frac{\pi \times D_m^3 \times D_0}{64} \end{aligned} \quad (2.1.2.44)$$

- Deflexión máxima del poste de madera:

$$\delta = \frac{MRN}{3E \times I} \leq 4\% \quad (2.1.2.45)$$

- Carga en el extremo superior (cúspide) del poste CAC, bajo la hipótesis en situaciones típicas:

$$QN = \frac{MRN}{(h \times l - 0.15)} \quad (2.1.2.46)$$

Dónde:

Pv: Presión del viento sobre las superficies de los conductores.
L: medida del vano, en metros.
Tc: Carga del conductor portante, en N.
fc: Diámetro global del cable autoportante, en metros.
a: Ángulo de desvío topográfico, en grados sexagesimales.
D <sub>0</sub> : Diámetro del poste en la base, en centímetros.
D <sub>m</sub> : Diámetro del poste en la cabeza, en centímetros.
h: Altura libre del poste, en metros.
H: Elevación de la carga en la estructura, del suelo, en metros.
Wc: Masa total del cable autoportante, en kg/m.
WAD: masa de un hombre con sus herramientas, igual a 100 kg.
C: Longitud de la circunferencia del poste en la línea de empotramiento, en cm.
E: Módulo de Elasticidad del poste, en kN/cm <sup>2</sup> .
I: Momento de inercia del poste, en cm <sup>4</sup> .
l: Altura de la ubicación en el poste de la retenida en el poste.
K: Factor que depende de la forma de fijar los extremos del poste.

Se utilizará cable de acero grado SIEMENS MARTIN ( $\varnothing = 10$  mm) para realizar los cálculos de las retenidas. La inclinación del cable de retenida en relación con el eje "y" será de 30 °.

#### e. CIMENTACIÓN DE POSTES

La determinación se fundamenta en su estabilidad, por ello se emplea la técnica de Sulzberger, que depende de la capacidad de carga del terreno en el que se instalarán los postes de redes secundarias.

### 2.1.3 ESTUDIOS PREVIOS

La electrificación en las zonas rurales de nuestro país empezó con cierto retraso en comparación con la electrificación de zonas urbanas. Desde 1955 con la ley de Las Industria Eléctrica se empezó a electrificar zonas de carácter urbano, pero la diferencia con las zonas rurales era notoria. En 1982 era 40% y en 1992 era del 54.9%. La brecha para la cobertura de electrificación rural era grande.

Con la ley n.º 28749, año 2006, que se reglamentó la “Ley General de Electrificación Rural”. En el 2007 se instaura la “Dirección General de Electrificación Rural” y se empezó a incentivar los proyectos de Electrificación Rural, comenzado a elevarse, paulatina y constantemente, el índice de electrificación rural del País.

Una de las técnicas para la electrificación de las zonas rural es a través de los Sistemas MRT, que por experiencias traídas del exterior se aplicaron en nuestro país por el año 1985, por lo ventajoso y económico, afianzando desde el año 1992. Dicho Sistema es una opción interesante para la electrificación de zonas rurales, que se puede aplicar de acuerdo con los requerimientos y realidad de las zonas.

El Departamento de Apurímac como parte de nuestra patria ha venido siendo electrificado por proyectos, siempre dando preferencia a las zonas urbanas. Esto se viene repitiendo en la provincia de Chincheros y distritos, como por ejemplo Huaccana. Mencionaremos proyectos que se realizaron por estas zonas, de carácter rural.

- Electrificación rural del eje Chuyama, distrito de Huaccana -2007.
- S.E.R. Andahuaylas eje Huaccana Chincheros III etapa – 2014.
- Andahuaylas Eje Huaccana Chincheros - V etapa - 2015
- “Electrificación Rural de las localidades de Trankapampa y Pullcay, Distrito de Huaccana-Chincheros-Apurímac”: Abarca las localidades de Pullcay y TrankaPampa, situadas en Apurímac. - 2017.

Son proyectos que suministran energía eléctrica a la población Rural del distrito de Huaccana y cercanías, Del cual nuestro proyecto también aportará a zonas que aún no están electrificadas, trayendo consigo los beneficios conocidos de esta disponibilidad energética a la zona.

## 2.2 MARCO CONCEPTUAL

### 2.2.1 GENERALIDADES

- **DESARROLLO SOCIOECONÓMICO SOSTENIBLE:** Es un tipo de desarrollo que tiene la capacidad de cubrir las necesidades actuales aprovechando los recursos y oportunidades en forma sostenible para las generaciones venideras. El indicador que más se utilizan es **el PIB per cápita**, calculado como la suma de bienes y servicios finales en el año, respecto del número de pobladores. *(Comisión del Desarrollo y Medio Ambiente citado en Ramírez et al (2004): 55).*
- **ZONA RURAL:** Definido como área o región que no supere las 100 viviendas y que se encuentren agrupadas de forma próxima y que no sea la capital de su distrito. En caso de superar 100 viviendas, estas se deben encontrar dispersas y no forman bloques o núcleos. *(Manual del empadronador. INEI. 1993).*
- **CALIDAD DE VIDA:** Es la apreciación de un individuo sobre su perspectiva en la vida, respecto a su contexto cultural y sistema de valores, metas, expectativas y preocupaciones. Es un concepto complejo y multidimensional que toma aspectos como la salud, autonomía, satisfacción con la vida y aspectos ambientales (servicios sociales), entre otros *(O.M.S. (1994))*
- **ECONOMÍA DE SUBSISTENCIA:** Se define como la economía en la un individuo o familia sólo produce lo que va a consumir. Si existen producción extra, serán escasos y se venden o intercambian con el trueque, lo más común. *(Westreicher, G. (2021, 25 febrero). Economía de subsistencia. Economipedia. <https://economipedia.com/definiciones/economia-de-subsistencia.html>).*
- **MIGRACIÓN INTERNA:** Se define como los individuos que se desplazan de su lugar de residencia frecuente: desplazados internos, y los individuos que deciden trasladarse a un lugar nuevo (desde zonas rurales a zonas urbanas). La migración interna comprende a los connacionales y los extranjeros que se trasladan en el interior del país (fuera de su lugar de residencia habitual). *(Fuente (adaptación): Organización Internacional para las Migraciones (OIM), Informe sobre las Migraciones en el Mundo 2015).*
- **SUBDESARROLLO:** Se refiere a la condición en la que un país o región no logra alcanzar ciertos niveles de desarrollo en términos económicos, sociales, culturales, entre otros **aspectos**. *(RAE. (s.f). Subdesarrollo | diccionario de la lengua española. «Diccionario de la lengua española» - Edición del Tricentenario. <https://dle.rae.es/subdesarrollo>).*  
Una medida aproximada del nivel de subdesarrollo es el PIB, pero complementando con indicadores tales como: Salud, Nutrición y educación.

- **ÍNDICE DE DESARROLLO HUMANO:** El IDH es definido como una evaluación global del progreso de las personas, que considera tres aspectos fundamentales:
  - La salud y longevidad, medida por la esperanza de vida al nacer.
  - Nivel de instrucción, cuantificado por la tasa de alfabetización de adultos (que tiene un peso de 2/3) y las tasas de matrícula en educación primaria, secundaria y superior (con un peso de un 1/3).
  - El PIB per cápita (en dólares americanos).

Respecto al Índice de Desarrollo Humano, este evalúa el progreso alcanzado por una nación en 3 aspectos: El acceso a una vida saludable y duradera, la disponibilidad de oportunidades educativas y el nivel de vida adecuado.

El IDH se calcula como el promedio geométrico de varios índices que miden los avances en cada una de estas áreas, usa diversos indicadores para determinarlo: esperanza de vida al nacer, periodos educación básica, ingreso de la familia disponible o consumo per cápita.

- **EXPEDIENTE TÉCNICO:** La documentación técnica y/o económica necesaria para garantizar la correcta realización de una obra se conoce como expediente técnico. Este conjunto de documentos incluye la descripción detallada de la obra, las especificaciones técnicas, los planos de construcción, los cálculos de materiales, el presupuesto, el valor de referencia, análisis de precios, el cronograma de avance de la obra valorizado, los cálculos matemáticos necesarios, y de ser necesario, los estudios de suelos, aspectos geológicos, ambientales u otros complementarios.

- **DGER:** Es responsabilidad de la DGER crear y mantener actualizado anualmente el Plan Nacional de Electrificación Rural (PNER) en concordancia con las autoridades locales, regionales y otras organizaciones públicas / privadas. Este plan es crucial para el desarrollo de la política energética del Estado al ser una herramienta esencial en su diseño.

- **CALIFICACIÓN S.E.R.:** Sistema eléctrico rural (SER). Se define SER a las instalaciones localizadas fuera de un área de concesión, concedida, en concordancia, con la LCE que puede proporcionar al Sistema Público, energía eléctrica.

*(Nuevo Reglamento de la Ley General de Electrificación Rural - Estudio Eche copar. (s. f.). ESTUDIO ECHECOPAR. <https://www.ehecopar.com.pe/publicaciones-nuevo-reglamento-de-la-ley-general-de-electrificacion-rural.html>).*

- **MÁXIMA DEMANDA:** Referido a la demanda máxima (pico); es la solicitud más alta registrada de energía o potencia eléctrica en el período de facturación. Llámese período de facturación un mes (a fin de mes, por lo general).

(M. (2020, 12 marzo). *¿Qué es la medición de demanda máxima?* CLOU GLOBAL. [https://clouglobal.com/es/que-es-la-medicion-de-demanda-maxima/#:%7E:text=La%20demanda%20m%C3%A1xima%20\(o%20pico,cargo%20por%20la%20energ%C3%ADa%20consumida\).](https://clouglobal.com/es/que-es-la-medicion-de-demanda-maxima/#:%7E:text=La%20demanda%20m%C3%A1xima%20(o%20pico,cargo%20por%20la%20energ%C3%ADa%20consumida).)

- **ESTUDIO DE PREOPERATIVIDAD Y OPERATIVIDAD:** Se deberá demostrar que el proyecto ha sido diseñado para interconectarse con el SEIN sin dificultar la expansión del sistema, conservando una adecuada operación y seguridad, garantizando el suministro continuo y la calidad de la energía. Además, para el Estudio de Pre-Operatividad de deberá contar con los documentos, actas de reunión y similares que constaten las coordinaciones realizadas con el Propietario, respecto a la viabilidad de la conexión y desarrollo del proyecto.

(User, S. (s. f.). *Estudios de preoperatividad y operatividad.* EDP PROYECTOS. [http://www.edpproyectos.com/servicios/estudios-de-pre-operatividad/#:%7E:text=El%20Estudio%20de%20Pre%20Operatividad,y%20calidad%20del%20suministro%20el%C3%A9ctrico\).](http://www.edpproyectos.com/servicios/estudios-de-pre-operatividad/#:%7E:text=El%20Estudio%20de%20Pre%20Operatividad,y%20calidad%20del%20suministro%20el%C3%A9ctrico).)

## MÉTRICAS

- **SUBESTACIÓN ELÉCTRICA:** Colección de dispositivos eléctricos que forman un sistema eléctrico de potencia cuyo objetivo es la producción, conversión, regulación y distribución de la energía eléctrica. (T. (2019, 4 noviembre). *Subestaciones eléctricas: ¿qué son y para qué sirven?* Twenergy. <https://twenergy.com/energia/energia-electrica/que-son-las-subestaciones-electricas/>).

- **C.O.E.S.:** El Comité de Operación Económica del Sistema Interconectado Nacional, es un organismo privado del Perú sin fines de lucro; conformada por generadoras, distribuidoras y usuarios libres. Tiene como misión la coordinación de las operaciones a corto, mediano y largo plazo del SEIN cuya misión es la de lograr menores costos operativos y garantizar la confiabilidad y seguridad de todo el sistema e incentivar el uso de forma eficiente de los recursos energéticos.

(BNamericas - *Comité de Operación Económica del Sistema In. . .* (s. f.). BNamericas.com. <https://www.bnamericas.com/es/perfil-empresa/comite-de-operacion-economica-del-sistema-interconectado-nacional>).

- PUESTA A TIERRA:** Conexión en las superficies conductoras expuestas (carcasas metálicas) a un punto sin energizar; comúnmente es la “tierra – suelo” en la que se conecta la construcción. Al sistema de uno/varios electrodos (varillas) que conectan a la tierra se les denomina «toma de tierra». Estas son usadas como medida de seguridad.

(colaboradores de Wikipedia. (2021, 30 marzo). *Puesta a tierra. Wikipedia, la enciclopedia libre*. [https://es.wikipedia.org/wiki/Puesta\\_a\\_tierra#Definiciones](https://es.wikipedia.org/wiki/Puesta_a_tierra#Definiciones)).
- SECCIONADOR:** Dispositivo mecánico para maniobras sin energizar que, por seguridad, asegura una distancia de corte de energía eléctrica visible. Se usa para aislar un elemento de la red eléctrica o parte de esta del sistema, ponerlas fuera de servicio o para llevar a cabo labores de mantenimiento.

(S. (2018, 15 marzo). *Seccionadores. Sector Electricidad | Profesionales en Ingeniería Eléctrica*. <http://www.sectorelectricidad.com/20135/seccionadores/#:%7E:text=Aparato%20mec%C3%A1nico%20de%20maniobra%20sin,llevar%20a%20cabo%20trabajos%20de>).
- CUT-OUT:** Son dispositivos unipolares para el montaje vertical, contruidos para ser usado en exteriores, dando protección a los sistemas aéreos, con voltajes entre 6 kV y 36 kV. Los CUT-OUT vienen con ganchos para la apertura “en caliente” mediante pértigas, que se conectan en forma paralela con el portafusible. (*Cortacircuitos de expulsión Cut-Out. (s. f).* RAFAEL ÁLVAREZ. <http://rafael-alvarezp.blogspot.com/2016/03/cortacircuitos-de-expulsion-cut-out.html>).
- LICITACIÓN PÚBLICA:** Se trata de un proceso reglamentado por el cual una entidad gubernamental inicia una convocatoria de contratación para llevar a cabo una obra, abastecer y/o brindar un servicio. Es un proceso público. Pueden participar empresas de diferente tipo, usualmente una entidad física o jurídica que reúna los requisitos y que no esté impedida para contratar.

(C. (2020a, octubre 28). *¿Qué es una licitación Pública y cómo presentarse? Circulantis*. <https://circulantis.com/blog/licitacion-publica/>).
- MARCO NORMATIVO:** Son las diferentes normas, criterios, métodos y lineamientos que indican la manera en la que se deberán realizar los procedimientos para lograr las metas propuestas en determinados procesos, siguiendo una calendarización.

(W. (s. f.). *Marco Normativo. Colegio de Postgraduados*. <http://www.colpos.mx/wb/index.php/marco-normativo>).

- **COMMODITIES:** Viene a ser los bienes básicos; aquellos destinados para uso comercial, son relevantes, sin valor agregado, no son procesados o no tienen alguna diferencia con lo que se encuentra con lo estándar del mercado, usándose como materia prima para otros bienes.

(Castro, L. F. (2021, 27 septiembre). *¿Qué son los commodities? Características y tipos.*

Rankia. <https://www.rankia.co/blog/analisis-colcap/3690806-que-son-commodities-caracteristicas-tipos>).

## 2.2.2 TERMINOLOGÍA TÉCNICA

### 2.2.2.1 REDES DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA

En nuestro país, se define la distribución, según el C.N.E. como "el medio por el cual la energía eléctrica se transmite al usuario final desde una barra de transmisión". Estas pueden ser de aéreas o subterráneas, conformadas por tramos que funcionan a distintos voltajes. Mayor definición se aprecia en la figura 2.2.3.1

**TIPOS DE RED SEGÚN EL NIVEL DE TENSION:**

Tipo de Red	Denominación Perú	Abreviatura	Nivel de Tensión (kV)
Transmisión	Muy Alta Tensión	MAT	(> 100 kV)
Subtransmisión	Alta Tensión	AT	(> 30 kV y <= 100 kV)
Distribución Primaria	Media Tensión	MT	(> 1 kV y <= 30 kV)
Distribución Secundaria	Baja Tensión	BT	(<= 1 kV)

Figura 2.2.2.1: Tipos de red según el nivel de tensión (Fuente: Distancias mínimas de seguridad en media tensión y la prevención de accidentes por causas eléctricas - Colegios de Ingenieros del Perú)

### 2.2.2.2 REDES DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA SEGÚN SU TENSIÓN NOMINAL

#### ➤ Redes de distribución de media tensión o primarias

Dispositivos y/o equipos empleados para transmitir energía eléctrica, de una subestación de distribución hacia una subestación de conversión de M.T., pudiendo ser parte de una subestación MT/MT o de una subestación poste MT/BT.

La red primaria se caracteriza, en la Media Tensión (MT), por encontrarse en el rango de 1 kV a 30 kV.

➤ **Redes de distribución de baja tensión o secundarias**

Dispositivos o equipos usados para llevar la energía eléctrica a tensiones, a lo más de 1 kV. Estas redes son empleadas para transportar energía eléctrica desde los transformadores de distribución hacia las conexiones individuales de los consumidores individuales finales.

### **2.2.2.3 REDES DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA SEGÚN SU UBICACIÓN GEOGRÁFICA**

➤ **Redes de distribución urbana**

Se trata de las redes de distribución eléctrica que se encuentran ubicadas en zonas urbanas, ya sea dentro de las ciudades o en áreas urbanas de los municipios. Estas redes presentan ciertas características como:

- a) una alta concentración de usuarios.
- b) la utilización de cargas monofásicas y trifásicas.
- c) la instalación de postes de concreto, en general.
- d) la necesidad de coordinación con otras redes: telecomunicaciones, acueductos, alcantarillados, entre otras, teniendo en cuenta las especificaciones de los edificios.
- e) Una densidad alta de clientes comerciales e industriales y;
- h) Para mantenimientos preventivos, se prefiere realizar trabajos en “caliente” para evitar desabastecimiento del suministro de energía.

➤ **Redes de distribución rural**

Son las que suministran energía eléctrica a lugares remotos o dispersos, como áreas rurales dedicadas a la agricultura y ganadería. A diferencia de las redes urbanas, estas no están organizadas en manzanas y sus usuarios están más dispersos. Se caracterizan por:

- a) Densidad poblacional baja.
- b) Los usuarios residenciales predominan.
- c) Demanda de energía baja.
- d) Dificultad de acceso a algunos tramos de la red.

e) Existencia de averías en los circuitos, debido al contacto con la vegetación de los arbustos.

#### **2.2.2.4 REDES DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA SEGÚN SU TIPO DE CONSTRUCCIÓN**

##### **➤ Redes de distribución subterráneas**

Las redes subterráneas de distribución eléctrica se refieren a la instalación de conductores eléctricos debajo de las calles, bien sea directamente o a través de tuberías o ductos, para ocultarlos de la vista. Estos conductores tienen aislamiento adecuado para el voltaje y poseen cubiertas de protección. Estas redes se utilizan en ciudades que, para la estética, el urbanismo o la seguridad no permita la instalación de redes aéreas. Además, presentan ventajas para el mantenimiento y la calidad del servicio en cuanto a operación continua del servicio. Algunas características son:

- a) Los daños, en el aspecto aéreo, no afectan a las redes subterráneas.
- b) La estética de la ciudad no se afecta, por lo que no son visibles.
- c) Mayor seguridad al no estar expuestas a aves y humanos.
- d) No se pueden vandalizar.
- e) Los mantenimientos preventivos como la poda y el lavado no se realizan.

Sin embargo, las redes subterráneas también presentan algunas desventajas, como:

- a) Una inversión inicial elevada.
- b) La localización de fallas o daños es más compleja.
- c) El mantenimiento es más complejo y las refracciones toman su tiempo.
- d) humedad latente y posible ataque de roedores, en caso de falta de mantenimiento.

##### **➤ Redes de distribución aéreas**

En las redes de distribución aérea, los conductores eléctricos son sostenidos por aisladores en crucetas que se encuentran en postes, y en algunos casos, además se utilizan torres o torrecillas. Estos conductores son, en su gran parte, sin aislamiento y los materiales seleccionados se escogen de acuerdo con la contaminación de la zona.

Son, usualmente, utilizadas en los sistemas de distribución eléctrica del país debido a su costo inicial más bajo que las redes subterráneas, Otras ventajas son:

- a) Debido a que son las más comunes, los materiales necesarios son de fácil acceso.

- b) El costo inicial de construcción es menor que el de las redes subterráneas.
- c) El proceso de construcción de estas redes es más rápido que el de las subterráneas.
- d) El mantenimiento de estas redes es más sencillo.
- e) Es más fácil localizar las fallas en estas redes.
- f) Las reparaciones de los daños suelen ser más rápidas.

Sin embargo, también es importante mencionar las desventajas de este tipo de redes en comparación con las redes subterráneas, que principalmente tienen que ver con la seguridad y el mantenimiento. Algunas de estas desventajas incluyen:

- a) Estas redes están expuestas y pueden afectar la estética de las ciudades.
- b) Son menos seguras para los peatones que las redes subterráneas.
- c) Requieren un mayor mantenimiento preventivo para evitar cortes y fallas.

#### 2.2.2.5 REDES ÁREAS DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA

En el país, son las de mayor uso, principalmente, por el contraste del costo de construcción en comparación con las redes subterráneas.

Mencionaremos algunos de los materiales más comunes usados en las redes de distribución aéreas eléctricas, tales como:

1. **Postes:** Los postes son una estructura fundamental en las redes de distribución eléctrica, ya que se usan como soporte para los tendidos eléctricos en media y baja tensión. La elección de los postes adecuados depende de factores como la resistencia, longitud y material de construcción de estos.
2. **Conductores:** Transportan de la energía eléctrica, de las subestaciones de distribución hacia otras subestaciones de distribución eléctrica tipo poste. Son los componentes más sensibles y críticos del sistema, ya que su estado influye directamente en la calidad del servicio eléctrico prestado. Dependiendo de la tensión y la ubicación del circuito, se pueden utilizar conductores ACSR o AAAC en media tensión, y conductores AAC o AAAC en neutro para los circuitos secundarios.
3. **Crucetas:** Son las estructuras que van ancladas en los postes con los herrajes, con estos se instalan los aisladores. De acuerdo con la estructura, se determinará el número de crucetas y tipos de aisladores a instalar en ellas. Su objetivo es fijar, en forma horizontal, las líneas de acuerdo con las especificaciones de separación de los conductores. (Crucetas de madera y metálicas).

- 4. Aisladores:** Tienen la tarea de separar las líneas de las estructuras o armaduras en cada poste, seleccionando los aisladores en función del nivel de tensión y del tipo de armadura en cada soporte. Se emplean diferentes tipos de aisladores, como porcelana, vidrio o polímeros, según se trate de anclajes y extremos de línea o de alineaciones y ángulos más pequeños.
- 5. Herrajes:** Son las piezas metálicas que se encuentran en cada estructura y cuyo objetivo es sujetar todos los materiales, en forma segura, utilizados en el poste y entre ellos mismos. Para redes aéreas, los herrajes más empleados incluyen tornillos, pernos, abrazaderas y grapas para sujeción.
- 6. Equipos de seccionamiento:** Establecen y/o delimitan zonas para el trabajo y protegen el sistema de averías. En distribución se utilizan, principalmente, cortacircuitos, switches, interruptores y reconectores como equipos de seccionamiento.
- 7. Transformadores:** En sistemas de distribución, los transformadores reducen la tensión o voltaje de la energía eléctrica en donde corresponda.
- 8. Armados de media tensión:** Corresponde a el conjunto de crucetas, aisladores y herrajes que se instalan en un poste de MT. Se diferencian de los armados comunes por la cantidad de crucetas y el tipo de aislador (Alineación, Angulo, anclaje, de fin de línea, Angulo 90°).
- 9. Estructuras de media tensión:** Varían de acuerdo con su tipo de trabajo y de forma de los armados. Se caracterizan por el tipo de armados, pero varían dependiendo la combinación y modo de apoyo. (En alineación, en Angulo, en anclaje, fin de línea en H, Mixtas).

#### **2.2.2.6 SISTEMA MONOFÁSICO CON RETORNO A TIERRA (M.R.T.)**

Este sistema está compuesto por sólo un conductor conectado a una fase, con una tensión de línea de 22.9 kV y una tensión fase de 13.2 kV (tal como se muestra en la figura 2.2.3.b). Este conductor está conectado al primario del transformador monofásico de distribución, mientras que el otro extremo del transformador se encuentra conectado a tierra de forma rígida. Con ello se logra un equivalente al sistema monofásico con neutro típico.

Se verificó que la energía eléctrica retoma exactamente por debajo de la línea, formando capas cilíndricas de conducción superpuestas, con aumentar el diámetro del conductor, según la resistividad del camino terrestre, se logra minimizar la energía reactiva inductiva del sistema.

El sistema es limitado porque extrae energía de un sistema que posea el neutro aterrado, es decir, debe ser un secundaria con topología estrella. Además, una limitación es que el servicio que produce es monofásico, pero podemos suministrar cargas trifásicas empleando convertidores, con lo que se puede suministrar a la pequeña y mediana industria. En la figura 2.2.3.2 podemos apreciar el diagrama de un Sistema MRT.

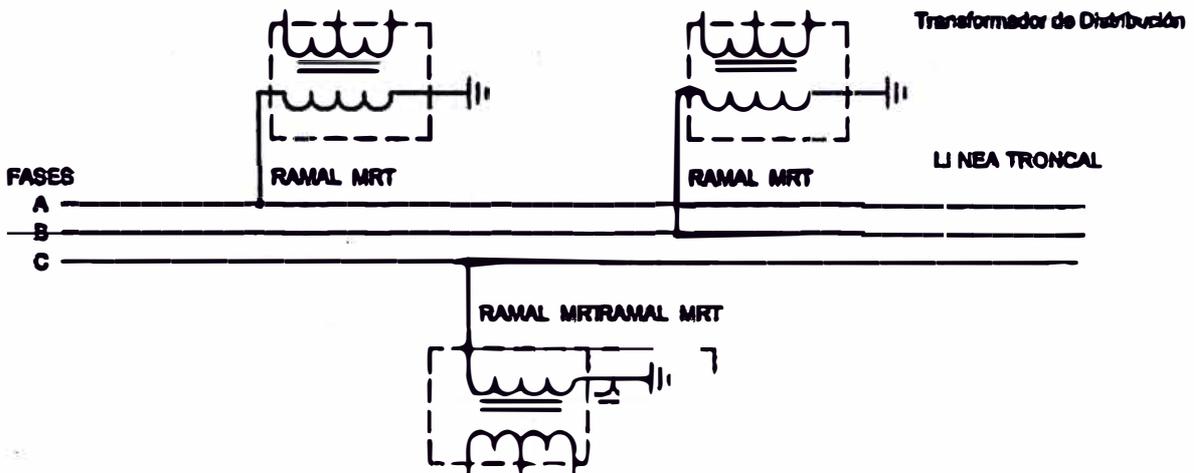


Figura 2.2.2.3: Diagrama M.R.T. (Fuente: Electrificación rural de localidades pequeñas y alejadas, en sistema MRT, 13,2 kV – Espinoza)

El sistema MRT es considerado seguro, confiable y económico, cuando se instale correctamente, siguiendo las normativas, respecto a los aspectos de seguridad y puesta a tierra. La DGE/MEM utiliza los siguientes criterios:

- Para una adecuada protección del transformador de distribución, el pararrayos debe estar ubicado cerca del transformador y su borne de tierra debe unido al tanque del transformador. Por ello se sigue la normativa de la norma ANSI Std C62.22 1997.
- El numeral 5.1.3 de la norma ANSI C57.12.20-1974 define que los terminales neutros de los transformadores monofásicos, en ambos lados, deben unirse mediante pernos al tanque del transformador. Esta configuración es la adecuada conexión del pararrayos, mencionada anteriormente.
- Es recomendable unir los neutros de la M.T. y B.T., así como el borne de tierra del pararrayos con el tanque del transformador. Esto garantizará que no haya diferencia de potencial entre el tanque del transformador y la puesta a tierra, logrando una conexión equipotencial, haciendo una instalación segura y confiable.
- El valor de la resistencia de las PAT de las S.D. monofásicos de sistemas con retomo por tierra:

En transformador de 5 kVA, R= 25 Ohm.
En transformador de 10 kVA, R= 25 Ohm.
En transformador de 15 kVA, R= 20 Ohm.
En transformador de 25 kVA, R= 15 Ohm.

- Para el mantenimiento del sistema se debe dar alta importancia a la puesta a tierra, ya que es la que cierra el circuito eléctrico como un neutro. Se deberá realizar en este punto

mantenimientos preventivos y/o correctivos periódicos para asegurar que se cumplan las condiciones mínimas para el funcionamiento del sistema, las cuales, en el tiempo, deberá ser lo más estable y duradero.

Según un informe de OSINERMIN, se recomienda que el máximo de corriente eléctrica a transportar en los sistemas MRT, no sea mayor a 8 A (61 kVA).

### 2.2.2.7 TERMINOLOGÍA COMPLEMENTARIA

- **CÓDIGO NACIONAL DE ELECTRICIDAD:** El propósito principal de este Código es establecer normas preventivas para proteger la seguridad de las personas, los seres vivos y la propiedad, así como el medio ambiente y el patrimonio cultural, ante los riesgos asociados con el uso de la electricidad. Además, establece medidas para prevenir descargas eléctricas e igniciones, establecer medidas adecuadas para la instalación, operación y mantenimiento de equipos eléctricos. No es una guía detallada de especificaciones para proyectos o un manual de instrucciones para proyectos.
- **CONCESIONARIA ELÉCTRICA:** Con este término se intenta abarcar cualquiera entidad que ejecuta proyectos de infraestructura pública referente a la energía eléctrica, en virtud de una concesión otorgada por las autoridades del país de acogida  
(*Empresa Concesionaria | Diccionario Jurídico y Social | Enciclopedia Online. (s. f.). LAW. <https://diccionario.leyderecho.org/empresa-concesionaria/>*).
- **TENSIÓN NOMINAL:** Se define como la diferencia de potencial eléctrico que un fabricante o proveedor ha establecido para un dispositivo determinado. Si no se especifica lo contrario, se trata del valor RMS (valor medio) del voltaje.  
(*¿Qué es la tensión nominal? (2020, 25 junio). igus Blog España. <https://blog.igus.es/knowledge-base/que-es-la-tension-nominal/#:%7E:text=La%20tensi%C3%B3n%20nominal%20de%20una,para%20un%20equipo%20en%20concreto>*)
- **FLECHA:** La definición dada se refiere a la altura de un cable. La altura del cable se mide desde el punto más bajo del conductor hasta una línea imaginaria horizontal que sale del soporte más bajo. (Flecha (Electricidad). (s. f.). Glosarios especializados. <https://glosarios.servidor-alicante.com/electricidad/flecha>).
- **FASE, NEUTRO Y TIERRA:**
  - A) **Fase:** Se entiende que se refiere al conductor activo. Se define como el conductor que transporta la energía eléctrica, la red hasta una toma de nuestro hogar.

B) **El neutro:** Es aquel conductor con voltaje nulo o diferencia de potencial igual a cero. Su función es crear una diferencia de potencial que permita que circule la corriente eléctrica en el conductor de fase por la diferencia de potencial. Debido al neutro se activa la conducción de la corriente eléctrica, a menos que la diferencia de potencial se crea, alternativamente, con el conductor de tierra.

C) **La tierra:** Es aquel conductor que tiene como objetivo la protección de un sistema conduciendo posibles sobretensiones a tierra. Su objetivo es desviar la corriente de falla en la instalación. (User, S. (s. f.-a). *Diferencias entre fase, neutro y tierra. Onulec.* <https://www.onulec.com/blog/noticias-sector-electrico/219-diferencias-entre-fase-neutro-y-tierra#:~:text=El%20neutro%20es%20un%20conductor,por%20el%20conductor%20de%20Fase>).

- **EFECTO CREEP:** Se puede definir como la predisposición de un material sólido a modificar su forma de forma permanente por la influencia de la presión (falla). Resulta del alto nivel de presión que se encuentran sometidos por debajo de la fuerza límite del material. El índice de creep depende de las características de los materiales, tiempo de exposición, temperatura y carga mecánica. Según el valor de la carga y duración, la deformación puede hacerse muy grande, y podría ser que el dispositivo ya no pueda realizar el trabajo para el cual fue instalado.

(Creep (deformación por fluencia lenta). (s. f.). TA Instruments. <https://www.tainstruments.com/t/test-types/creep/?lang=es>).

- **SAETA:** Definida como la distancia vertical entre el punto de agarre más bajo del cable y con su vértice.

- **NIVEL ISOCERAÚNICO:** Esta cifra se utiliza para referirse a la cantidad de tempestades eléctricas (aquellas que producen truenos) que se producen anualmente. La cantidad de descargas atmosféricas está estrechamente relacionada con la cantidad de descargas por unidad de área y por unidad de tiempo, las más importante es el número de rayos que caen por unidad de superficie (kilómetro<sup>2</sup>) y por un año, ya que esto mide la probabilidad de que una localización en el suelo sea tocada por un rayo.

(10 - LA SEGURIDAD Y LA INTERFERENCIA (continuación). (s. f.). Universidad Nacional La Plata. <https://catedra.ing.unlp.edu.ar/electrotecnia/sispot/Libros%202007/libros/et/et-10/et-102/et-102.htm>).

- **LÍNEA DE FUGA:** Separación más corta entre dos conductores, medida a lo largo de la separación. Es un parámetro para el planeo del aislamiento y de las boquillas aislantes. También se puede definir como, la mínima distancia en la superficie de una pieza de material aislante entre dos puntos a diferentes potenciales.

(Línea de fuga (Electricidad). (s. f.). Glosarios especializados. <https://glosarios.servidor-alicante.com/electricidad/linea-de-fuga#:~:text=La%20distancia%20m%C3%A1s%20corta%20entre,dos%20puntos%20a%20diferente%20potencial>).

- **CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO:** Una falla del aislamiento en un lugar de la red eléctrica, producirá un violento crecimiento de la corriente eléctrica: la corriente de cortocircuito. Los dispositivos que incrementan la corriente de cortocircuito son los generadores, los motores, los compensadores sincrónicos. Los dispositivos que la limitan son las líneas, los transformadores, los autotransformadores y las barras.

(CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO (CAPITULO II). (s. f.). Universidad Nacional La Plata. <https://catedra.ing.unlp.edu.ar/electrotecnia/sispot/Libros%202007/libros/ie/ie-02/ie-02.htm>).

Un ejemplo de la generación de la corriente de cortocircuito se observa en la figura 2.2.3.3.

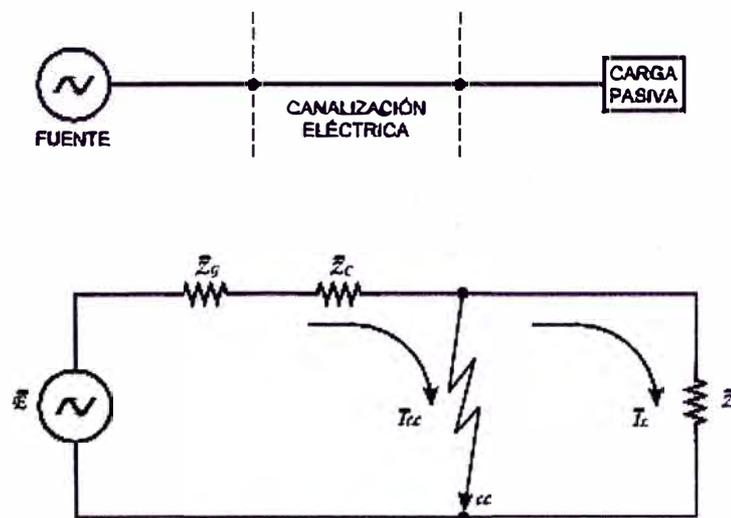


Figura 2.2.2.1.: Esquema equivalente simple de un Sistema eléctrico (Fuente: Instituto de Ingeniería Eléctrica – Instalaciones eléctricas de baja tensión)

La corriente de carga queda limitada por la impedancia de la carga. En un cortocircuito franco (de impedancia cero):

$$\overline{I_{cc}} = \frac{\overline{E}}{\overline{Z_G} + \overline{Z_C}}; \overline{E}: \text{Tensi3n\_eficaz\_de\_fase\_de\_la\_fuente} \quad (2.2.3.1)$$

$\overline{Z_G}$ : Impedancia\\_interna\\_de\\_la\\_fuente;  $\overline{Z_L}$ : Impedancia\\_de\\_la\\_lnea

## **CAPITULO III**

### **DESARROLLO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

#### **3.1 ANÁLISIS DEL PROBLEMA**

##### **3.1.1 METODOLOGÍA**

###### **3.1.1.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN**

El proyecto al tener como fin el diseño, instalación y puesta a punto de un Sistema material que provea energía eléctrica a la zona rural del distrito de Huaccana. Posee un Enfoque cuantitativo, el cual utilizará conocimientos de Ingeniería que se han adquirido para la implantación de dicho Sistema.

Será de carácter cuantitativo ya que es basado en la recopilación de información y análisis de dicha información; mediante uso de teorías. El objetivo de la investigación (Problema de la falta de suministro eléctrico en la zona de estudio), será emplear teorías y modelos que se relacionen con dicho objeto de estudio (Carencia de energía eléctrica). También se justifica al tener sólo 2 variables (número reducido de variables), la variable independiente (Desarrollo del Sistema) y la variable dependiente (Modificación del Índice de Desarrollo Humano).

A diferencia del enfoque cualitativo, se emplea el total control de la situación de estudio (Sistema), evitando dejar un proceso a la percepción relativa; ya que la elaboración de dicho Sistema tiene alto detalle en su Estructura. Además, los resultados son de carácter general que afianzan las teorías utilizadas.

### 3.1.1.2 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

## DISEÑO DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA

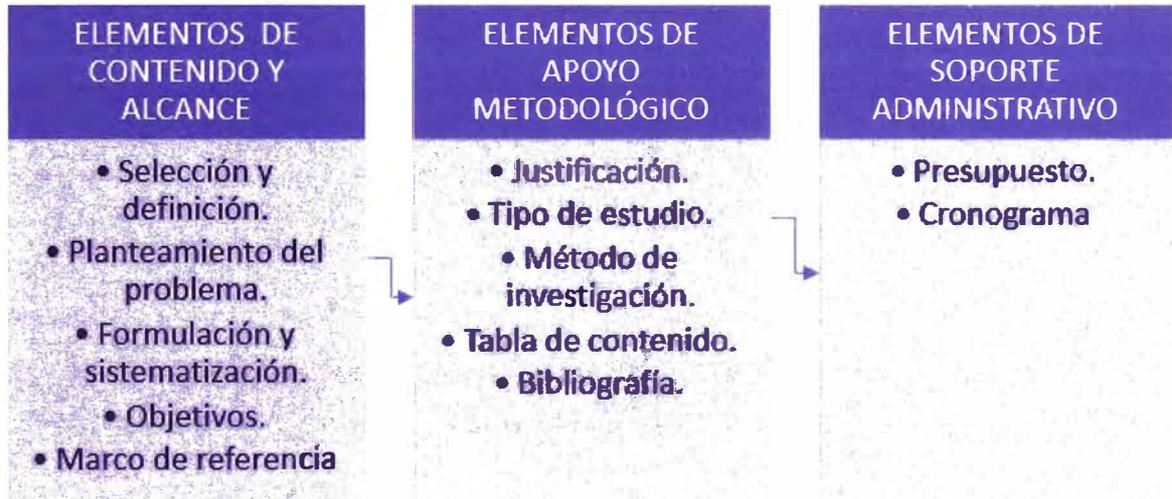


Figura 3.1.1.1: Diseño de Trabajo de suficiencia PARTE 1(Fuente: Elaboración propia)

## DESARROLLO DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA



Figura 3.1.1.2: Desarrollo del trabajo de suficiencia PARTE 2 (Fuente: Elaboración propia)

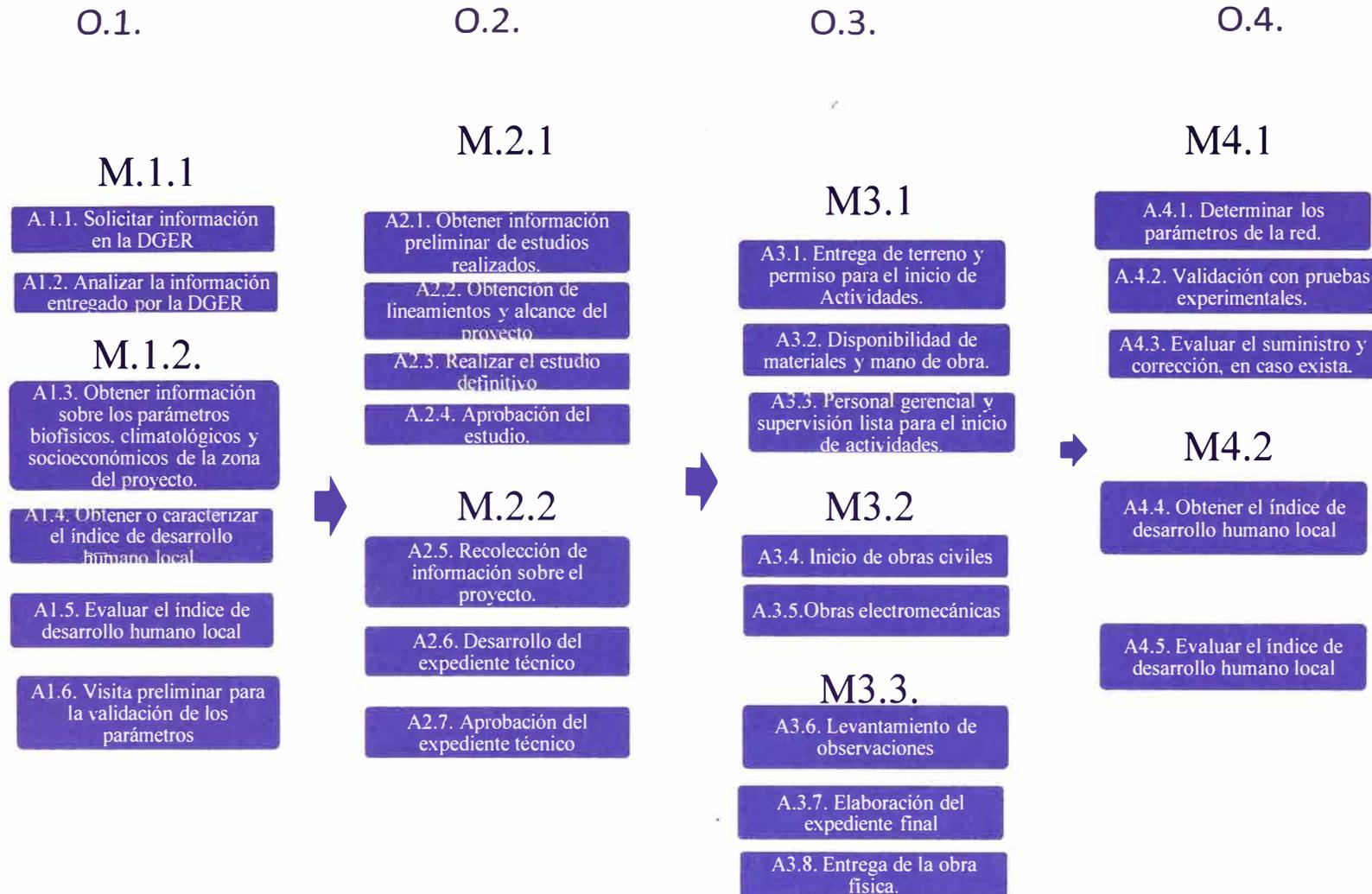


Figura 3.1.1.3.: Diseño de planeamiento de la solución por objetivo (Fuente: Elaboración Propia)

### 3.1.1.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

En el presente trabajo de suficiencia se tiene que la población a la cual va dirigido el presente proyecto coincide con la muestra de estudio o de trabajo. El presente trabajo, el cual se desarrolla en un área determinada, recorriendo poblados, carreteras y localidades representa la muestra de estudio y a la vez la población a la cual está destinado dicho proyecto.

La población y muestra (coincidentes) corresponde a la población ubicada en el área rural del distrito de Huaccana, provincia de Chincheros, departamento de Apurímac.

### 3.1.1.4 MÉTODOS Y TÉCNICAS DE OBTENCIÓN DE DATOS DEL PROYECTO

Los métodos de recolección primaria son de tipo cuantitativo (medición de la necesidad expresando en carencia del recurso eléctrico), a través de técnicas análisis de la situación temporal (a través del tiempo) y proyecciones de la necesidad. El método de recolección secundaria se da a través de técnicas de resumen ejecutivo, informes y noticias locales.

Se pudo obtener la siguiente información complementaria para el desarrollo del proyecto:

#### a. UBICACIÓN

La Obra “Ampliación e Instalación del Sistema Eléctrico Rural, distrito de Huaccana – Chincheros - Apurímac” se ubica en el distrito de Huaccana, provincia de Chincheros y departamento de Apurímac. El área la obra se encuentra entre las siguientes coordenadas UTM 18L: 625429.59 E, 8505106.98 N; 625345.66 E, 8527342.86 N; 646290.87 E, 8534962.40 N; 648333.98 E, 8520566.54 N.

#### b. CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS

Según el servicio nacional de meteorología e hidrología (SENAMHI), son los vistos en la tabla 3.1.1.1:

Tabla n.º 3.1.1.1: Condiciones Climatológicas del distrito de Huaccana (Fuente: SENAMHI – 2015)

Parámetro	Estación Chincheros
Temperatura máxima media (°C)	30
Temperatura media (°C)	18
Temperatura mínima media (°C)	3

### **c. TOPOGRAFÍA**

La topografía del terreno corresponde a la típica región de montañas, caracterizada por su accidentada configuración geográfica, con suelo estable, la vegetación natural en la zona la obra consiste en arbustos silvestres.

Las altitudes varían entre 1439 – 3485 msnm.

### **d. VÍAS DE ACCESO**

#### **d.1. VÍAS DE ACCESO PRINCIPALES**

La ruta más recomendable es por vía asfaltada y afirmada de Lima – Ayacucho (527 Km.) con una duración de 10 horas aproximadamente en bus, más la ruta Ayacucho – Chincheros (150 Km.) con una duración de 4 horas, continuando por la carretera Chincheros – Huaccana (40 Km.) con una duración de 1.30 horas.

La ruta, vía aérea, Lima - Andahuaylas es la más rápida (55 minutos) y, luego por vía terrestre 2 horas a Chincheros.

#### **d.2. VÍAS DE ACCESO A LOS TRAMOS DE LÍNEA PRIMARIA Y REDES PRIMARIAS**

Todos los tramos de líneas primarias son accesibles, a excepción de los tramos de, LP LLocllapata, LP Chacchahua, LP Uscupata.

El acceso se hace mediante carreteras asfaltadas, carreteras afirmadas, trochas carrozables y caminos de herradura y se encuentra cerca de las vías de comunicación principales.

### **3.1.1.5 CRONOGRAMA DE TRABAJO – GRAFICA DE GANTT**

#### **a. METAS VERIFICABLES DEL PROYECTO**

El proyecto se ha dividido en 4 objetivos específicos, que tendrá sus respectivas metas a conseguir:

- El Objetivo 1 (O.1. → Examinar, analizar los requerimientos del proyecto dados por la DGER, los estudios preliminares y evaluar el índice de desarrollo humano local) se ha dividido en 2 metas: La primera meta es la obtención y análisis de la información preliminar sobre el proyecto (M.1.1) y; la obtención de parámetros de la zona de estudios que permitan calcular el índice de desarrollo humano, así como su evaluación y la visita de la zona de trabajo para la validación de dichos datos obtenidos (M.1.2).

- El objetivo 2 (O.2. → Elaborar los estudios definitivos y expediente técnico) Se ha dividido en 2 metas: Obtención de data, realización y aprobación del estudio definitivo (M.2.1) y; realización y aprobación del expediente técnico (M.2.2).
- El objetivo 3 (O.3. → Diseñar e implantar el sistema de suministro eléctrico de acuerdo con el contexto) Se ha dividido en 3 metas: Disponibilidad de recursos humanos, materiales y administrativos para el inicio de las actividades (M.3.1); Desarrollo de las actividades de instalación y electromecánicas (M.3.2.) y; la entrega del proyecto físico con el levantamiento de observaciones (M3.3).
- El objetivo 4 (O.3. → Evaluar el sistema de suministro y la evolución del índice de desarrollo humano local) Se ha dividido en 2 metas: Realizar con los parámetros de la red, pruebas y determinar el estado óptimo de la red (M4.1) y; obtención y evaluación del índice de desarrollo humano (M4.2).

## **b. METODOLOGÍA DEL PROYECTO**

- Actividad 1.1.: Solicitar información en la DGER.
- Actividad 1.2.: Analizar la información entregada por la DGER.
- Actividad 1.3.: Obtener información sobre los parámetros biofísicos, climatológicos y socioeconómicos de la zona del proyecto.
- Actividad 1.4.: Obtener o caracterizar el índice de desarrollo humano local.
- Actividad 1.5.: Evaluar el índice de desarrollo humano local.
- Actividad 1.6.: Visita preliminar para la validación de los parámetros.
- Actividad 2.1.: Obtener información preliminar de estudios realizados.
- Actividad 2.2.: Obtención de lineamientos y alcance del proyecto.
- Actividad 2.3.: Realizar el estudio definitivo.
- Actividad 2.4.: Aprobación del estudio.
- Actividad 2.5.: Recolección de información sobre el proyecto.
- Actividad 2.6: Desarrollo del expediente técnico.
- Actividad 2.7: Aprobación del expediente técnico.
- Actividad 3.1.: Entrega de terreno y permiso para el inicio de obras.

- Actividad 3.2.: Disponibilidad de materiales y mano de obra.
- Actividad 3.3.: Personal gerencial y supervisión preparada para el inicio de actividades.
- Actividad 3.4.: Inicio de obras civiles.
- Actividad 3.5: Obras electromecánicas.
- Actividad 3.6.: Levantamiento de observaciones.
- Actividad 3.7.: Elaboración del expediente final.
- Actividad 3.8: Entrega de la obra física.
- Actividad 4.1.: Determinar los parámetros de la red.
- Actividad 4.2.: Validación con pruebas experimentales.
- Actividad 4.3.: Evaluar el suministro y levantar las observaciones, en caso requiera.
- Actividad 4.4.: Obtener el índice de desarrollo humano local.
- Actividad 4.5.: Evaluar el índice de desarrollo humano local.

### c. ORGANIZACIÓN DEL PROYECTO

Tabla n.º 3.1.1.2: Organización del proyecto (Fuente: Elaboración propia)

	<b>NOMBRE</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CÓDIGO</b>
1	Ingeniero Representante 1	Gerente general contratista	I.G.1
2	Ingeniero Representante 2	Gerente de proyectos contratista	I.G.2
3	Ingeniero Residente	Encargado de la obra	I.O.1
4	Ingeniero Asistente	Encargada de apoyo al ingeniero residente	I.O.2
5	Ingeniero de Seguridad	Encargado de seguridad y medio ambiente	I.O.3
6	Asistentes de ingeniería	Encargados de suplir y apoyar en la gestión de la obra	I.O.4
7	Cuadrilla 1	Encargados de realizar las actividades materiales (Obras civiles y montaje electromecánico).	R.H.1
8	Cuadrilla 2	Encargados de realizar las actividades materiales (Obras civiles y montaje electromecánico).	R.H.2
9	Cuadrilla 3	Encargados de realizar las actividades materiales (Obras civiles y montaje electromecánico).	R.H.3
10	Cuadrilla 4	Encargados de realizar las actividades materiales (Obras civiles y montaje electromecánico).	R.H.4
11	Cuadrilla 5	Encargados de realizar las actividades materiales (Obras civiles y montaje electromecánico).	R.H.5

#### d. ACTIVIDADES Y RESPONSABLES DE EJECUCIÓN

Tabla n.º 3.1.1.3: Actividades y responsables de la ejecución (Fuente: Elaboración propia)

Actividades	I.G.1	I.G.2	I.O.1	I.O.2	I.O.3 I.O.4	R.H.1, R.H.2, R.H.3, R.H.4, R.H.5
A 11	×	×				
A 12	×	×	×			
A 13		×	×	×		
A 14		×	×	×	×	
A 15			×	×	×	
A 16		×	×			
A 21	×	×	×			
A 22	×		×			
A 23		×	×	×	×	
A 24	×	×				
A 25	×		×		×	
A 26			×	×	×	
A 27	×	×				
A 31	×	×				
A 32	×		×		×	
A 33	×	×	×	×	×	
A 34			×	×		×
A 35			×	×		×
A 36			×	×	×	×
A 37		×	×	×	×	
A 38	×	×	×	×		
A 41			×	×	×	
A 42			×		×	×
A 43		×	×		×	
A 44			×		×	
A 45			×	×	×	×



f. GRÁFICA DE GANTT

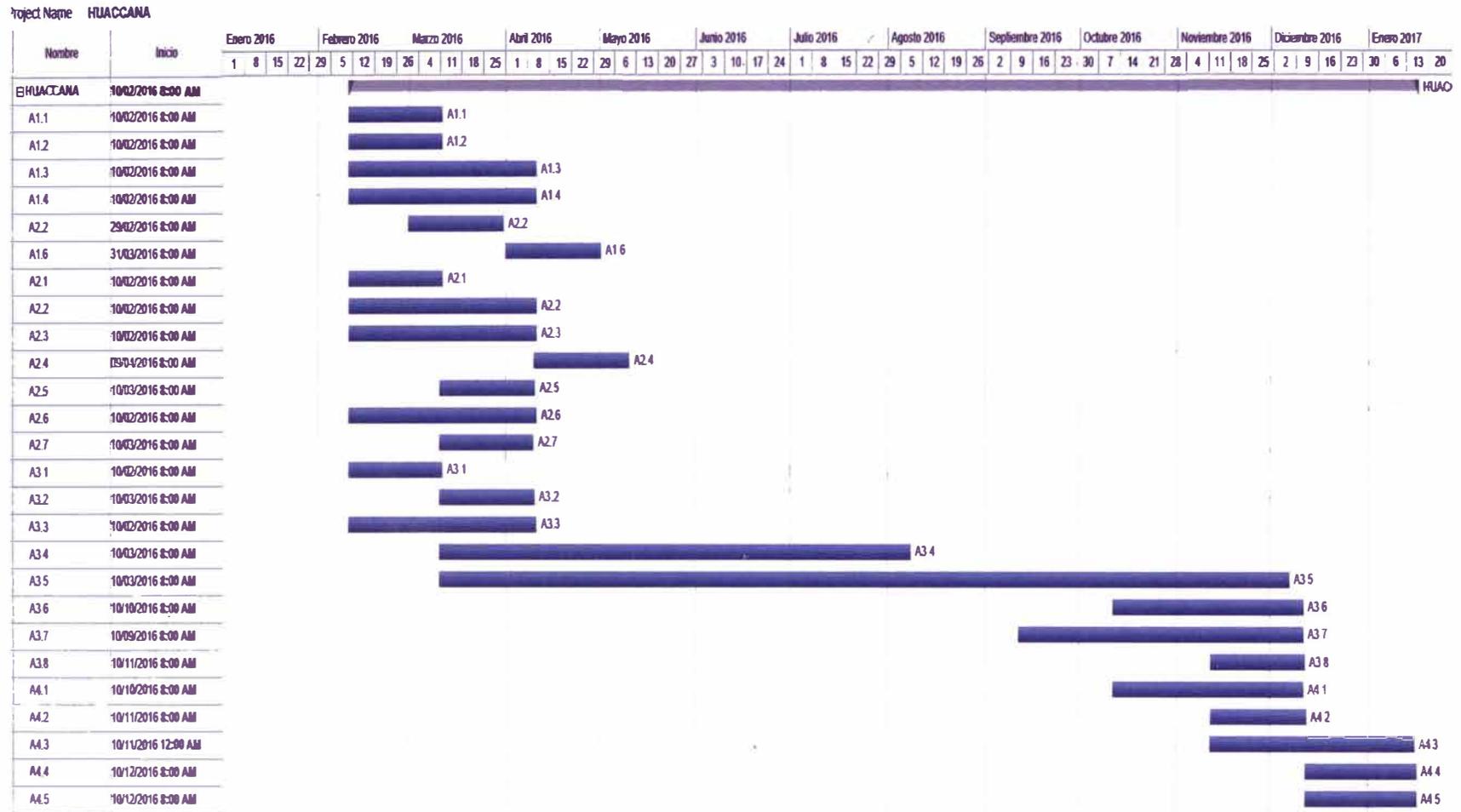


Figura 3.1.1.4: Diagrama de Gantt del Proyecto (Fuente: Elaboración propia)

### 3.1.2 ASPECTOS DE GESTIÓN

#### 3.1.2.1 RECURSOS

COSTO TOTAL DE OBRA								
RESUMEN TOTAL								
CONTRATO DE OBRA		:	Nº 002-2016- MEM/DGER					
SUPERVISION		:	SERPLUS					
PROPIETARIO		:	MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS DIRECCION GENERAL DE ELECTRIFICACION RURAL					
CONTRATISTA		:	SELEGSA					
ITEM	DESCRIPCION	PRESUPUESTO ESTUDIO DEFINITIVO	MONTO REPLANTEO	COSTO TOTAL DE OBRA	PRESUPUESTO CONFORME A OBRA			MENORES METRADOS
					MAYORES METRADOS	PARTIDAS NUEVAS	TOTAL	
		(S/.)	(S/.)	(S/.)	(S/.)	(S/.)	(S/.)	(S/.)
1	SUMINISTRO DE MATERIALES	1,421,733.85	1,119,013.13	2,540,746.99	50,417.85	-	50,437.85	123,616.42
2	MONTAJE ELECTROMECANICO	1,181,486.10	1,421,044.04	2,602,530.14	42,116.67	-	42,108.67	92,106.13
3	TRANSPORTE DE MATERIALES	176,289.18	173,070.19	164,860.14	2,297.70	-	2,297.70	10,507.75
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (C.D.)</b>		<b>2,789,509.15</b>	<b>2,850,778.00</b>	<b>2,719,391.92</b>	<b>94,844.22</b>	<b>-</b>	<b>94,844.22</b>	<b>226,230.30</b>
4	GASTOS GENERALES 12.98%	362,064.20	370,016.59	352,963.34	12,310.30	-	12,310.30	29,363.55
5	UTILIDADES 6.00%	167,370.55	171,046.68	163,163.52	5,690.66	-	5,690.66	13,573.82
<b>COSTO TOTAL SIN I.G.V.</b>		<b>3,318,943.90</b>	<b>3,391,841.27</b>	<b>3,235,518.78</b>	<b>112,845.18</b>	<b>-</b>	<b>112,845.18</b>	<b>269,167.67</b>
6	IGV 18.00%	597,409.90	610,531.43	582,393.38	20,312.13	-	20,312.13	48,450.18
<b>COSTO TOTAL</b>		<b>3,916,353.80</b>	<b>4,002,372.70</b>	<b>3,817,912.16</b>	<b>133,157.31</b>	<b>-</b>	<b>133,157.31</b>	<b>317,617.85</b>
<b>PORCENTAJE DE VARIACION</b>				<b>95.39%</b>	<b>3.33%</b>	<b>0.00%</b>	<b>3.33%</b>	<b>7.94%</b>

Figura 3.1.2.1: Costo total de la obra (Fuente: SELEGSA – Ejecutora de la obra)

## COSTO TOTAL DE OBRA

### RESUMEN TOTAL POR PARTIDAS - LINEA PRIMARIA

**CONTRATO DE OBRA** : Nº 002-2016- MEM/DGER  
**SUPERVISION** : SERPLUS  
**PROPIETARIO** : MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS DIRECCION GENERAL DE ELECTRIFICACION RURAL  
**CONTRATISTA** : SELEGSA

ITEM	DESCRIPCION	PRESUPUESTO ESTUDIO DEFINITIVO	MONTO REPLANTEO	COSTO TOTAL DE OBRA	PRESUPUESTO CONFORME A OBRA			MENORES METRADOS
					MAYORES METRADOS	PARTIDAS NUEVAS	TOTAL	
					(S/.)	(S/.)	(S/.)	
1	SUMINISTRO DE MATERIALES	339,740.21	349,179.92	339,135.21	19,921.05	-	19,921.05	30,585.76
2	MONTAJE ELECTROMECANICO	347,415.99	345,811.11	347,322.32	14,967.73	-	14,967.73	23,259.54
3	TRANSPORTE DE MATERIALES	35,317.77	35,714.00	32,996.32	1,328.69	-	1,328.69	4,046.37
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (C.D.)</b>		<b>722,474.00</b>	<b>741,108.36</b>	<b>719,434.16</b>	<b>36,217.47</b>	<b>-</b>	<b>36,217.47</b>	<b>57,891.67</b>
4	GASTOS GENERALES 12.98%	93,773.48	96,192.12	93,378.92	4,700.85	-	4,700.85	7,514.05
5	UTILIDADES 6.00%	43,348.44	44,466.50	43,166.05	2,173.05	-	2,173.05	3,473.50
<b>COSTO TOTAL SIN I.G.V.</b>		<b>859,595.92</b>	<b>881,766.98</b>	<b>855,979.13</b>	<b>43,091.37</b>	<b>-</b>	<b>43,091.37</b>	<b>68,879.22</b>
6	IGV 18.00%	154,727.27	158,718.06	154,076.24	7,756.44	-	7,756.44	12,398.26
<b>COSTO TOTAL</b>		<b>1,014,323.19</b>	<b>1,040,485.04</b>	<b>1,010,055.37</b>	<b>50,847.81</b>	<b>-</b>	<b>50,847.81</b>	<b>81,277.48</b>
<b>PORCENTAJE DE VARIACION</b>				<b>97.08%</b>	<b>4.89%</b>	<b>0.00%</b>	<b>4.89%</b>	<b>7.81%</b>

Figura 3.1.2.2: Costo total de la línea primaria (Fuente: SELEGSA – Ejecutora de la obra)

## COSTO TOTAL DE OBRA

### RESUMEN TOTAL POR PARTIDAS -RED PRIMARIA

**CONTRATO DE OBRA** : N° 002-2016- MEM/DGER  
**SUPERVISION** : SERPLUS  
**PROPIETARIO** : MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS DIRECCION GENERAL DE ELECTRIFICACION RURAL  
**CONTRATISTA** : SELEGSA

ITEM	DESCRIPCION	PRESUPUESTO ESTUDIO DEFINITIVO	MONTO REPLANTEO	COSTO TOTAL DE OBRA	PRESUPUESTO CONFORME A OBRA			MEMORES METRADOS
					MAYORES METRADOS	PARTIDAS NUEVAS	TOTAL	
					(S/.)	(S/.)	(S/.)	
1	SUMINISTRO DE MATERIALES	268,184.31	211,740.78	261,871.47	1,979.58	-	1,979.58	11,348.83
2	MONTAJE ELECTROMECANICO	116,778.34	16,187.59	114,490.83	5,718.62	-	5,718.62	7,395.90
3	TRANSPORTE DE MATERIALES	23,205.11	23,492.92	22,591.53	198.62	-	198.62	1,100.01
	<b>TOTAL COSTO DIRECTO (C.D.)</b>	<b>408,167.59</b>	<b>410,900.95</b>	<b>398,953.03</b>	<b>7,896.82</b>	<b>-</b>	<b>7,896.82</b>	<b>19,844.74</b>
4	GASTOS GENERALES 12.98%	52,978.09	53,332.87	51,782.09	1,024.97	-	1,024.97	2,575.75
5	UTILIDADES 6.00%	24,490.06	24,654.06	23,937.18	473.80	-	473.80	1,190.68
	<b>COSTO TOTAL SIN I.G.V.</b>	<b>485,635.74</b>	<b>488,887.88</b>	<b>474,672.30</b>	<b>9,395.59</b>	<b>-</b>	<b>9,395.59</b>	<b>23,611.17</b>
6	IGV 18.00%	87,414.43	87,999.82	85,441.01	1,691.20	-	1,691.20	4,250.01
	<b>COSTO TOTAL</b>	<b>573,050.17</b>	<b>576,887.70</b>	<b>560,113.31</b>	<b>11,086.79</b>	<b>-</b>	<b>11,086.79</b>	<b>27,861.18</b>
	<b>PORCENTAJE DE VARIACION</b>			<b>97.09%</b>	<b>1.92%</b>	<b>0.00%</b>	<b>1.92%</b>	<b>4.83%</b>

Figura 3.1.2.3: Costo total de la red primaria (Fuente: SELEGSA – Ejecutora de la obra)

## COSTO TOTAL DE OBRA

### RESUMEN TOTAL POR PARTIDAS -RED SECUNDARIA

**CONTRATO DE OBRA** : Nº 002-2016- MEM/DGER  
**SUPERVISION** : SERPLUS  
**PROPIETARIO** : MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS DIRECCION GENERAL DE ELECTRIFICACION RURAL  
**CONTRATISTA** : SELEGSA

ITEM	DESCRIPCION	PRESUPUESTO ESTUDIO DEFINITIVO	MONTO REPLANTEO	COSTO TOTAL DE OBRA	PRESUPUESTO CONFORME A OBRA			MENORES METRADOS	
					MAYORES METRADOS	PARTIDAS NUEVAS	TOTAL		
					(S/-)	(S/-)	(S/-)		
1	SUMINISTRO DE MATERIALES	819,809.40	814,662.92	161,318.51	28,537.22	-	28,537.22	81,681.83	
2	MONTAJE ELECTROMECANICO	721,291.77	70,271.58	730,314.83	21,422.32	-	21,422.32	61,450.69	
3	TRANSPORTE DE MATERIALES	117,766.30	113,863.27	109,272.29	770.39	-	770.39	5,361.37	
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (C.D.)</b>		<b>1,658,867.56</b>	<b>1,698,768.69</b>	<b>1,601,004.73</b>	<b>50,729.93</b>	<b>-</b>	<b>50,729.93</b>	<b>148,493.89</b>	
4	GASTOS GENERALES 12.98%	215,312.63	220,491.60	207,802.33	6,584.49	-	6,584.49	19,273.76	
5	UTILIDADES 6.00%	99,532.05	101,926.12	96,060.28	3,043.80	-	3,043.80	8,909.63	
<b>COSTO TOTAL SIN I.G.V.</b>		<b>1,973,712.24</b>	<b>2,021,186.41</b>	<b>1,904,867.34</b>	<b>60,358.22</b>	<b>-</b>	<b>60,358.22</b>	<b>176,677.28</b>	
6	IGV 18.00%	355,268.20	363,813.55	342,876.12	10,864.48	-	10,864.48	31,801.91	
<b>COSTO TOTAL</b>		<b>2,328,980.44</b>	<b>2,384,999.96</b>	<b>2,247,743.46</b>	<b>71,222.70</b>	<b>-</b>	<b>71,222.70</b>	<b>208,479.19</b>	
<b>PORCENTAJE DE VARIACION</b>					<b>94.25%</b>	<b>2.99%</b>	<b>0.00%</b>	<b>2.99%</b>	<b>8.74%</b>

Figura 3.1.2.4: Costo total de la red secundaria (Fuente: SELEGSA – Ejecutora de la obra)

Podemos complementar la información de las figuras Fig.3.1.2.1., Fig.3.1.2.2, Fig.3.1.2.3 y Fig.3.1.2.4 con los siguientes detalles del proyecto (Resumen), enunciados en los siguientes puntos:

- Monto total de la obra (según licitación – concurso presupuestado – “Presupuesto estudio definitivo”) → S/. 3 916 353.80; compuesto por (Sin I.G.V.):
  - a) Suministro de materiales → S/. 1 427 733.87
  - b) Montaje electromecánico → S/. 1 185 486.10
  - c) Transporte de materiales → S/. 176 289.18
  - d) Costos indirectos → S/ 529 434. 75
  
- Monto total de la obra (modificado por el estudio definitivo – “Monto replanteo”) → S/. 4 002 372.70; compuesto por (Sin I.G.V.):
  - e) Suministro de materiales → S/. 1 435 613.56
  - f) Montaje electromecánico → S/. 1 242 094.25
  - g) Transporte de materiales → S/. 173 070.19
  - h) Costos indirectos → S/ 541 063.27
  
- Monto total de la obra (modificado debido a los metrados finales– “Costo total de obra”) → S/. 3 817 912.16; compuesto por (Sin I.G.V.):
  - i) Suministro de materiales → S/. 1 362 434.99
  - j) Montaje electromecánico → S/. 1 192 096.79
  - k) Transporte de materiales → S/. 164 860.14
  - l) Costos indirectos → S/ 516 126.86

**NOTA:**

La obra tuvo un costo real de S/ 3 817 912.16, el cual resulta de reunir el costo de monto de replanteo (S/. 4 002 372.70) sumando con los adicionales (S/ 133 157.31), restándoles los metrados no realizados (S/. 317 617.85).

A continuación, se detallará los gastos Indirectos:

**a. GASTOS GENERALES**

AMPLIACIÓN E INSTALACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO RURAL, DISTRITO DE HUACCANA-CHINCHEROS-APURIMAC

**CALCULO DE LOS GASTOS GENERALES DIRECTOS E INDIRECTOS**

**Sección:** LINEAS PRIMARIAS - REDES PRIMARIAS - REDES SECUNDARIAS

**Departamento:** APURIMAC

**Plazo de Obra:** 8 meses

**a.1. GASTOS GENERALES VARIABLES DIRECTOS**

**a.1.1. Personal Profesional Principal**

Tabla n.º 3.1.2.1: Gastos - Personal profesional (Fuente: SELEGSA)

Descripción	Unidad	Cant.	Particip. %	Tiempo (meses)	Sueldo (S/.)	Parcial (S/.)
Ingeniero Residente de la Obra	Und.	1	100 00%	8 00	7 500.00	60,000 00
Ingeniero Asistente de Obra	Und.	2	62 50%	5 00	5 500 00	55,000 00
Gestor de Servidumbre	Und.	1	50 00%	4 00	5 000.00	20,000.00
Ingeniero de Seguridad e Higiene Ocupacional	Und.	1	100 00%	8 00	5 500.00	44,000 00
<b>PARCIAL 1,1</b>						<b>179,000.00</b>

**Nota:** El sueldo de cada profesional incluye beneficios e impuestos

a.1.2. Personal Auxiliar y Apoyo

Tabla N.º 3.1.2.2: Gastos – Personal auxiliar (Fuente: SELEGSA)

Descripción	Und.	Cant.	Particip. %	Tiempo (meses)	Sueldo (\$.)	Parcial (\$.)
Administrador	Und.	1	100.00%	8.00	3 350.00	26,800.00
Dibujante en AutoCAD y otros programas	Und.	1	50.00%	4.00	1 800.00	7,200.00
Almacenero	Und.	1	100.00%	8.00	1 600.00	12,800.00
Técnico mecánico	Und.	1	50.00%	4.00	1 250.00	5,000.00
Chofer	Und.	1	75.00%	6.00	1 150.00	6,900.00
Seguridad en obra (Guardian)	Und.	1	50.00%	4.00	1 030.00	4,120.00
<b>PARCIAL 1,2</b>						<b>62,820.00</b>

Nota: El sueldo considerado por trabajador incluye impuestos y leyes sociales

a.1.3. Hospedajes, Oficina, Campamentos, alimentación y movilidad del personal principal, auxiliar y apoyo

Tabla N.º 3.1.2.3: Gastos – Hospedaje, campamentos, alimentación y movilidad del personal (Fuente: SELEGSA)

Descripción	Und.	Cant.	Particip. %	Tiempo (meses)	Gasto/ Und. (\$.)	Parcial (\$.)
Hospedajes	Glb/mes	1	100.00%	8.00	1 700.00	13,800.00
Alquiler de Oficina en Obra (Incluye agua y luz)	Glb/mes	1	100.00%	8.00	350.00	2,800.00
Alquiler de casa almacén (incluye agua y luz)	Glb/mes	1	75.00%	6.00	450.00	2,700.00
Comunicaciones: teléfono, fax, internet, radio, etc.	Glb/mes	1	62.50%	5.00	550.00	2,750.00
Alimentación	Glb/mes	1	100.00%	8.00	2 000.00	16,000.00
Pasajes	Glb/mes	1	75.00%	6.00	650.00	3,900.00
<b>PARCIAL 1,3</b>						<b>41,750.00</b>

a1.4. Mobiliario, equipo, material de oficina y otros

Tabla n.º 3.1.2.4: Gastos – Oficina equipos, material (Fuente: SELESGA)

Descripción	Und.	Cant.	Desgaste %	Tiempo (meses)	Gasto/ Und.mes (\$.)	Parcial (\$.)
Mobiliario de oficina	Glb/mes	1	5.00%	8.00	2 100.00	840.00
Computadora	Glb/mes	1	5.00%	8.00	2 600.00	1,040.00
Impresora	Glb/mes	1	5.00%	8.00	650.00	260.00
Útiles de Oficina	Glb/mes	1	5.00%	8.00	650.00	260.00
Camioneta pick up	Glb/mes	1	5.00%	8.00	75 380.00	30,152.00
Combustible	Glb/mes	1	50.00%	8.00	1 100.00	4,400.00
Mantenimiento	Glb/mes	1	25.00%	8.00	550.00	1,100.00
<b>PARCIAL 1,4</b>						<b>38,052.00</b>

Nota: El desgaste de los equipos ha sido calculado considerando una depreciación lineal en 36 meses de vida útil.

El desgaste de las camionetas ha sido calculado considerando una depreciación lineal en 120 meses de vida útil.

a.1.5. Gastos financieros y otros gastos

Tabla N.º 3.1.2.5: Gastos – Financieros y otros (Fuente: SELEGSA)

Descripción	Und.	Costo Directo Obra (s/.)	% de CD al mes	Costo/mes S/.	Tiempo (meses)	Parcial S/.
Cartas fianza	mes	2,789,509.15	0.04%	1 115.80	10.00	11,158.00
Seguros	Gbl	2,789,509.15	0.02%	557.90	9.00	5,021.10
<b>PARCIAL 1,5</b>						<b>16,179.10</b>
<b>PARCIAL GASTOS GENERALES VARIABLES (1)</b>						<b>337,801.10</b>

a.2 GASTOS GENERALES FIJOS INDIRECTOS

a.2.1. Personal en la central de la Empresa

Tabla N.º 3.1.2.6: Gastos – Generales indirectos (Fuente: SELEGSA)

Descripción	Und.	Cant.	Participacion %	Gasto/ Und. S/.	Tiempo efectivo (meses)	Total S/.
Gerente	Und.	1	5.00%	6 000.00	8.00	2,400.00
Ingeniero-Supervisión Técnica Empresa	Und.	1	7.00%	5 000.00	8.00	2,800.00
Especialista en Computación	Und.	1	5.00%	3 000.00	8.00	1,200.00
Contador	Und.	1	5.00%	3 500.00	8.00	1,400.00
Auxiliar Contabilidad	Und.	1	5.00%	2 000.00	8.00	800.00
Secretaria	Und.	1	5.00%	850.00	8.00	340.00
Chofer	Und.	1	5.00%	1 500.00	8.00	600.00
<b>PARCIAL 2,1</b>						<b>9,540.00</b>

## a.2.2. Gastos de oficina principal y gastos varios

Tabla N.º 3.1.2.7: Gastos – Oficina principal (Fuente: SELEGSA)

Descripción	Und.	Cantidad	Participación %	Gasto/ Und. \$/.	Tiempo efectivo (meses)	Total \$/.
Oficina (Incluye agua y luz)	Und.	1	5.00%	2 000.00	8.00	800.00
Comunicaciones: teléf., fax, Internet, radio	Glob	1	5.00%	1 000.00	8.00	400.00
Material y Equipos de Oficina	Glob	1	5.00%	1 200.00	8.00	480.00
Mantenimiento y limpieza	Glob	1	5.00%	350.00	8.00	140.00
<b>PARCIAL 2,2</b>						<b>1,820.00</b>

## a.2.4. Operación Experimental

Tabla N.º 3.1.2.8: Gastos – Operación experimental (Fuente: SELEGSA)

Descripción	Und.	Cantidad	Particip. %	Tiempo (meses)	Sueldo (\$/.)	Parcial (\$/.)
Residente de Obra	Unid.	1	50.00%	1.00	7 500.00	3,750.00
Operario	Unid.	1	75.00%	1.00	3 525.00	2,643.75
Combustible	Unid.	1	70.00%	1.00	2 800.00	1,960.00
Alquiler de Camioneta pick up	Unid.	1	50.00%	1.00	5 500.00	2,750.00
<b>PARCIAL 2,4</b>						<b>11,103.75</b>

## a.2.5. Gestión y Obtención de Códigos ante el Concesionario

Tabla N.º 3.1.2.9: Gastos – Gestión y obtención de códigos (Fuente: SELEGSA)

Descripción	Und.	Cantidad	Particip. %	Tiempo (meses)	Costo (\$.)	Parcial (\$.)
Dibujante en AutoCAD y otros programas	Unid	1	30.00%	1.00	1 800.00	540.00
Computadora	Gib/mes	1	10.00%	1.00	2 600.00	260.00
Impresora	Gib/mes	1	15.00%	1.00	650.00	97.50
Utiles de Oficina	Gib/mes	1	10.00%	1.00	650.00	65.00
<b>PARCIAL 2,4</b>						<b>962.50</b>

<b>TOTAL GASTOS GENERALES FIJOS (2)</b>	<b>24,263.10</b>
---	------------------

<b>TOTAL GASTOS GENERALES (1) +(2)</b>	<b>362,064.20</b>
--	-------------------

## a.3 RESUMEN

GASTOS GENERALES VARIABLES DIRECTOS	<b>337,801.10</b>
GASTOS GENERALES FIJOS INDIRECTOS	<b>24,263.10</b>
<b>TOTAL GASTOS GENERALES (1) +(2)</b>	<b>362,064.20</b>

### 3.1.3 RELACIÓN ENTRE OBJETIVOS ESPECÍFICOS CON LOS REQUERIMIENTOS OBTENIDOS

OBJETIVO	RECURSOS HUMANOS	RECURSOS MATERIALES	EQUIPOS	SERVICIOS	OTROS
<b>O.1</b>	Gerente general, gerente de proyectos, personal auxiliar, Ingeniero residente.	Mobiliario, Computadores, útiles de oficina. Elaboración del instrumento para evaluar IDH	Camionetas, equipos de oficina	- Reportes para la obtención de documentación SER, máxima demanda.	Visor eólico. Reporte regional que especifique el I.D.H local. Elaboración de propuesta, Partida presupuestaria.
<b>O.2</b>	Gerente de proyectos, personal auxiliar, Ingeniero residente, personal en la sede de la empresa	Mobiliario, Computadores, útiles de oficina.	Camionetas, equipos de oficina	Estudios focalizados para los estudios auxiliares (CIRA, servidumbre). - Solicitud de requisitos técnicos previos.	Partida presupuestaria, Documentación de estudios previos, de requisitos técnicos.
<b>O.3</b>	Personal auxiliar, Personal profesional principal, personal en la sede de la empresa, grupos de trabajo, obreros, técnicos.	Mobiliario, Computadores, útiles de oficina, materiales para el montaje electromecánico	Camionetas, equipos de oficina, equipos para montaje (grúas, winches, etc)	Alojamiento, Transporte, alimentación	Partida presupuestaria. - Software para simulación y diseño.
<b>O.4</b>	Gerencia, Personal profesional principal, personal en la sede de la empresa, grupos de trabajo,	Mobiliario, Computadores, útiles de oficina, materiales - Elaboración de instrumento para evaluar el IDH.	Camionetas, equipo de oficina, herramientas para pruebas	Alojamiento, especialista en pruebas.	- Operación experimental. - Gestión para la obtención del IDH. - Software para la entrega de la documentación final.

## **3.2 DISEÑO DE LA SOLUCIÓN**

### **3.2.1 SIMULACIÓN**

#### **3.2.1.1 DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA**

Para lograr el objetivo principal y alcanzar la satisfacción de la necesidad planteada en el presente informe, se tuvo que dividir dicha meta en objetivos específicos para una descripción y solución de manera modulada. Podemos describir dichas acciones en bloques, las cuales se describirá por cada objetivo específico:

##### **a. OBJETIVO ESPECÍFICO 1 (X1)**

###### **BLOQUE I**

- Se presenta la insuficiente o nula información sobre la necesidad del recurso energético. Es necesario dicha información (indagación o creación) para formalizar documentaciones iniciales del proyecto. Se requiere atención del organismo (DGER) para el levantamiento de esta necesidad inicial.
- Con el fin de la toma de decisiones correctas en la formación de la documentación técnica y organizativa, se requiere el análisis previo de dicha información mencionada anteriormente; esto conllevará a la construcción de los expedientes técnicos, presupuestos y viabilidad.

###### **BLOQUE II**

- El fin de la electrificación rural es traer desarrollo al ámbito zonal y periferia, por ello es necesario mediar, antes del proyecto, características que cuantifican esa realidad; se optó por el I.D.H., como una medida de cuantificar la realidad zonal. Así también es necesario otros parámetros locales, necesarios para el proyecto, tales como socioeconómicos, climatológicos, etc. Información necesaria para elaborar la documentación requerida para el proyecto.
- Tras la obtención de características de los parámetros mencionados, será necesario la interpretación de dicho I.D.H. para las justificaciones necesarias en la ejecución del proyecto.
- Asimismo, se requiera inspeccionar la zona del proyecto para tomar información complementaria y corroborar la información obtenida.

**b. OBJETIVO ESPECÍFICO 2 (X2)****BLOQUE III**

- Para poder empezar el proyecto es necesario una documentación que sustente dicha ejecución del proyecto, por la que se hace necesario la obtención de información preliminar sobre proyectos en la zona, relativos a la electrificación, para tener una base y elaborar un expediente técnico acorde a las necesidades y requisitos de la obra.
- Es necesario establecer el alcance del proyecto y las directrices que nos guiarán en la manera de proceder en la elaboración del proyecto.
- Establecido la información necesaria existente o no, se procederá a realizar documentación previa para el inicio del proyecto.
- Luego de realizar dichos documentos, se procederá a presentarlo a los entes correspondiente para su aprobación.

**BLOQUE IV**

- Aprobado la documentación variada necesaria para el proyecto, se necesitará recolectar información adicional y completa para la elaboración del expediente técnico.
- Obtenido todos los documentos necesarios, se procederá a elaborar el expediente técnico, necesario para empezar la obra.
- Realizado el ítem anterior, se buscará la aprobación de dicho documento para el permiso y, por ende, inicio de obra.

**c. OBJETIVO ESPECÍFICO 3 (X3)****BLOQUE V**

- Permitido el inicio de las actividades es necesario reconocer el terreno a trabajar, obtener los permisos correspondientes para el tipo de actividad y lo que involucre estos trabajos.
- Establecer toda la logística para iniciar la distribución de materiales y la selección de la adecuada mano de obra especializada y no, para empezar las obras.
- Establecer una cadena de mando para la gestión de la obra, tales como ingeniero residente, de seguridad, de apoyo y la oficina de apoyo en la ciudad capital.

**BLOQUE VI**

- Se necesitará realizar las gestiones de recursos, materiales, mano de obra y personal staff para el inicio de las obras.
- Empezar las obrar civiles (topográficas, cimentación e izado de postes), electromecánicas (tendido de conductores) y auxiliares (subestaciones y medidores) bajo las normas establecidas por los procedimientos correspondientes de dichas actividades.

**BLOQUE VII**

- Terminada la obra física, se procederá a que la supervisión señale las observaciones; seguidamente se procederá a corregirlas según requerimiento técnico o modificación solicitada.
- Ahora, es de necesidad presentar el expediente técnico final (conforme a obra) que manifiesta lo, realmente, realizado.
- A continuación, se le entrega a la supervisión la obra termina, quedando pendiente las pruebas experimentales, formalizando dicho acto con documentos que sustentarán dicha realización.

**d. OBJETIVO ESPECÍFICO 4 (X4)****BLOQUE VIII**

- Es necesario conocer los parámetros actuales de la red diseñada, lo cual es menester para poder corroborar los aspectos eléctricos y dar por finalizado dicho proyecto.
- Es requisito iniciar un proceso experimental (periodo de prueba) para validar los parámetros esperados en la documentación técnica, los cuales permitirán liquidar la obra y empezar a distribuir la energía a la zona del proyecto.
- Se obtendrá parámetros eléctricos para la evaluación final de la prueba, y de existir incongruencias, levantarlas. Todo ello será finalizado y entregado con documentación que así lo acredite.

**BLOQUE IX**

- Para medir el impacto del proyecto sobre la población se recolectará datos sobre los cambios que la población percibe en su vida diaria, tras la instalación del suministro eléctrico del proyecto.
- Dicha información se analizará y se elaborará el I.D.H. el cual nos informará, en parte, sobre el aporte del proyecto en la población tras la implantación del suministro.

**e. RELACIÓN ENTRE BLOQUES**

- BLOQUE I – BLOQUE II: Tras la obtención de información de la DGER y su respectivo análisis se procederá a la obtención de parámetros de índole diverso para describir la zona del proyecto, así como índices como el I.D.H. para, en parte, justificar la instalación del proyecto en mención; además la visita “in situ”.
- BLOQUE II – BLOQUE III: Tras la obtención de información general, se procederá a la obtención de información anterior para la elaboración del estudio definitivo, alcances y gestión para su aprobación.

- BLOQUE III – BLOQUE IV: Tras la obtención del estudio definitivo, se procede a recolectar información para la realización del expediente técnico y su aprobación.
- BLOQUE IV – BLOQUE V: Tras la documentación aprobada se procede a la entrega del terreno, el permiso para el inicio de la obra, la gestión para la adquisición, distribución de materiales, delegación adecuada de los trabajadores y staff gerencial, preparados para el inicio de actividades.
- BLOQUE V – BLOQUE VI: Teniendo todo listo para el inicio de actividades, se empiezan las obras civiles – electromecánicas.
- BLOQUE VI – BLOQUE VII: Tras la culminación de las obras electromecánicas se procede a levantar las observaciones de la obra y elaborar la memoria descriptiva, informe técnico final.
- BLOQUE VII- VIII: Tras el levantamiento de observaciones se procederá a las pruebas experimentales finales de los parámetros esperados de la red.
- BLOQUE VIII – BLOQUE IX: Posteriormente se volverá a obtener y evaluar el I.D.H. para observar el impacto del proyecto sobre la zona de ámbito del proyecto.

### **3.2.1.2 EXPLICACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA**

Visto la descripción de la problemática o meta a superar de cada objetivo agrupado por bloques, se presentará en la figura 3.2.1.1, el diagrama de la solución propuesta a la problemática presentada.

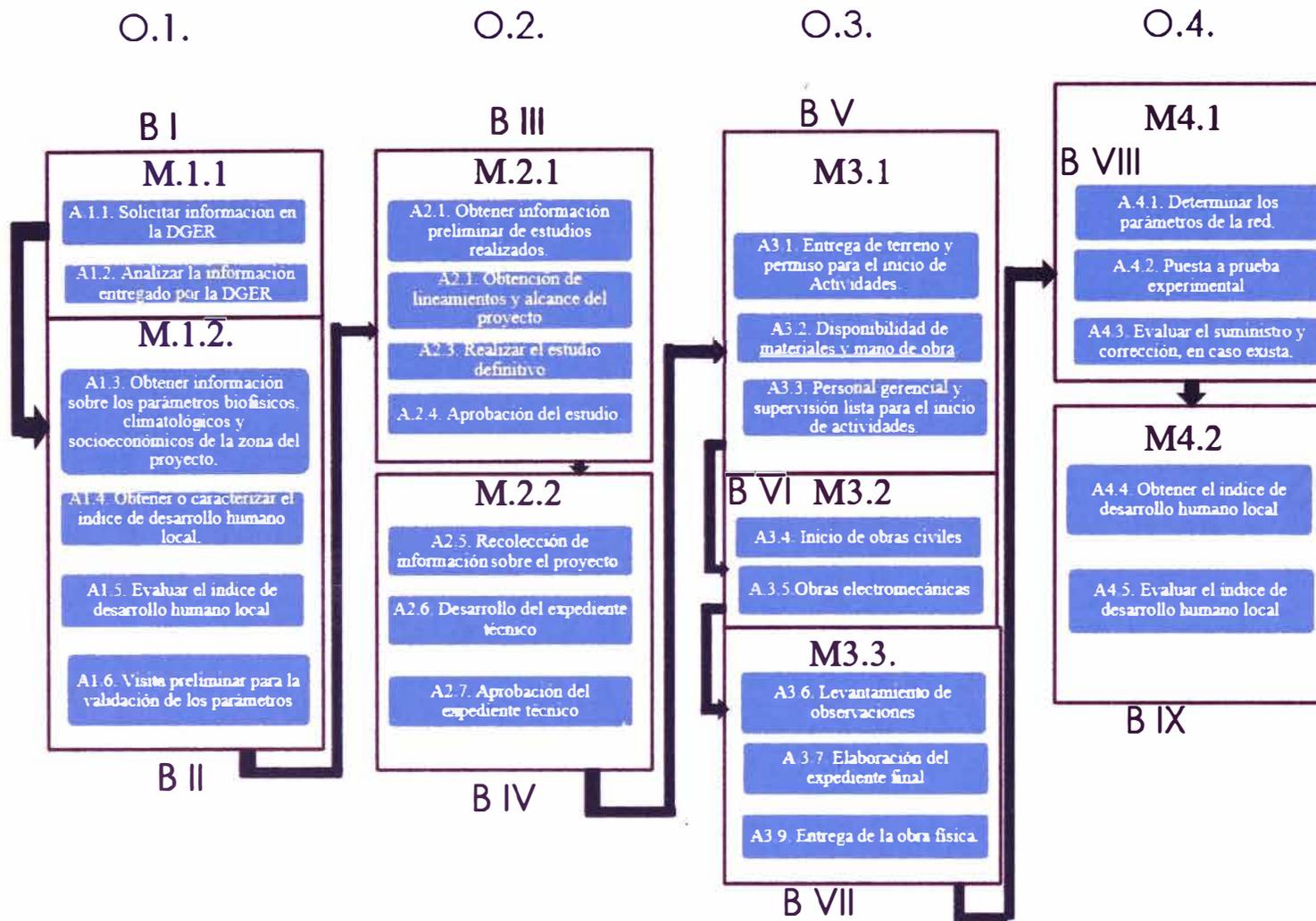


Figura 3.2.1.1: Diagrama de bloque de solución propuesta (Fuente: Elaboración propia)

En la figura 3.2.1.1. podemos detallar lo siguiente:

- Se ha dividido el proceso de solución en 9 bloques, los cuales serán solución del planteo de la problemática que pretende resolver el proyecto en mención.
- El bloque I: Módulo que involucra la meta 1.1. el cual busca obtener información en la D.G.E.R. y su respectivo análisis.
- El Bloque II: Módulo que involucra la meta 1.2., de donde se obtendrá el I.D.H., su respectiva evaluación. Involucrará, también, una visita preliminar para la validación de los parámetros obtenidos.
- El bloque III: Módulo que involucra la meta 2.1., se obtendrá información para elaborar el estudio definitivo y gestiones para su aprobación.
- El bloque IV: Módulo que involucra la meta 2.2.; procesos y gestiones para desarrollar el expediente técnico y su aprobación.
- El bloque V: Módulo que involucra la meta 3.1.; donde se realizará los preparativos para el inicio de actividades, disponibilidad “in situ” de las recursos humanos y materiales.
- El bloque VI: Módulo que involucra la meta 3.2; contiene a todos los procesos de actividades civiles y electromecánicas.
- El bloque VII: Módulo que involucra la meta 3.3.; procesos que involucran la subsanación de observaciones, elaboración del expediente final y la entrega de la obra física.
- El bloque VIII: Módulo que involucra la meta 4.1.; esto es, la prueba experimental, obtención de parámetros y evaluación final del suministro.
- El bloque IX: Módulo que involucra la meta 4.2.; en la obtención del I.D.H. y su evaluación para observar el impacto del proyecto en la zona.

### **3.2.1.3 APLICACIÓN DE TEORÍAS**

En el proyecto a desarrollar intervine diversas teorías de ingeniería (civil, eléctrica, mecánica, sistemas, etc.). Daremos detalle a la ingeniería eléctrica cuyas ramas en electrificación rural y sus subtemas, tales como Diseño de líneas de transmisión, flujo de potencia, diseño de subestaciones, protecciones, aislamiento, etc. También diseño de cimentaciones, análisis económico y teorías adicionales para la elaboración del proyecto en mención. Daremos prioridad al tercer objetivo ya que desarrolla los temas de ingeniería eléctrica.

### a. DESARROLLO DEL PRIMER OBJETIVO

El primer objetivo (X1) a lograr es: Examinar, analizar los requerimientos del proyecto dados por la DIGER, los estudios preliminares y evaluar el índice de desarrollo humano local.

Podemos esquematizar dicho objetivo en procesos que indican la figura 3.2.1.2.

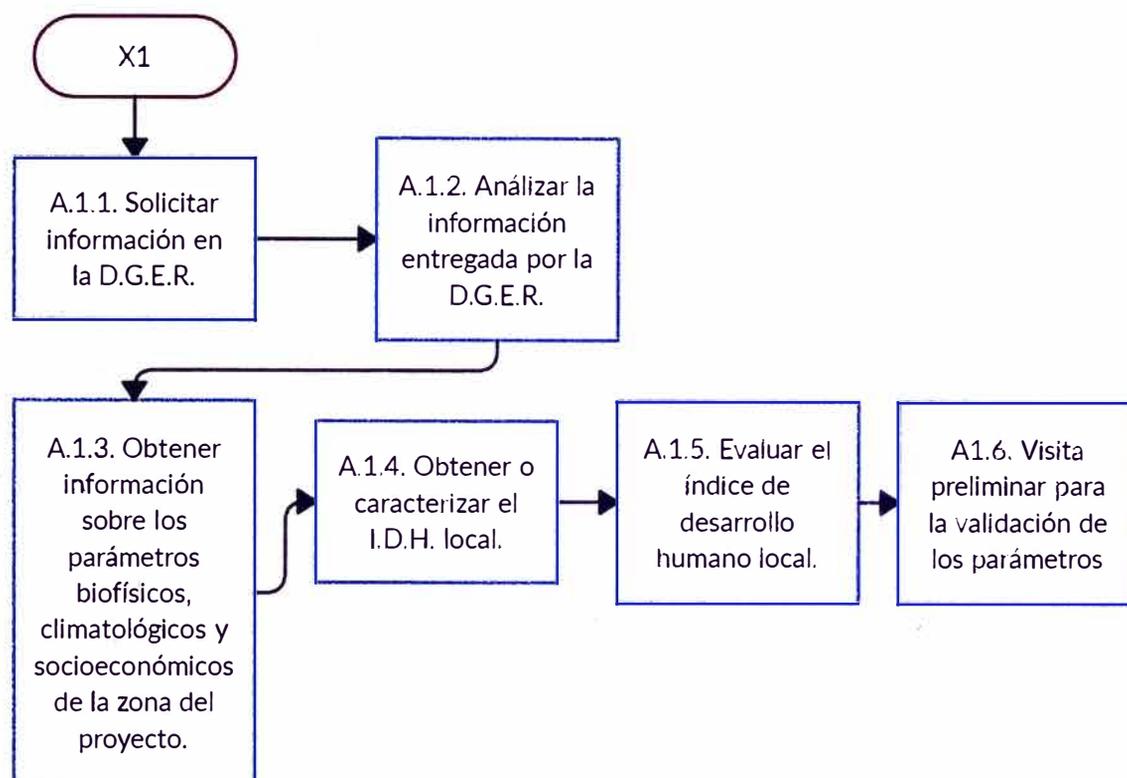


Figura 3.2.1.2.: Diagrama de flujo del objetivo 1 (Fuente: Elaboración propia)

Podemos describir cada procedimiento:

#### a.1. Solicitar información de la D.G.E.R.

Ganada la licitación para la construcción del proyecto en mención, la empresa Servicios especializados y logística en general (S.E.L.E.G.S.A.) procede a solicitar documentación al ente encargado de incentivar, regular, coordinar dicho proyecto (D.G.E.R.), tales como estudios técnicos, técnicos, económicos y de predicción de comportamiento de las variables eléctricas y otros.

#### a.2. Analizar la información entregada por la D.G.E.R.

Tras obtener los primeros parámetros históricos y en algunos casos, reales; se procede al análisis de dicha información recolectada, para obtener una primera impresión sobre la situación actual de la zona, vista desde el punto de vista electromecánico.

### a.3. Obtener información sobre los parámetros biofísicos, climatológicos y socioeconómicos de la zona del proyecto

Se pudo recolectar la información preliminar, tales como:

#### a.3.1. Ubicación

El área del proyecto está ubicada en el distrito de Huaccana, provincia de Chincheros, departamento Apurímac, ubicada en las siguientes coordenadas UTM 18L: 625429.59 E, 8505106.98 N; 625345.66 E, 8527342.86 N; 646290.87 E, 8534962.40 N; 648333.98 E, 8520566.54 N.

#### a.3.2. Ubicación Política

El proyecto se ubica en el distrito de Huaccana, provincia de Chincheros en el departamento Apurímac, ubicada entre las coordenadas UTM 18L: 625429.59 E, 8505106.98 N; 625345.66 E, 8527342.86 N; 646290.87 E, 8534962.40 N; 648333.98 E, 8520566.54 N.

Departamento	:	Apurímac.
Provincia	:	Chincheros.
Distritos	:	Huaccana.

#### a.3.3. Condiciones climatológicas

Las condiciones, registradas por el SENAMHI, pueden apreciarse en la tabla 3.2.1.1.

Tabla 3.2.1.1: Condiciones climatológicas de la zona del proyecto (Fuente: SELEGSA)

Descripción	Valor
Temperatura mínima (°C)	3
Temperatura media anual (°C)	18
Temperatura máxima (°C)	30
Velocidad de viento (km/h) CNE	80
Contaminación ambiental	Ligera

#### a.3.4. Actividades económicas

Se destaca las más importantes de la zona en mención:

- **Agricultura**

La mayor forma de ingreso económico para la población. La producción agropecuaria es, en un 85%, al autoconsumo y; el 15% es comercializado progresivamente durante el año. Se producen maíz amiláceo, trigo, papa, haba, chocho (tarwi); frutas como manzana, plátano, nísperos, palta, mango, pacay, limón naranja, chirimoyas y; forrajes como alfalfa.

- **Ganadería**

Es la actividad secundaria, se realiza a través del comercio de leche, queso y carne, también el ganado de raza (vacuno, ovino, porcino, etc.). Existiendo la crianza de animales domésticos menores.

- **Comercio**

En la capital del distrito, en forma semanal (feria) pobladores de localidades rurales se concentran para adquirir artículos de primera necesidad (alimentación), a través de la venta y trueque de productos básicos. Los intermediarios lo hacen para las ciudades de Andahuaylas, Apurímac, Cuzco y Puno.

- **Industria**

(Ramos, s. f.): “No existe actividades industriales en zona del proyecto, debido al estado rústico y dejadez por parte de las autoridades, incrementada por la carencia de servicios como: agua, energía eléctrica y carreteras.”

#### **a.3.5. Actividades sociales**

En la zona del proyecto se encuentran escuelas primarias y secundarias. Los servicios médicos están disponibles a través de puestos de salud. El suministro de agua potable proviene principalmente de pozos y se almacena en depósitos especiales para ello.

- **Turismo**

La actividad de turismo es reducida, ya que no existen zonas turísticas de gran importancia en la zona.

#### **a.4. Obtener o caracterizar el I.D.H. local**

*(Planeamiento estratégico del distrito de Lambayeque - ProQuest, s. f.): “El Índice de Desarrollo Humano (I.D.H.) es un indicador, el cual mide el avance promedio de un país en tres dimensiones básicas: esperanza de vida, acceso a la educación y el nivel de ingresos. El IDH es un indicador más confiable de desarrollo en comparación con el PBI. “*

El proyecto empieza en el año 2016, Por tanto, se extrae o se busca el I.D.H. del distrito Huaccana en el año 2015. Según el Instituto Peruano de Economía (I.P.E.) al año 2015 es de **0.3283**, valor que se tomará como referencia de punto de partida de la zona del proyecto.

### a.5. Evaluar el índice de desarrollo humano local

Tras la obtención del I.D.H. de la zona del proyecto podemos mencionar:

Desarrollo humano muy alto: puntuaciones superiores a 0.8.
Desarrollo humano alto: puntuaciones entre 0.7 y 0.799.
Desarrollo humano medio: puntuaciones entre 0.55 y 0.699.
Desarrollo humano bajo: puntuaciones por debajo de 0.55.

La zona en mención presenta un I.D.H. de 0.3282, lo cual refleja un I.D.H. bajo; lo cual nos dice que, en términos de desarrollo, es bajo. Dicho indicador, justifica la necesidad de elevar el nivel de desarrollo de zona, para generar oportunidades mejores.

### a.6. Visita preliminar para la validación de parámetros

Tras la recolección de información se procede a constatar dichos datos con la realidad de la zona, verificándose dichos parámetros y extrayendo información adicional para el contraste de datos.

Podemos resumir el nivel de logro del objeto específico 1 en la figura 3.2.1.3

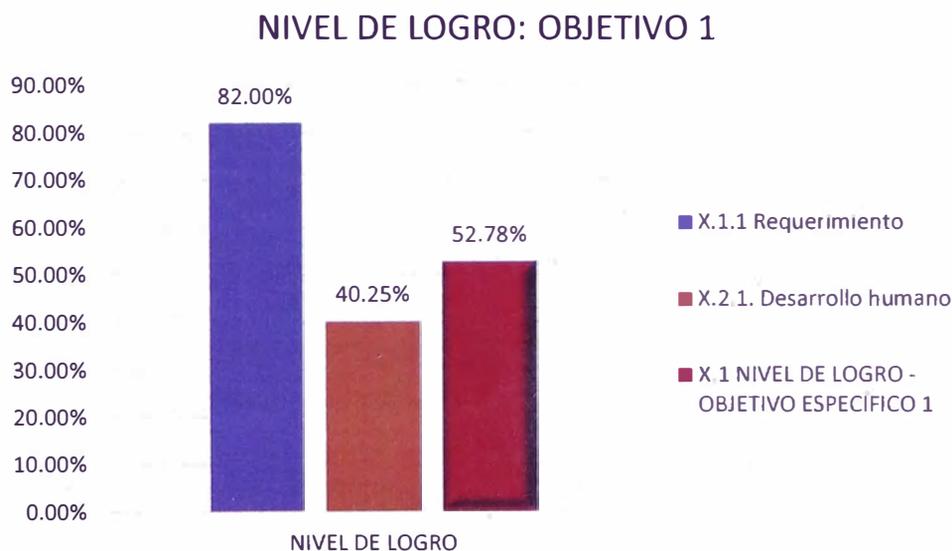


Figura 3.2.1.3: Diagrama de nivel de logro del objetivo específico 1 (Fuente: Elaboración propia).

## b. DESARROLLO DEL SEGUNDO OBJETIVO

El segundo objetivo (X2) a lograr es: Elaborar los estudios definitivos y expediente técnico. Podemos esquematizar dicho objetivo en procesos que indican la figura 3.2.1.4.

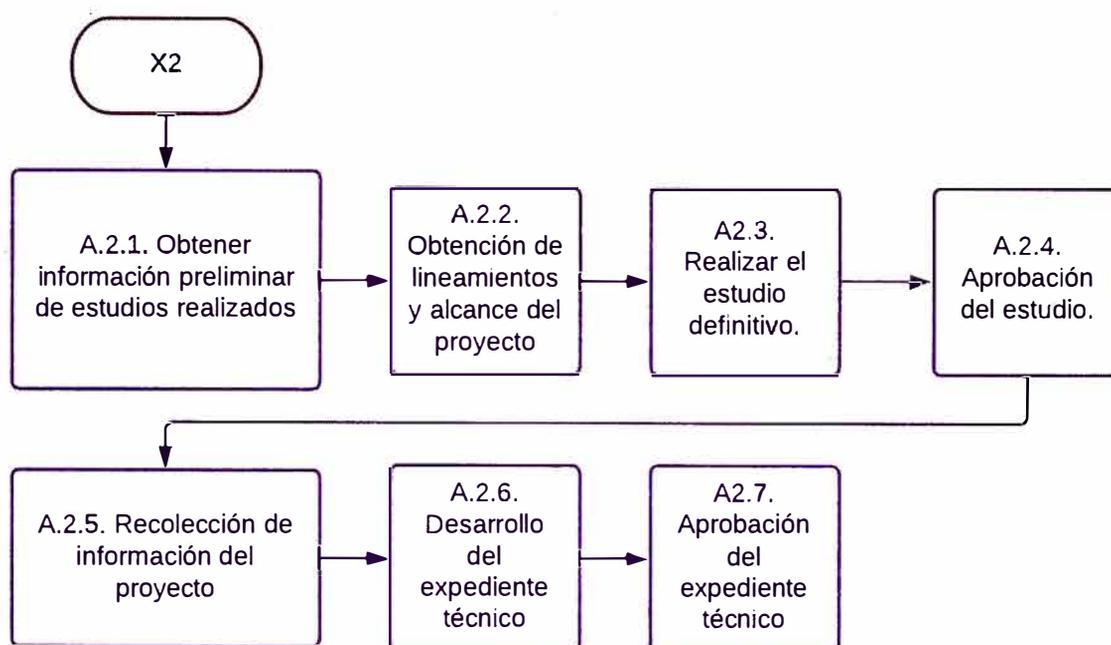


Fig. 3.2.1.4.: Diagrama de flujo del objetivo 2 (Fuente: Elaboración propia)

Podemos describir cada procedimiento:

#### b.1. Obtener información preliminar de estudios realizados

Para la realización de la presente documentación, se realizaron técnicas de búsquedas de información de los diferentes entes participantes del proyecto. Además del estudio previo realizado, denominado: Anteproyecto del estudio definitivo “Ampliación e Instalación del Sistema Eléctrico Rural, distrito de Huaccana – Chincheros - Apurímac”.

#### b.2. Obtención de lineamientos y alcance del proyecto

Podemos establecer, de forma resumida los alcances de la obra, según CONTRATO N°002-2016 – MEM/DGER (ver Anexo A):

<b>Suministro de equipos y materiales.</b>
<b>Transporte de equipos y materiales.</b>
<b>Ejecución y construcción integral de la OBRA hasta la puesta en servicio.</b>

De manera análoga el presente proyecto siguiendo lineamientos de dar una síntesis del proyecto, presentar un marco teórico, objetivos, metodología a utilizar y presentar resultados.

**b.3. Realizar el estudio definitivo**

En base a los previos estudios y la recolección de información se procede a realizar un estudio que sustente la viabilidad de dicho proyecto. Dicho documento será modificado con datos en tiempo real, antes del inicio de actividades, para luego convertirse en un expediente final.

**b.4. Aprobación del estudio**

Dicha aprobación es gestionada y aprobada para la presentación, ante la convocatoria de propuestas (licitación pública). Se sobreentiende que será aprobada para competir sobre la tutela del proyecto. Dicho estudio será modificado, modificando con la realidad y cambios, antes del inicio del proyecto.

**b.5. Recolección de información del proyecto**

Ganada la licitación se procede recolectar información para el proyecto, de los cuales podemos destacar:

**b.5.1. Relación de localidades beneficiadas**

En la tabla 3.2.1.2 podemos apreciar las localidades que serán beneficiadas con el proyecto en mención.

Tabla 3.2.1.2 - PARTE 1: Relación de localidades beneficiadas (Fuente: SELEGS - Ficha técnica)

n.º	Localidad	Provincia	Distrito	Categoría	Población Por Beneficiar	Lotes	Lotes Por Electrificar
1	GALLITO DE LAS ROCAS	Chincheros	Huaccana	Sector	48	13	13
2	SAUCIPAMPA	Chincheros	Huaccana	Sector	84	20	20
3	PAYLAHUANTUNA 1	Chincheros	Huaccana	Sector	108	20	20
4	PAYLAHUANTUNA 2	Chincheros	Huaccana	Sector	64	13	13
5	MANZANAYOC	Chincheros	Huaccana	Sector	80	15	15
6	HUAMINA BAJA I	Chincheros	Huaccana	Sector	36	8	8
7	HUAMINA BAJA II	Chincheros	Huaccana	Sector	48	6	6
8	HUAMINA CENTRAL	Chincheros	Huaccana	Caserío	164	32	32
9	AMPLIACIÓN CHURCO II	Chincheros	Huaccana	Sector	40	9	9
10	AMPLIACIÓN VARGASCUCHO	Chincheros	Huaccana	Sector	100	20	20
11	UCHCUPATA	Chincheros	Huaccana	Caserío	72	5	5
12	CHACCHAHUA	Chincheros	Huaccana	Caserío	312	57	57
13	LLOCCLAPATA	Chincheros	Huaccana	Caserío	112	15	15
14	HUAYUNCCARI	Chincheros	Huaccana	Caserío	72	15	15
15	PURISIMA 1	Chincheros	Huaccana	Sector	64	18	18

Tabla 3.2.1.2. PARTE 2: Relación de localidades beneficiadas (Fuente: SELEGSA -Ficha técnica)

16	PURISIMA 2	Chincheros	Huaccana	Sector	36	4	4
17	CHUPARO	Chincheros	Huaccana	Caserío	36	10	10
18	SIMPE ALTA 2	Chincheros	Huaccana	Sector	24	6	6
19	AMPLIACION ANCCAHUAY	Chincheros	Huaccana	Sector	76	16	16
20	AMPLIACIÓN CRUZPATA CASACANCHA 1	Chincheros	Huaccana	Sector	56	26	26
21	AMPLIACIÓN CASACANCHA 2	Chincheros	Huaccana	Sector	56	14	14
22	CUNYACC 2	Chincheros	Huaccana	Sector	32	9	9
23	PATACORRAL YANAVILCA 1	Chincheros	Huaccana	Sector	80	19	19
24	PATACORRAL YANAVILCA 2	Chincheros	Huaccana	Sector	56	18	18
25	JALLUYOPAMPA	Chincheros	Huaccana	Caserío	56	11	11
26	SALVIAPAMPA	Chincheros	Huaccana	Caserío	52	9	9
27	HUALLHUA ALTA	Chincheros	Huaccana	Caserío	120	23	23
28	HUALLHUA BAJA	Chincheros	Huaccana	Caserío	116	25	25
29	AMPLIACION LLIHUAPAMPA 2	Chincheros	Huaccana	Sector	168	18	18
30	AMPLIACION CHULLAQUICHKA 2	Chincheros	Huaccana	Sector	96	26	26

Tabla 3.2.1.2 PARTE 3: Relación de localidades beneficiadas (Fuente: SELEGSA -Ficha técnica)

31	CABRACANCHA ALTA 2	Chincheros	Huaccana	Sector	48	11	11
32	TOCSO BAJO 2	Chincheros	Huaccana	Sector	88	19	19
33	AMPLIACION MANZANAPATA	Chincheros	Huaccana	Sector	44	11	11
34	AMPLIACION CCANTUPATA 2	Chincheros	Huaccana	Sector	28	7	7
35	PACCOCHE BAJO 2	Chincheros	Huaccana	Sector	80	26	26
36	SAURI BAJO 2	Chincheros	Huaccana	Sector	40	10	10
37	AMPLIACION NUEVA ESPERANZA 2	Chincheros	Huaccana	Sector	76	16	16
38	INTEGRACION CCANCHI 1	Chincheros	Huaccana	Comunidad	100	33	33
39	AMPLIACION PULCAY 3	Chincheros	Huaccana	Sector	92	18	18
40	BARRIO PROGRESISTA	Chincheros	Huaccana	Caserío	72	26	26
				<b>Total</b>	<b>3132</b>	<b>677</b>	<b>677</b>

#### b.5.2. Población beneficiada y número de abonados

Son 40 localidades que serán electrificadas, cubriendo 677 abonados con una población beneficiada de 3132.

### b.5.3. Descripción técnica del proyecto

#### b.5.3.1. Materiales para líneas primarias

Tabla 3.2.1.3. PARTE 1: Materiales para líneas primarias (Fuente SELESA)

<b>POSTES</b>		<b>Estudio Definitivo</b>
	<b>Long. /Material</b>	<b>Cantidad</b>
	12/200_m/C.A.C	175.00
	12/300_m/C.A.C	19.00
	12m/200_C.A.C.SECC	68.00
	12m/300_C.A.C.SECC	1.00
<b>CONDUCTORES</b>		<b>Estudio Definitivo</b>
	<b>Sección/Tipo</b>	<b>Long. Km</b>
	35mm <sup>2</sup> /AAAC	34.37
	70mm <sup>2</sup> /AAAC	
<b>PUESTA A TIERRA</b>		<b>Estudio Definitivo</b>
	<b>Tipo</b>	<b>Cantidad</b>
	PAT-1C	232.00
	PAT-1	10.00
<b>SECCIONADORES</b>		<b>Estudio Definitivo</b>
	<b>Tipo</b>	<b>Cantidad</b>
	27/38 Kv, 100A, 150 KV-BIL	10.00

Tabla 3.2.1.3. – PARTE 2: Materiales para líneas primarias (Fuente SELEGSA)

		Estudio Definitivo
	Tipo	Cantidad
PARARRAYOS	Fusible Tipo Expulsión de 3 A, Tipo K	6.00
	Fusible Tipo Expulsión de 5 A, Tipo K	2.00
	Fusible Tipo Expulsión de 10 A, Tipo K	1.00
	Fusible Tipo Expulsión de 15 A, Tipo K	1.00
	Pararrayos de Óxido Metálico, 21 kV, 10 KA Clase 1	10.00

## b.5.3.2. Materiales para redes primarias

Tabla 3.2.1.4. PARTE 1: Materiales para redes primarias (Fuente SELEGSA)

		Estudio Definitivo
	Long. /Material	Cantidad
POSTES	12m/200_C.A.C	36.00
	12m/300_C.A.C	18.00
	12m/200_C.A.C. Seccionable	3.00
	12m/200_C.A.C. Seccionable	1.00
CONDUCTORES		Estudio Definitivo
	Sección/Tipo	Long. Km
	35mm <sup>2</sup> /AAAC	2.73

Tabla 3.2.1.4 PARTE 2: Materiales para redes primarias (Fuente SELEGSA)

<b>NUMERO DE TRASFORMADORES MONOFÁSICO Y POTENCIA</b>		<b>Estudio Definitivo</b>
	<b>Pot. (KVA)/Relac.Transf. (KV)</b>	<b>Cantidad</b>
	Fase - Neutro de 5 kVA; 13.2/0.46-0.23 kV	29.00
	Fase - Neutro de 10 kVA; 13.2/0.46-0.23 kV	8.00
	Fase - Neutro de 15 kVA; 13.2/0.46-0.23 kV	1.00
	Fase - Neutro de 25 kVA; 13.2/0.46-0.23 kV	1.00
<b>TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN</b>		<b>Estudio Definitivo</b>
	<b>Tablero/Capacidad Interruptor</b>	<b>Cantidad</b>
	Monofásica de 5 kVA; 440-220V	29.00
	Monofásica de 10 kVA; 440-220V	8.00
	Monofásica de 15 kVA; 440-220V	1.00
	Monofásica de 25 kVA; 440-220V	1.00
<b>PUESTA A TIERRA</b>		<b>Estudio Definitivo</b>
	<b>Tipo</b>	<b>Cantidad</b>
	PAT-1C	39.00
	PAT-3	39.00
<b>SECCIONADORES</b>		<b>Estudio Definitivo</b>
	<b>Tipo</b>	<b>Cantidad</b>
	27/38 kV, 100A, 150 kV-BIL.	39.00

Tabla 3.2.1.4 PARTE 3: Materiales para redes primarias (Fuente SELESGA)

PARARRAYOS		Estudio Definitivo
	Tipo	Cantidad
	21 kV, 10 KA Clase 1	39.00

## b.5.3.3. Materiales para redes secundarias

Tabla 3.2.1.5 PARTE 1: Materiales para redes secundarias (Fuente SELESGA)

POSTES		Estudio Definitivo
	Long. /Material	Cantidad
	8m/C.A.C.	1,078.00
11m/C.A.C.	5.00	
CONDUCTORES		Estudio Definitivo
	Autoport Alum/Tipo	Long. Km
	2X25+16/25 mm <sup>2</sup>	5.79
	2X16+16/25 mm <sup>2</sup>	6.70
	2X25/25 mm <sup>2</sup>	5.01
	2X16/25 mm <sup>2</sup>	10.83
	1X16+16/25 mm <sup>2</sup>	11.02
	1X16/25 mm <sup>2</sup>	25.45
MEDIDORES		Estudio Definitivo
	Tipo	Cantidad
	Electrónico con Microprocesador de 220V; 10-40A; 60Hz, Clase 1	803.00

Tabla 3.2.1.5 PARTE 2: Materiales para redes secundarias (Fuente SELEGSA)

<b>PUESTA A TIERRA</b>		<b>Estudio Definitivo</b>
	<b>Tipo</b>	<b>Cantidad</b>
	PAT-1	326.00
<b>RETENIDAS</b>		<b>Estudio Definitivo</b>
	<b>Tipo</b>	<b>Cantidad</b>
	RI	506.00
	RV	29.00

**b.6. Desarrollo del expediente técnico**

Obtenida información técnica se procede a elaborar el expediente técnico, que será el documento necesario, acorde a las visitas de campo, a priori, para empezar las actividades de montaje electromecánico.

**b.7. Aprobación del expediente técnico**

Tras la realización de los lineamientos, justificación, métodos teóricos, normas, procedimientos que describan el expediente técnico, se aprueba el expediente para el inicio de actividades.

Podemos resumir el nivel de logro del objeto específico 2 en la figura 3.2.1.5

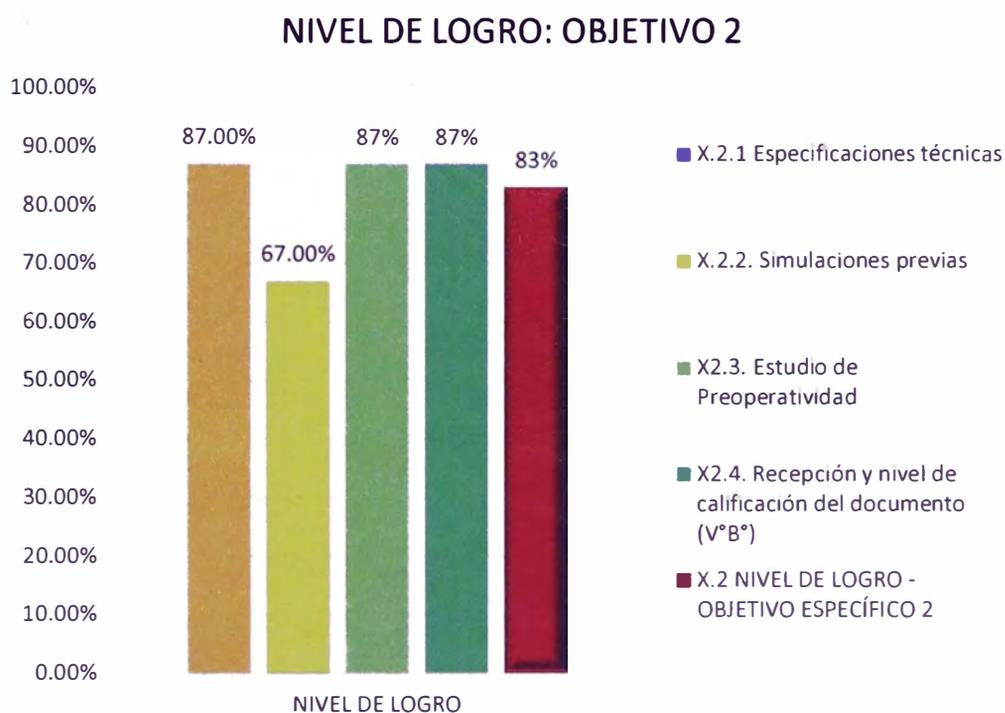


Figura 3.2.1.5: Diagrama de nivel de logro del objetivo específico 2 (Fuente: Elaboración propia).

### c. DESARROLLO DEL TERCER OBJETIVO

Nuestro objetivo (X3) a lograr es: Diseñar e implantar un Sistema eléctrico de acuerdo con el contexto. Podemos esquematizar dicho objetivo en procesos que indican la figura 3.2.1.6.

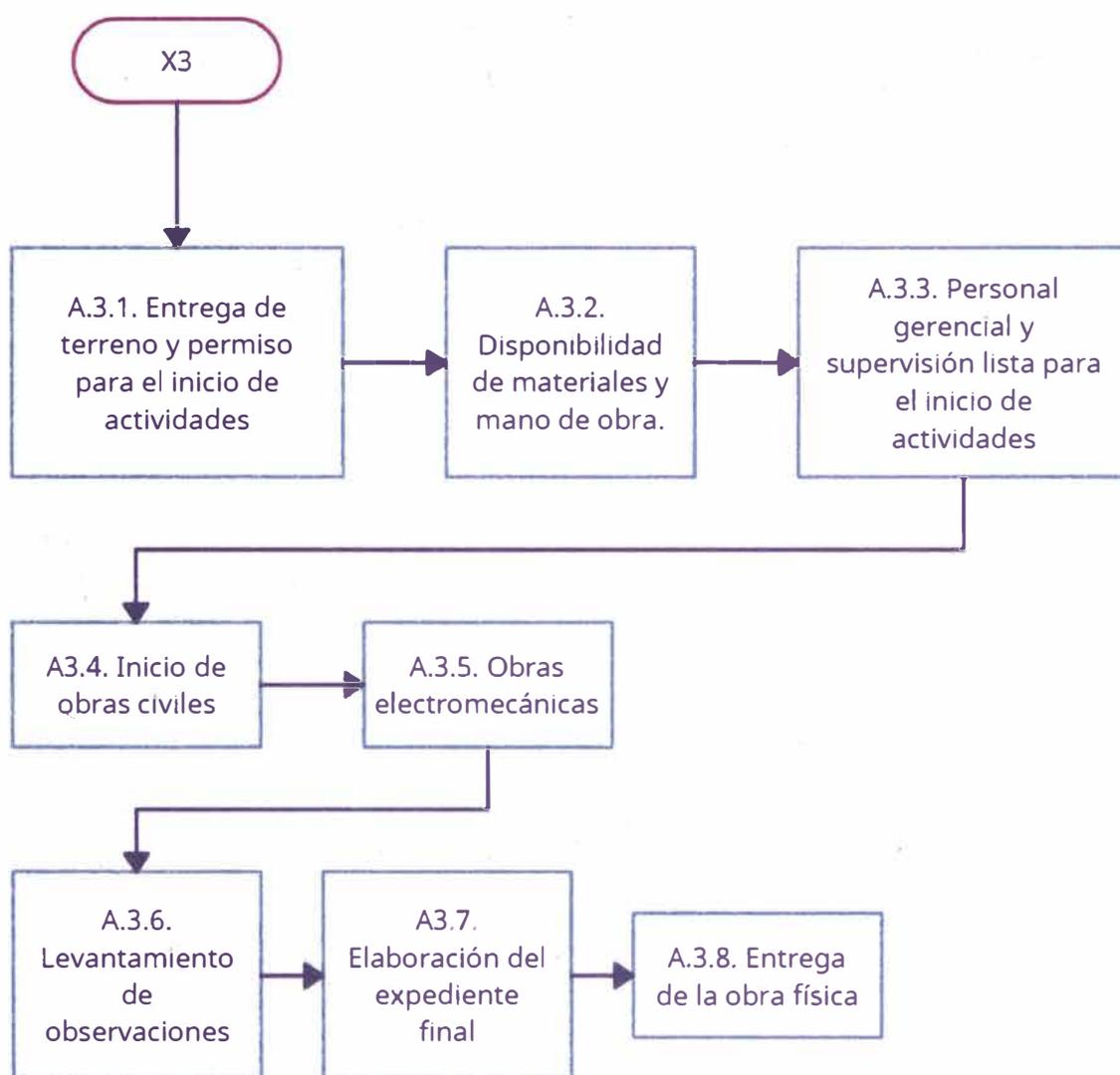


Figura 3.2.1.6: Diagrama de flujo del objetivo 3 (Fuente: Elaboración propia)

Podemos describir cada procedimiento:

#### c.1. Entrega de terreno y permiso para el inicio de actividades

En este proceso se gestionará la entrega de terreno donde se llevará a cabo la instalación de proyecto, así como los permisos correspondientes.

En la figura 3.2.1.7 podemos evidenciar el acta de entrega de terrenos a la contratista.

**ACTA DE ENTREGA DE TERRENO**

**OBRA: "AMPLIACIÓN E INSTALACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO RURAL,  
DISTRITO DE HUACCANA-CHINCHEROS-APURÍMAC"**

**PARTICIPANTES**

Por la Dirección General de Electrificación Rural del Ministerio de Energía y Minas (DGER/MEM)

Ing° Jaime Ernesto Barrera Astuhuamán – Coordinador de Obra

Por la Contratista SERVICIOS ESPECIALIZADOS Y LOGISTICA EN GENERAL S A (SELEGSA)

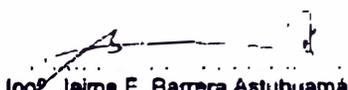
Ing° Amílcar Santiago Parra Otárola – Representante

En concordancia con lo establecido en el numeral 3) del Artículo 184° del Reglamento de la Ley de Contrataciones del Estado (D S N° 184-2008-EF) a la Cláusula Séptima del Contrato de Ejecución de Obra N° 002-2016-MEM/DGER, al oficio N° 044-2016-MEM/DGER/DPR-JPS del 19-01-2016 y carta N° 0011-2016-SEL de fecha 19-01-2016, los que susciben, representantes de la DGER/MEM y de la Contratista, se reunieron con la finalidad de efectuar la ENTREGA DE TERRENO donde se llevará a cabo la ejecución de la obra "AMPLIACIÓN E INSTALACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO RURAL, DISTRITO DE HUACCANA-CHINCHEROS-APURÍMAC"

Luego de las coordinaciones realizadas se procedió, in situ, a recorrer e inspeccionar el terreno donde se ejecutará la obra según los alcances del contrato de obra y a los planos del proyecto. Recorrido e inspeccionado el terreno y no habiendo inconvenientes que impidan la ejecución de la obra "AMPLIACIÓN E INSTALACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO RURAL, DISTRITO DE HUACCANA-CHINCHEROS-APURÍMAC", el representante de la contratista da por recepcionado el terreno, por lo que, en señal de conformidad se suscribe el presente Acta.

Huaccana, 20 de enero de 2016

**Por la DGER/MEM:**

  
Ing° Jaime E. Barrera Astuhuamán

**Por SELEGSA:**

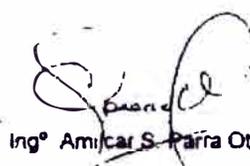
  
Ing° Amílcar S. Parra Otárola

Figura 3.2.1.7: Acta de Entrega de terreno (Fuente: S.E.L.E.G.A. – Contratista)

Gestionado los permisos necesarios, en coordinación con los entes correspondientes, se tiene el visto bueno para el inicio de actividades.

**c.2. Disponibilidad de materiales y mano de obra**

Para el efectivo inicio de las actividades es necesario contar con dos activos importantes: La mano de obra (especializada y general) así como los materiales a usar. El primero se especificó y se organizó en el subacápite 3.1.1.5.

Mayor detalle encontramos en: (*Ministerio de Energía y Minas - R.D. N° 025-2004-EM/DGE - Electricidad, s. f.*).

**c.3. Personal gerencial y supervisión lista para el inicio de actividades**

Preparado los recursos y materiales, se procede a dar el visto bueno para el inicio de actividades (contratista y cliente). En la figura 3.2.1.8 se justifica dicho inicio.



PERÚ

Ministerio  
de Energía y MinasViceministerio  
de EnergíaDirección General  
de Electrificación Rural

**"2007-2016 Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"**  
**"Año de la consolidación del Mar de Grau"**

Lima, 15 FEB. 2016

OFICIO N° 41 -2016-MEM/DGER/DPR-JPS

Señor Ingeniero  
**Jesús Walter Parra Otarola**  
 Representante Legal  
**SELEGSA**  
 Calle El Dorado N° 165  
 Ate - Lima

**Asunto** : Obra "Ampliación e Instalación del Sistema Eléctrico Rural, Distrito de Huaccana-Chincheros-Apurímac"  
 Contrato de Ejecución de Obra N° 002-2016-MEM/DGER  
 - Fecha de Inicio del Plazo de Ejecución de Obra

Tengo a bien dirigirme a usted para comunicarle que, habiéndose designado al Supervisor de la Obra, entregado el Expediente Técnico de Obra, completo, efectuada la entrega del terreno y entregado el adelanto directo; en concordancia con el Artículo 184 del Reglamento de la Ley de Contrataciones del Estado (Decreto Supremo N° 184-2008-EF) y la Cláusula Séptima del Contrato N° 002-2016-MEM/DGER, el inicio del plazo de ejecución de la obra "Ampliación e Instalación del Sistema Eléctrico Rural, Distrito de Huaccana-Chincheros-Apurímac", comenzó a regir el día **10-02-2016**

En tal sentido, agradeceré se sirva alcanzarnos, a la brevedad, los siguientes documentos, de manera que, de conformidad con los términos contractuales, la Ley de Contrataciones del Estado, su Reglamento y modificatorias, aplicables, el Supervisor y la Entidad puedan efectuar el control del contrato correspondiente

- Calendario de Avance, valorizado, detallado por Secciones y Partidas, concordado con la fecha de inicio del plazo de ejecución de obra y con lo ofertado
- Diagramas PERT-CPM y GANTT, concordados con el Calendario mencionado en el literal a), con la fecha de inicio del plazo de ejecución de obra y con lo ofertado
- Personal que intervendrá y sus actividades que habrán de desarrollar, indicando el tiempo de su participación
- Organigrama

Finalmente, agradeceré observar que sus comunicaciones deben estar suscritas por el representante legal y ser dirigidas a esta Jefatura de Proyectos Sur, haciendo mención a la ejecución de la Obra "Ampliación e Instalación del Sistema Eléctrico Rural, Distrito de Huaccana-Chincheros-Apurímac"

Sin otro particular, hago propicia la ocasión para expresarle mis cordiales saludos.

Atentamente,



*[Handwritten Signature]*  
 Ing JULIO SILVESTRE ESPINOZA  
 Jefe de Proyectos Sur  
 Dirección de Proyectos  
 Dirección General de Electrificación Rural

Figura 3.2.1.8: Acta de inicio de actividades (Fuente: SELEGSA – DGER)

#### c.4. Inicio de obras civiles

Se refiere a las obras civiles. Podemos rescatar el levantamiento topográfico para el trazo de ruta, así como la implantación de estructuras. En la tabla 3.2.2.q observaremos la relación de tramos y coordenadas.

Tabla n.º 3.2.1.6 PARTE 1: Relación de tramos de la línea primaria (Fuente: SELESGA-Expediente técnico)

<b>CUADRO DE COORDENADAS</b>						
N.º de LP.	Descripción del Tramo	VÉRTICE	UTM WGS84-ZONA 18L		Distancias	Distancia Total (km)
			Este (m)	Norte (m)	Parciales (m)	
1	LP SAUCIPAMPA	SAU-0	628528.9919	8508339.0410	34.00	0.72
		SAU-1	628553.0148	8508314.9736	84.20	
		SAU-2	628491.0000	8508258.0200	68.40	
		SAU-3	628533.0000	8508204.0300	82.00	
		SAU-4	628515.0071	8508124.0250	227.40	
		SAU-5	628296.0800	8508062.5150	50.60	
		SAU-6	628271.9966	8508018.0150	66.40	
		SAU-7	628215.0067	8508052.0900	45.30	
		SAU-8	628176.0148	8508029.0350	66.50	
		SAU-F	628109.5262	8508027.9000		
2	LP BARRIO PROGRESISTA	BP-0	626838.0000	8510842.0000	10.00	2.64
		BP-1	626827.9999	8510841.7000	679.80	
		BP-2	626617.9000	8511488.2200	69.60	
		BP-3	626558.0005	8511452.7800	211.60	
		BP-4	626399.0000	8511592.4000	165.30	
		BP-5	626234.0000	8511582.5000	120.50	
		BP-6	626160.7029	8511678.1400	66.90	
		BP-7	626130.9870	8511738.0750	298.40	
		BP-8	626121.0000	8512036.3100	479.47	
		BP-9	626407.9703	8512420.4199	213.40	
		BP-10	626499.9353	8512612.9850	279.74	

Tabla n.º 3.2.1.6 PARTE 2: Relación de tramos de la línea primaria (Fuente: SELEGS-Expediente técnico)

n.º de L.P.	Descripción del Tramo	VÉRTICE	UTM WGS84-ZONA 18L		Distancias Parciales (m)	Distancia Total (km)
		BP-11	626719.9914	8512785.7000	47.90	
		BP-F	626726.0336	8512833.2200		
3	LP GALLITO DE LAS ROCAS	GR-0	628007.0115	8508963.3188	144.07	0.14
		GR-F	627899.0067	8508867.9662		
4	LP HUAMINA CENTRAL	HC-0	628581.9964	8508456.9774	1780.00	4.94
		HC-1	628670.9745	8510234.7500	722.40	
		HC-2	629286.0000	8510613.7000	646.40	
		HC-3	628941.0000	8511160.3300	791.00	
		HC-4	629094.0000	8511936.3900	220.80	
		HC-5	629268.0000	8512072.3200	418.10	
		HC-6	629674.0000	8512172.1800	317.90	
		HC-7	629982.0000	8512250.9000	44.00	
		HC-F	629966.0000	8512209.9100		
5	LP PAYLAHUANTUNA I	PAY1-0	628651.0000	8509585.0000	55.00	0.37
		PAY1-1	628601.0000	8509607.9200	282.30	
		PAY1-2	628324.0000	8509662.3800	32.60	
		PAY1-F	628300.0000	8509684.4500		
6	LP HUAMINA BAJA II	HC-6	629094.0000	8511944.0000	655.80	0.66
		BHII-F	628711.0000	8512476.3400		
7	LP AMP. CHURCO II	ACH-0	626068.0000	8519574.1900	28.40	0.50
		ACH-1	626092.0000	8519559.0000	182.70	
		ACH-2	626155.0000	8519387.5005	115.70	
		ACH-3	626269.0399	8519368.0000	135.70	
		ACH-4	626399.0000	8519407.0500	40.80	
		ACH-F	626413.9800	8519445.0000		

Tabla n.º 3.2.1.6 PARTE 3: Relación de tramos de la línea primaria (Fuente: SELEGSA-Expediente técnico)

n.º de L.P.	Descripción del Tramo	VÉRTICE	UTM WGS84-ZONA 18L		Distancias Parciales (m)	Distancia Total (km)
8	LP LLOCCLAPATA	LL-0	627275.0000	8521950.0000	233.90	6.06
		LL-1	627507.1000	8521978.9999	60.90	
		LL-2	627522.0000	8521919.9500	71.10	
		LL-3	627593.0000	8521916.1000	305.06	
		LL-4	627898.0000	8521910.0000	162.80	
		LL-5	628029.4900	8521814.0130	27.90	
		LL-6	628055.1300	8521825.0213	81.60	
		LL-7	628125.0900	8521783.0181	54.40	
		LL-8	628140.9356	8521730.9800	886.10	
		LL-9	629025.5100	8521783.0000	1590.60	
		LL-10	630602.3200	8521574.0000	705.90	
		LL-11	631233.5400	8521258.0000	630.90	
		LL-12	631369.8500	8520642.0000	1239.90	
		LL-F	630840.0200	8519521.0000		
9	LP HUAYUNCCARI	HUAY-0	630660.0475	8527626.0303	47.40	1.21
		HUAY-1	630617.0431	8527645.9646	17.00	
		HUAY-2	630625.0000	8527660.9900	786.70	
		HUAY-3	630219.9919	8528335.4300	359.50	
		HUAY-F	629916.9374	8528528.8100		
10	LP PURISIMA 1	PUR1-0	631548.9600	8527371.2594	25.20	0.23
		PUR1-1	631528.9240	8527355.9754	93.20	
		PUR1-2	631582.8977	8527279.9957	113.00	
		PUR1-F	631688.0168	8527321.4500		
11	LP PURISIMA 2	PUR2-0	632315.9399	8527145.1188	29.12	0.39
		PUR2-1	632289.9555	8527131.9815	287.70	
		PUR2-2	632237.9888	8526849.0169	73.50	
		PUR2-F	632199.9988	8526786.1000		

Tabla n.º 3.2.1.6 PARTE 4: Relación de tramos de la línea primaria (Fuente: SELEGS-Expediente técnico)

Nº de L.P.	Descripción del Tramo	VÉRTICE	UTM WGS84-ZONA 18L		Distancias Parciales (m)	Distancia Total (km)
12	LP SIMPE ALTA 2	SA2-0	634587.0000	8529447.0000	97.22	<b>0.10</b>
		SA2-F	634491.9407	8529467.4000		
13	LP CHUPARO	CHU-0	634502.8982	8529747.079	283.89	<b>0.32</b>
		CHU-1	634672.0413	8529975.0800	38.70	
		CHU-F	634708.0704	8529989.2000		
14	LP AMP. CRUZPATA CASACANCHA 1	AC2-0	637271.9593	8525343.0206	101.03	<b>0.10</b>
		ACC1-F	637314.0090	8525434.8800		
15	LP AMP. CASACANCHA 2	AC2-1	637271.9140	8525343.1199	701.77	<b>0.73</b>
		AC2-2	637628.0000	8524738.4000	24.20	
		AC2-F	637651.9867	8524741.6000		
16	LP PATACORRAL YANAVILCA 1-2	PY2-0	638298.9590	8520120.0030	14.07	<b>2.53</b>
		PY2-1	638300.0000	8520134.0300	2516.43	
		PY2-F	636476.0302	8521867.6800		
17	JALLUYOPAMPA	JALL-0	640259.2072	8519731.2485	21.28	<b>0.18</b>
		JALL-1	640243.0000	8519717.4600	155.60	
		JALL-F	640099.0016	8519776.4200		
18	LP CABRACANCHA ALTA 2	CA2-0	643065.0424	8521369.0760	209.63	<b>0.45</b>
		CA2-1	642885.9614	8521478.0426	244.20	
		CA2-F	642738.9833	8521673.0600		
19	LP AMP. LLIHUAPAMPA 2	ALL-0	641858.0000	8522898.0000	232.01	<b>0.23</b>
		ALL-F	641821.0185	8522668.9600		
20	LP HUALLHUA BAJA	HUAB-0	641295.0435	8522872.0102	24.73	<b>0.73</b>
		HUAB-1	641289.0054	8522895.9877	25.50	
		HUAB-2	641266.0115	8522907.0210	504.20	
		HUAB-3	640810.9874	8523124.2000	166.50	
		HUAB-4	640723.9668	8523266.1500	13.40	

Tabla n.º 3.2.1.6 PARTE 5: Relación de tramos de la línea primaria (Fuente: SELESGA-Expediente técnico)

n.º de L.P.	Descripción del Tramo	VÉRTICE	UTM WGS84-ZONA 18L		Distancias Parciales (m)	Distancia Total (km)
		HUAB-F	640730.0157	8523278.1100		
21	LP SALVIAPAMPA	SAL-0	640753.0264	8522572.2849	27.18	1.40
		SAL-1	640759.9956	8522546.0177	220.20	
		SAL-2	640674.0414	8522343.2900	26.20	
		SAL-3	640655.0260	8522325.2600	607.20	
		SAL-4	640392.9591	8521777.5300	149.10	
		SAL-5	640427.9833	8521632.6000	161.30	
		SAL-6	640559.0015	8521538.5100	163.30	
		SAL-7	640636.0583	8521394.5300	33.20	
		SAL-F	640667.0090	8521382.5100		
22	LP PACCOCHE BAJO 2	PB-0	644457.9869	8523254.0175	613.90	1.01
		PB-1	644955.9966	8522895.0500	376.10	
		PB-2	644632.0495	8522703.9800	29.40	
		PB-F	644620.0000	8522730.8000		
23	LP SAURI BAJO 2	SB2-0	644044.1189	8523929.0464	28.17	0.54
		SB2-1	644062.9996	8523949.9538	473.00	
		SB2-2	643646.9877	8524175.0390	42.40	
		SB2-F	643607.0000	8524160.9500		
24	LP AMPL. NVA ESPERANZA	ANE-0	642961.9595	8525410.0050	115.95	0.12
		ANE-F	642970.9800	8525525.6000		
25	LP INTEGRACION CCANCHI 1	ICC1-0	643086.0076	8525496.9985	53.83	6.72
		ICC1-1	643136.0000	8525477.0500	394.90	
		ICC1-2	643524.9548	8525545.3000	949.70	
		ICC1-3	644301.9983	8526091.3100	1832.70	
		ICC1-4	645104.9805	8527738.7400	83.00	
		ICC1-5	645034.0078	8527781.7700	1225.20	

Tabla n.º 3.2.1.6 PARTE 6: Relación de tramos de la línea primaria (Fuente: SELEGS-Expediente técnico)

n.º de L.P.	Descripción del Tramo	VÉRTICE	UTM WGS84-ZONA 18L		Distancias	Distancia
					Parciales (m)	Total (km)
		ICC1-6	644634.0000	8528939.8300	1016.50	
		ICC1-7	644495.0000	8529946.7800	589.70	
		ICC1-8	644806.0168	8530447.7900	503.20	
		ICC1-9	644819.0000	8530950.8200	68.20	
		ICC1-F	644861.9883	8531003.7700		
<b>LONGITUD TOTAL DE LA LÍNEA PRIMARIA (Km)</b>						<b>33.15</b>

#### c.5. Obras electromecánicas

##### ➤ LÍNEA PRIMARIA

Comprenderá desde las líneas primarias existentes. Tienen las siguientes características:

<b>Sistema</b>	<b>Monofásico MRT</b>
<b>Tensión nominal</b>	<b>22.9 / 13.2 kV</b>
<b>Conductor de fase</b>	<b>Aleación aluminio AAAC, desnudo 35 y 70 mm<sup>2</sup></b>
<b>Longitud 35 mm<sup>2</sup></b>	<b>27.74 Km</b>
<b>Longitud 70 mm<sup>2</sup></b>	<b>5.41 Km</b>
<b>Longitud total línea</b>	<b>33,15 km</b>
<b>Estructuras</b>	<b>Postes de CAC de 12m/200 daN y 12m/300daN</b>

##### ➤ CARACTERÍSTICAS DE LAS REDES

Las redes primarias proyectadas se caracterizarán por:

<b>Tensión nominal</b>	<b>22.9 kV/13.2 kV.</b>
<b>Conductor</b>	<b>AAAC, desnudo de 35 mm<sup>2</sup>.</b>
<b>Estructuras</b>	<b>Postes de CAC. 12m/200 daN y 12m/300daN (S.E.)</b>

Las subestaciones de distribución son monofásicas fase-neutro; los transformadores: 13.2 kV  $\pm$  2x2.5% /460-230V. En la tabla 3.2.2.r se especifican las subestaciones de distribución.

Tabla n.º 3.2.1.7 PARTE 1: Relación de transformadores por localidad (Fuente: SELESA – Expediente técnico)

ITEM	Localidades	Transformador Monofásico Fase-Neutro 13.2/0.46 kV – 0.23 kV			
		5 KVA	10 KVA	15 KVA	25 KVA
1	GALLITO DE LAS ROCAS	1			
2	SAUCIPAMPA	1			
3	PAYLAHUANTUNA 1		1		
4	PAYLAHUANTUNA 2	1			
5	MANZANAYOC	1			
6	HUAMINA BAJA I	1			
7	HUAMINA BAJA II	1			
8	HUAMINA CENTRAL			1	
9	AMPLIACIÓN CHURCO II	1			
10	AMPLIACIÓN VARGASCUCHO	1			
11	UCHCUPATA	1			
12	CHACCHAHUA				1
13	LLOCLLAPATA		1		
14	HUAYUNCCARI	1			
15	PURISIMA 1	1			
16	PURISIMA 2	1			
17	CHUPARO	1			

Tabla N.º 3.2.1.7 PARTE 2: Relación de transformadores por localidad (Fuente: SELEGSA – Expediente técnico)

ITEM	Localidades	Transformador Monofásico Fase-Neutro 13.2/0.46 kV – 0.23kV			
		5 KVA	10 KVA	15 KVA	25 KVA
18	SIMPE ALTA 2	1			
19	AMPLIACION ANCCAHUAY	1			
20	AMPLIACION CRUZPATA CASACANCHA 1	1			
21	AMPLIACION CASACANCHA 2	1			
22	CUNYACC 2	1			
23	PATACORRAL YANAVILCA 1	1			
24	PATACORRAL YANAVILCA 2	1			
25	JALLUYOPAMPA	1			
26	SALVIAPAMPA	1			
27	HUALLHUA ALTA		1		
28	HUALLHUA BAJA		1		
29	AMPLIACION LLIHUAPAMPA 2		1		
30	AMPLIACION CHULLAQUICHKA 2		1		

Tabla N.º 3.2.1.7 PARTE 3: Relación de transformadores por localidad (Fuente: SELESA – Expediente técnico)

ITEM	Localidades	Transformador Monofásico Fase-Neutro 13.2/0.46 kV-0.23 kV			
		5 KVA	10 KVA	15 KVA	25 KVA
31	CABRACANCHA ALTA 2	1			
32	TOCSO BAJO 2	1			
33	AMPLIACION MANZANAPATA	1			
34	AMPLIACION CCANTUPATA 2				
35	PACCOCHE BAJO 2	1			
36	SAURI BAJO 2	1			
37	AMPLIACION NUEVA ESPERANZA 2	1			
38	INTEGRACION CCANCHI 1		1		
39	AMPLIACION PULCAY 3	1			
40	BARRIO PROGRESISTA				

➤ REDES DE DISTRIBUCIÓN PARTICULAR

La obra: “AMPLIACIÓN E INSTALACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO RURAL, DISTRITO DE HUACCANA-CHINCHEROS-APURIMAC”, beneficiará a 40 localidades, con 675 habitantes y con 675 conexiones en B.T.

La relación de localidades y cantidad de beneficiados se aprecia en la tabla 3.2.2.r

Tabla N.º 3.2.1.8 PARTE 1: Relación de localidades beneficiadas (Fuente: SELEGA – Expediente técnico)

n.º	Localidad	Provincia	Distrito	Categoría	Población Por Beneficiaria	Lotes	Lotes Por Electrificar
1	GALLITO DE LAS ROCAS	Chincheros	Huaccana	Sector	48	13	13
2	SAUCIPAMPA	Chincheros	Huaccana	Sector	84	20	20
3	PAYLAHUANTUNA 1	Chincheros	Huaccana	Sector	108	20	20
4	PAYLAHUANTUNA 2	Chincheros	Huaccana	Sector	64	12	12
5	MANZANAYOC	Chincheros	Huaccana	Sector	80	15	15
6	HUAMINA BAJA 1	Chincheros	Huaccana	Sector	36	8	8
7	HUAMINA BAJA 2	Chincheros	Huaccana	Sector	48	6	6
8	HUAMINA CENTRAL	Chincheros	Huaccana	Caserío	164	32	32
9	CHURCO II	Chincheros	Huaccana	Sector	40	9	9
10	AMPLIACIÓN VARGASCUCHO	Chincheros	Huaccana	Sector	100	20	20
11	UCHCUPATA	Chincheros	Huaccana	Caserío	72	5	5
12	CHACCHAHUA	Chincheros	Huaccana	Caserío	312	57	57
13	LLOCCLLAPATA	Chincheros	Huaccana	Caserío	112	15	15
14	HUAYUNCCARI	Chincheros	Huaccana	Caserío	72	15	15
15	PURISIMA 1	Chincheros	Huaccana	Sector	64	18	18
16	PURISIMA 2	Chincheros	Huaccana	Sector	36	4	4
17	CHUPARO	Chincheros	Huaccana	Caserío	36	10	10
18	SIMPE ALTA 2	Chincheros	Huaccana	Sector	24	6	6
19	AMPLIACIÓN ANCCA HUAY	Chincheros	Huaccana	Sector	76	16	16
20	AMPLIACION CRUZPATA CASACANCHA 1	Chincheros	Huaccana	Sector	56	26	26
21	AMPLIACION CASACANCHA 2	Chincheros	Huaccana	Sector	56	14	14

Tabla N.º 3.2.1.8 PARTE 2: Relación de localidades beneficiadas (Fuente: SELESA – Expediente técnico)

Nº	Localidad	Provincia	Distrito	Categoría	Población Por Beneficiar	Lotes	Lotes Por Electrificar
22	CUNYACC 2	Chicheros	Huaccana	Sector	32	9	9
23	PATACORRAL YANAVILCA 1	Chincheros	Huaccana	Sector	80	19	19
24	PATACORRAL YANAVILCA 2	Chincheros	Huaccana	Sector	56	18	18
25	JALLUYOPAMPA	Chincheros	Huaccana	Caserío	56	11	11
26	SALVIAPAMPA	Chincheros	Huaccana	Caserío	52	9	9
27	HUALLHUA ALTA	Chincheros	Huaccana	Caserío	120	23	23
28	HUALLHUA BAJA	Chincheros	Huaccana	Caserío	116	25	25
29	AMPLIACION LLIHUAPAMPA 2	Chincheros	Huaccana	Sector	168	18	18
30	AMPLIACION CHULLAQUICHKA 2	Chincheros	Huaccana	Sector	96	26	26
31	CABRACANCHA ALTA 2	Chincheros	Huaccana	Sector	48	11	11
32	TOCSO BAJO 2	Chincheros	Huaccana	Sector	88	19	19
33	AMPLIACION MANZANAPATA	Chincheros	Huaccana	Sector	44	11	11
34	AMPLIACION CCANTUPATA 2	Chincheros	Huaccana	Sector	28	7	7
35	PACCOCHE BAJO 2	Chincheros	Huaccana	Sector	80	26	26
36	SAURI BAJO 2	Chincheros	Huaccana	Sector	40	10	10
37	AMPLIACION NUEVA ESPERANZA	Chincheros	Huaccana	Sector	76	16	16
38	INTEGRACION CCANCHI 1	Chincheros	Huaccana	Comunidad	100	33	33
39	AMPLIACION PULCAY 3	Chincheros	Huaccana	Sector	92	18	18
40	BARRIO PROGRESISTA	Chincheros	Huaccana	Caserío	72	26	26
				<b>Total</b>	<b>3132</b>	<b>676</b>	<b>676</b>

### ➤ ALUMBRADO PÚBLICO

En localidades que tienen definida una configuración urbana, con plaza y calles, se procederá a instalar el alumbrado público; pero estará limitada a la plaza principal, calles más fundamentales y las ubicaciones donde se encuentran las subestaciones de distribución.

En las localidades donde los conjuntos de viviendas no presentan una configuración urbana claramente definida o son incipientes, el alumbrado público se limitará a las subestaciones de distribución. Estas viviendas se encuentran, comúnmente, a lo largo de las vías, caminos de herradura o en las propiedades rurales de los dueños.

Las lámparas de alumbrado a instalarse tendrán las características mostradas en la tabla 3.2.2.s.

Tabla n.º 3.2.2.s: Lámparas de alumbrado público (Fuente: SELEGSA – Expediente técnico)

Tipo de Lámpara	Potencia (W)	Pérdidas (W)	Potencia Total (W)
Vapor de Sodio	50	10	60

El factor de simultaneidad para alumbrado público es FS = 1.

### ➤ CONEXIONES DOMICILIARIAS

- ❖ La obra consiste en la instalación y brindar conexiones eléctricas para 676 hogares. Estas conexiones serán de tipo aéreas, con un conductor concéntrico de cobre electrolítico aislado para resistir las condiciones climáticas, y tendrán un voltaje nominal (diseño) de 600 V y sección de 2 x 4 mm<sup>2</sup>. Además, cada lote contará con un medidor de energía instalado en una caja para el medidor, incluye accesorios y soporte para la retenida.

### ❖ DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

La obra comprende Líneas Primarias y Redes Primarias aéreas bifásicas, así como Redes Secundarias monofásicas con conductores auto soportados.

### ❖ NORMAS APLICABLES

Las normas aplicables vendrían a ser:

<ul style="list-style-type: none"> <li>• RD 016-2003-EM: Especificaciones Técnicas de Montaje de Líneas y Redes Primarias para Electrificación Rural</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• RD 017-2003-EM: Alumbrado de Vías Públicas en Áreas Rurales.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• RD 018-2003-EM: Bases para el Diseño de Línea y Redes Primarias para Electrificación Rural.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• RD 020-2003-EM: Especificaciones Técnicas de Montaje de Redes Secundarias con Conductor Autoportante para Electrificación Rural.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• RD 023-2003-EM: Especificaciones Técnicas de Soportes Normalizados para Líneas y redes Secundarias para Electrificación Rural.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• RD 024-2003-EM: Especificaciones Técnicas de Soportes Normalizados de Líneas y Redes Primarias para Electrificación Rural.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• RD 025-2003-EM. Especificaciones Técnicas para el Suministro de Materiales y Equipos de Redes Secundarias para Electrificación Rural.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• RD 026-2003-EM: Especificaciones Técnicas para el Suministro de Materiales y Equipos de Líneas y Redes Primarias para Electrificación Rural.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• RD 030-2003-EM Especificaciones Técnicas para levantamientos Topográficos para Electrificación Rural.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• RD 031-2003-EM: Bases para el Diseño de Líneas y redes Secundarias con Conductor Autoportante para Electrificación Rural.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ley de Concesiones Eléctricas y su Reglamento.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Guía de Estudios de Impacto Ambiental para las Actividades Eléctricas</li> </ul>

#### ❖ CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO

La obra “**AMPLIACIÓN E INSTALACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO RURAL, DISTRITO DE HUACCANA-CHINCHEROS-APURIMAC**” es un sistema Monofásico MRT en 22.9 / 13,2 kV.

#### ❖ CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA

La línea primaria está considerada como un sistema monofásico con retorno por tierra, en 22.9 kV / 13.2 kV, para las troncales y para todas las derivaciones hacia las localidades del proyecto (caseríos, poblados, anexos, centros poblados, etc.). Deben presentar las siguientes características eléctricas para todo el sistema:

Tensión nominal del Sistema	22.9 kV/13.2 kV
Tensión máxima	25 kV/14.5 kV
Frecuencia nominal	60 Hz
Factor de Potencia	0.9 (atraso)
Conexión del sistema	Efectivamente puesto a tierra
Configuración	1Ø Monofásico MRT
Sistema adoptado	Aéreo, radial.
Potencia de cortocircuito mínima	250 MVA.
Nivel Isocerámico	60
Altitud	1439 a 3485 msnm.

#### **c.5. Levantamiento de observaciones**

Se prosede a corregir, a solicitud de la supervisión, las actividades que no cumplen lo solicitado. Además, en caso, que exista, adicionales solicitados por el cliente.

#### **c.6. Elaboración del expediente técnico final**

Dicho expediente es elaborado, con correcciones, de acuerdo con la realidad, al finalizar la obra. (Tanto en variación de metrados como presupuesto)

#### **c.7. Entrega de la obra física**

Realizado el levantamiento de observaciones y el expediente técnico, conforme a obra; se procede a la entrega de la obra física, quedando pendiente el periodo de prueba experimental.

Podemos resumir el nivel de logro en la figura 3.2.2.9.

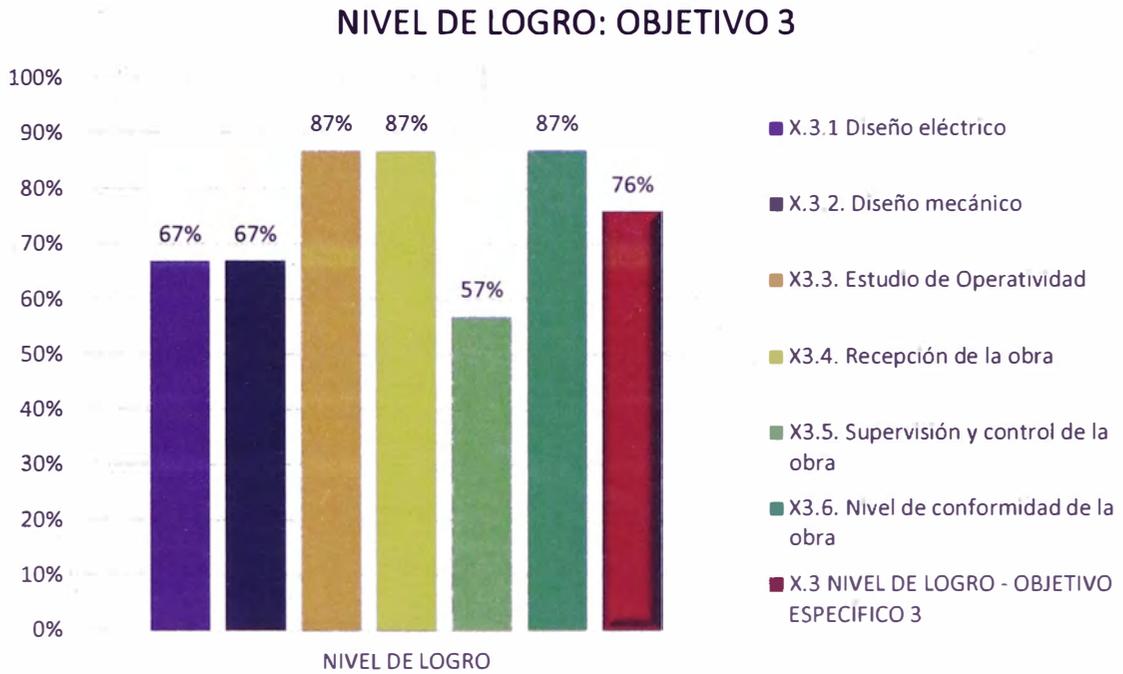


Figura 3.2.1.9: Diagrama del nivel de logro del Objetivo Específico 3 (Fuente: Elaboración propia)

**d. DESARROLLO DEL CUARTO OBJETIVO**

El cuarto objetivo (X4) a lograr: Evaluar el sistema suministro y la evolución del índice de desarrollo humano local. Podemos esquematizar dicho objetivo en procesos que indica la figura 3.2.1.10.

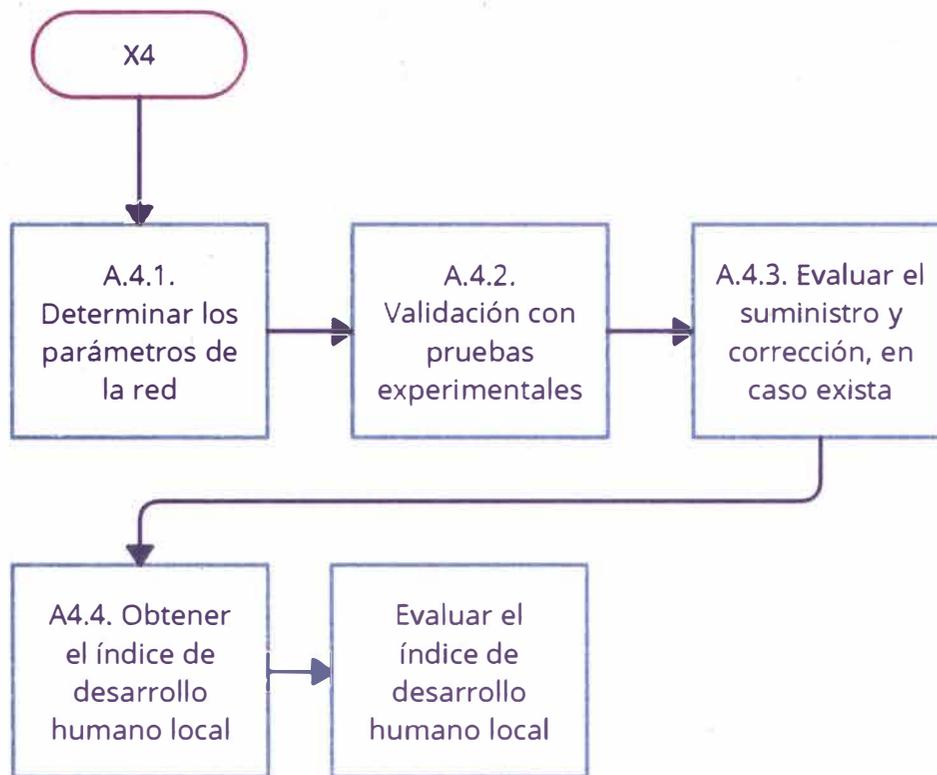


Figura 3.2.1.10: Diagrama de flujo del objetivo 4 (Fuente: Elaboración propia)

Podemos describir cada procedimiento:

**d.1. Determinar los parámetros de la red**

Finalizado las obras civiles se procede a la obtención de las características eléctricas al iniciar la electrificación del proyecto. Estos valores, se ubican dentro del rango aceptable, cumpliendo con lo esperado.

**d.2. Validación de pruebas experimentales**

Se inicia, por un periodo de un mes, las pruebas eléctricas para observar el comportamiento del Sistema en operación.

**d.3. Evaluar el suministro y corrección, en caso exista**

En la figura 3.2.1.11 se puede apreciar la constancia de que el proyecto supera dichas pruebas experimentales y, su aceptación para entrar en servicio.

**ACTA DE CONFORMIDAD DE OPERACIÓN EXPERIMENTAL**

**OBRA: "AMPLIACIÓN E INSTALACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO RURAL, DISTRITO DE HUACCANA -CHINCHEROS - APURÍMAC"**

En la fecha, 05-07-2017, los representantes de la Dirección General de Electrificación Rural del Ministerio de Energía y Minas (DGER/MEM), Ing° Jaime Ernesto Barrera Astuhumán, de ELECTRO SUR ESTE S.A.A., Ing° Miguel Vargas Palomino; y de la Empresa Contratista SERVICIOS ESPECIALIZADOS Y LOGÍSTICA EN GENERAL S.A. el Ing° Eusebio Cruzanaco Mamani y el Ing° Jesús Walter Parra Otárola; proceden a suscribir la presente, la misma que da conformidad al Período de Operación Experimental, para las siguientes treinta y cinco (35) que se detalla en cuadro 01, de la obra "AMPLIACIÓN E INSTALACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO RURAL, DISTRITO DE HUACCANA -CHINCHEROS - APURÍMAC", SECTOR ELECTRO SUR ESTE S.A.A. (35 LOCALIDADES), acorde con lo dispuesto en el numeral 19.5 del Contrato de Ejecución de Obra N° 002-2016-MEM/DGER suscrito el 05-01-2016 entre la DGER/MEM y el SERVICIOS ESPECIALIZADOS Y LOGÍSTICA EN GENERAL S.A.

**CUADRO Nro. 01**

ITEM	N° LOC.	LOCALIDAD	DISTRITO	PROVINCIA	DEPARTAMENTO
01	01	GALLITO DE LAS ROCAS	HUACCANA	CHINCHEROS	APURIMAC
02	02	SAUCIPAMPA	HUACCANA	CHINCHEROS	APURIMAC
03	03	PAYLAHUANTUNA 1	HUACCANA	CHINCHEROS	APURIMAC
04	04	PAYLAHUANTUNA 2	HUACCANA	CHINCHEROS	APURIMAC
05	05	MANZANAYOC	HUACCANA	CHINCHEROS	APURIMAC
06	06	HUAMINA BAJA 1	HUACCANA	CHINCHEROS	APURIMAC
07	07	HUAMINA BAJA 2	HUACCANA	CHINCHEROS	APURIMAC
08	08	HUAMINA CENTRAL	HUACCANA	CHINCHEROS	APURIMAC
09	14	HUAYUNCCARI	HUACCANA	CHINCHEROS	APURIMAC
10	15	PURISIMA 1	HUACCANA	CHINCHEROS	APURIMAC
11	16	PURISIMA 2	HUACCANA	CHINCHEROS	APURIMAC
12	17	CHUPARO	HUACCANA	CHINCHEROS	APURIMAC
13	18	SIMPE ALTA 2	HUACCANA	CHINCHEROS	APURIMAC
14	19	AMPLIACIÓN ANCCAMUAY	HUACCANA	CHINCHEROS	APURIMAC
15	20	AMPLIACIÓN CRUZPATA CASACANCHA 1	HUACCANA	CHINCHEROS	APURIMAC
16	21	AMPLIACIÓN CASACANCHA 2	HUACCANA	CHINCHEROS	APURIMAC
17	22	CUNYACC 2	HUACCANA	CHINCHEROS	APURIMAC
18	23	PATACORRAL YANAVILCA 1	HUACCANA	CHINCHEROS	APURIMAC
19	24	PATACORRAL YANAVILCA 2	HUACCANA	CHINCHEROS	APURIMAC
20	25	JALLUYOPAMPA	HUACCANA	CHINCHEROS	APURIMAC
21	26	SALVIAPAMPA	HUACCANA	CHINCHEROS	APURIMAC
22	27	HUALLHUA ALTA	HUACCANA	CHINCHEROS	APURIMAC
23	28	HUALLHUA BAJA	HUACCANA	CHINCHEROS	APURIMAC
24	29	AMPLIACIÓN LLUHUAPAMPA 2	HUACCANA	CHINCHEROS	APURIMAC
25	30	AMPLIACIÓN CHULLAQUICHKA 2	HUACCANA	CHINCHEROS	APURIMAC
26	31	CABRACANCHA ALTA 2	HUACCANA	CHINCHEROS	APURIMAC
27	32	TOCSO BAJO 2	HUACCANA	CHINCHEROS	APURIMAC
28	33	AMPLIACIÓN MANZANAPATA	HUACCANA	CHINCHEROS	APURIMAC

1 de 2

Figura 3.2.1.11 PARTE 1.: Acta de conformidad de Operación experimental (Fuente: SELEGS)

ITEM.	N° LOC.	LOCALIDAD	DISTRITO	PROVINCIA	DEPARTAMENTO
29	34	AMPLIACION CCANTUPATA 2	HUACCANA	CHINCHEROS	APURIMAC
30	35	PACCOCHE BAJO 2	HUACCANA	CHINCHEROS	APURIMAC
31	36	SAURI BAJO 2	HUACCANA	CHINCHEROS	APURIMAC
32	37	AMPLIACION NUEVA ESPERANZA	HUACCANA	CHINCHEROS	APURIMAC
33	38	INTEGRACION CCANCHI 1	HUACCANA	CHINCHEROS	APURIMAC
34	39	AMPLIACION PULCAY 3	HUACCANA	CHINCHEROS	APURIMAC
35	40	BARRIO PROGRESISTA	HUACCANA	CHINCHEROS	APURIMAC

### **ANTECEDENTE**

Con fecha 02-06-2017, los representantes de Dirección General de Electrificación Rural del Ministerio de Energía y Minas (DGER/MEM), ELECTRO SUR ESTE S.A.A., y de la Empresa Contratista SERVICIOS ESPECIALIZADOS Y LOGISTICA EN GENERAL S.A.; suscribieron el ACTA DE INICIO DEL PERIODO DE OPERACIÓN EXPERIMENTAL, para las siguientes treinta y cinco (35) que se indica en el cuadro Nro. 01; De la obra "AMPLIACIÓN E INSTALACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO RURAL, DISTRITO DE HUACCANA –CHINCHEROS -APURIMAC", SECTOR ELECTRO SUR ESTE S.A.A." (35 LOCALIDADES).

### **DEL PERIODO DE OPERACIÓN EXPERIMENTAL**

Habiéndose monitoreado la operación del sistema eléctrico construido, para las treinta y cinco (35) localidades que se encuentra detallado en el cuadro Nro. 01, y una vez cumplido su Periodo de Operación Experimental, los representantes de Dirección General de Electrificación Rural del Ministerio de Energía y Minas (DGER/MEM), ELECTRO SUR ESTE S.A.A.; y de la Empresa Contratista SERVICIOS ESPECIALIZADOS Y LOGISTICA EN GENERAL S.A.; se reunieron en el lugar de la obra los días 03 y 04-07-2017, comprobando que ésta se encuentra operando satisfactoriamente.

### **CONCLUSION**

Habiéndose verificado que la obra se encuentra operando satisfactoriamente y con la autorización de ELECTRO SUR ESTE S.A.A., se acuerda que la obra, de las treinta y cinco (35) localidades detalladas en el cuadro Nro. 01, quede energizada y operando de manera definitiva; procediendo ELECTRO SUR ESTE S.A.A. a recepcionar de parte de la DGER/MEM las obras materia del presente para su respectivo mantenimiento, y operación y administración comercial.

En señal de conformidad, se suscribe la presente:

Por la DGER/MEM

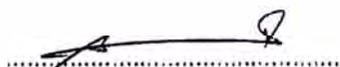
  
 .....  
 Ing. Jaime E. Barrera Astuhamán

Figura 3.2.1.11 PARTE 2.: Acta de conformidad de Operación experimental (Fuente: SELESGA)

Por ELECTRO SUR ESTE S.A.  
Ing. Miguel Vargas Palomino  
JEFE (N) DIVISION OPERATIVA  
ELECTRO SUR ESTE S.A.S.  
ANGAMAYO  
Ing°. Miguel Vargas Palomino

Por SERVICIOS ESPECIALIZADOS Y LOGISTICA EN GENERAL S.A.

SELEGSA  
ING. ELISEO INCAHUANACO MAMANI  
INGENIERO ELECTRICISTA  
RREG. CIP N° 25858  
Ing°. Eliseo Incahuanaco Mamani.  
Residente de Obra

JESUS WALTER PARRA OTAROLA  
INGENIERO ELECTRICISTA  
RREG. CIP N° 25858  
Ing°. Jesús Walter Parra Otárola.  
Asistente 01 del Residente de Obra

*Handwritten signature*

Figura 3.2.1.11 PARTE 3.: Acta de conformidad de Operación experimental (Fuente: SELEGSA)

#### **d.4. Obtener el índice de desarrollo humano local**

El Índice de Desarrollo Humano (I.D.H.) resulta ser un indicador el cual cuantifica el avance promedio de una nación en 3 aspectos fundamentales para el desarrollo: La esperanza de vida, nivel de educación e ingresos económicos. El IDH resulta un indicador mejor, respecto del PBI, por lo que considera otros aspectos.

El proyecto finaliza en el año 2017, Por tanto, se extrae o se busca el I.D.H. del distrito Huaccana para los años 2018 y 2019. Según el Instituto Peruano de Economía (I.P.E.) al año 2018 es de 0.3696 y 0.3688, respectivamente.

#### **d.5. Evaluar el índice de desarrollo humano local**

Tras la obtención del I.D.H. de la zona del proyecto, para los años 2018 y 2019 podemos mencionar:

<b>Desarrollo humano muy alto: puntuaciones superiores a 0.8.</b>
<b>Desarrollo humano alto: puntuaciones entre 0.7 y 0.799.</b>
<b>Desarrollo humano medio: puntuaciones entre 0.55 y 0.699.</b>
<b>Desarrollo humano bajo: puntuaciones por debajo de 0.55.</b>

La zona en mención presentó un I.D.H. de 0.3282. Para los años 2018 y 2019 se obtuvo 0.3696 y 0.3688, respectivamente; se evidencia un incremento del 12.61% y 12.37%. El proyecto ha impactado en esta mejora del índice en forma directa e indirecta, lo cual era lo esperado. Aún dicho índice mantiene a la zona con desarrollo humano bajo, pero lo pone en el camino o plantea las vías para el desarrollo de la zona, fin de la electrificación rural, con lo cual se justifica la implementación de dicho proyecto.

Podemos resumir el nivel de logro en la figura 3.2.1.12, el cual muestra de las dos metas para la obtención del objetivo 4.

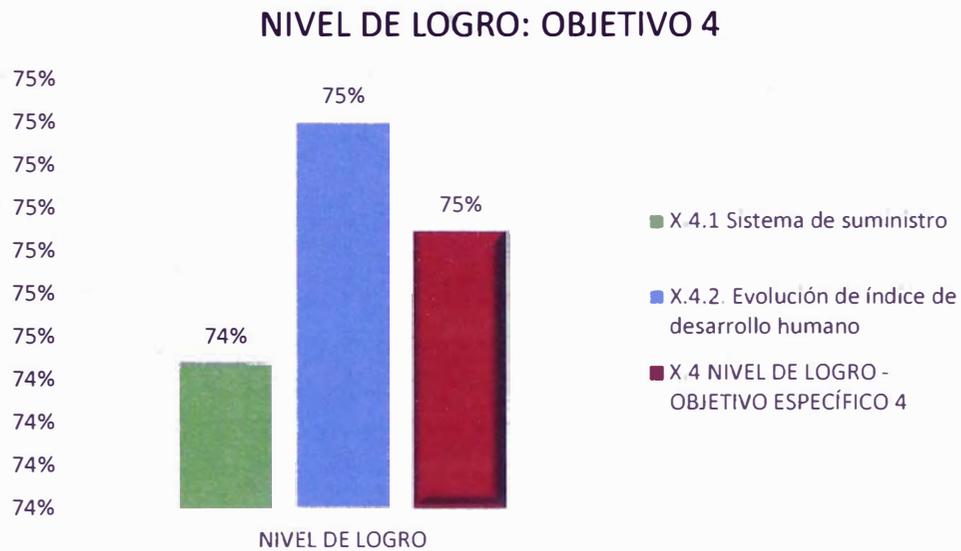


Figura 3.2.1.12: Nivel del logro del objetivo 4 (Fuente: Elaboración propia)

### 3.2.1.4 MODELAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA

Existen diferentes procesos que describen teorías y procedimientos en el diseño del proyecto. Desde el punto de vista eléctrico modelaremos el diseño mecánico y eléctrico.

#### a. DISEÑO MECÁNICO

El modelamiento de la línea y red primarias se dará a través de diagrama de flujo (Flow Chart); en la figura 3.2.1.13 se aprecia, mediante un diagrama, el modelamiento de la línea o red primarias.

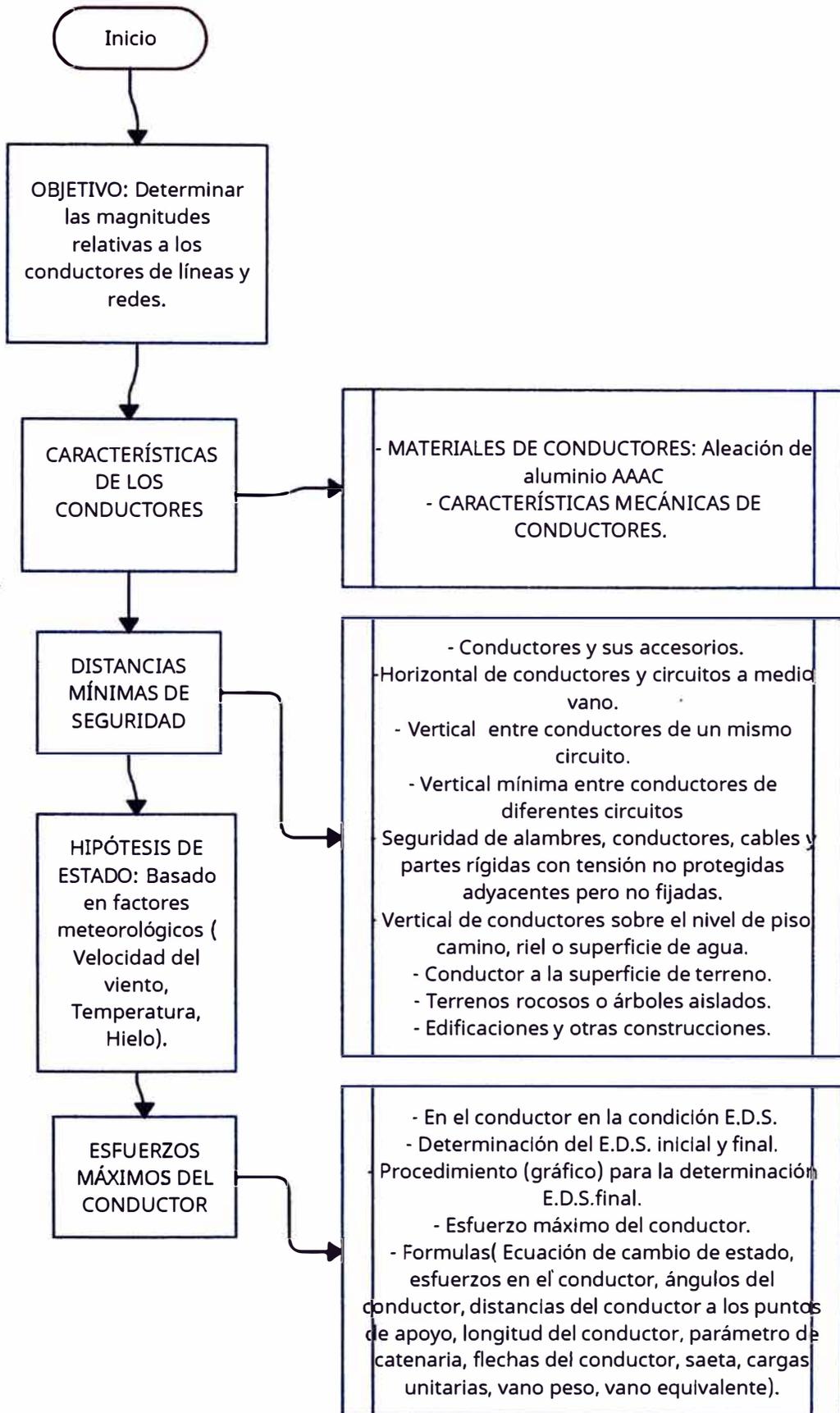


Figura 3.2.1.13: Modelamiento de la línea y red primaria (Fuente: Elaboración propia)

**b. DISEÑO ELÉCTRICO**

El modelamiento de la parte eléctrica se dará a través del diagrama de flujo (Flow Chart); en la figura 3.2.1.14 se aprecia, mediante de un diagrama, el modelamiento del diseño eléctrico.

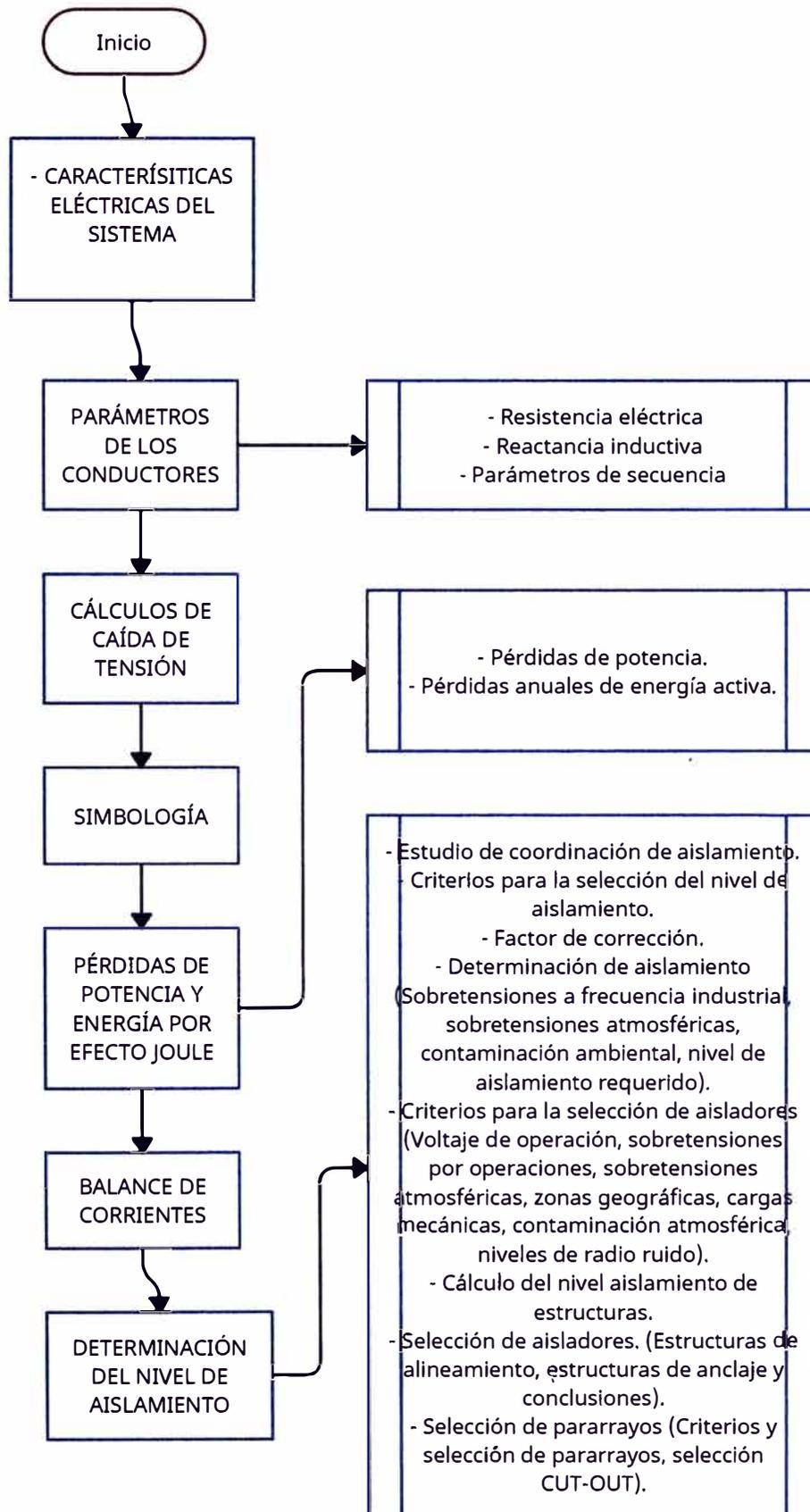


Figura 3.2.1.14: Modelamiento de cálculos eléctricos (Fuente: ELABORACIÓN PROPIA)

### 3.2.1.5 SIMULACIÓN

Para el diseño del proyecto se requiere múltiples herramientas y plataformas que simulen procesos del proyecto; desde simulaciones en estructuras, diseño mecánico, diseño eléctrico, puesta a tierra, comportamiento de cortocircuito, de operación, etc. Se usará el software de simulación Microsoft Excel. Empecemos con información de líneas primarias (Se puede apreciar en las figuras 3.2.1.15. y 3.2.1.16.

Seguidamente simulamos los cálculos mecánicos sobre el conductor; esto se puede apreciar en:

- Figura 3.2.1.17: Data para el cálculo sobre el conductor.
- Figura 3.2.1.18: Datos de campo y de planos de perfil.
- Figura 3.2.1.19.: Simulación con las hipótesis del conductor.
- Figura 3.2.1.20: Simulación de cálculo mecánico del conductor
- Figura 3.2.1.21: Simulación del comportamiento gráfico del conductor con hipótesis
- Figura 3.2.1.22: Simulación de cálculo de distancias horizontales entre conductores.
- Figura 3.2.1. 23: Simulación de cálculo de vanos en las estructuras.

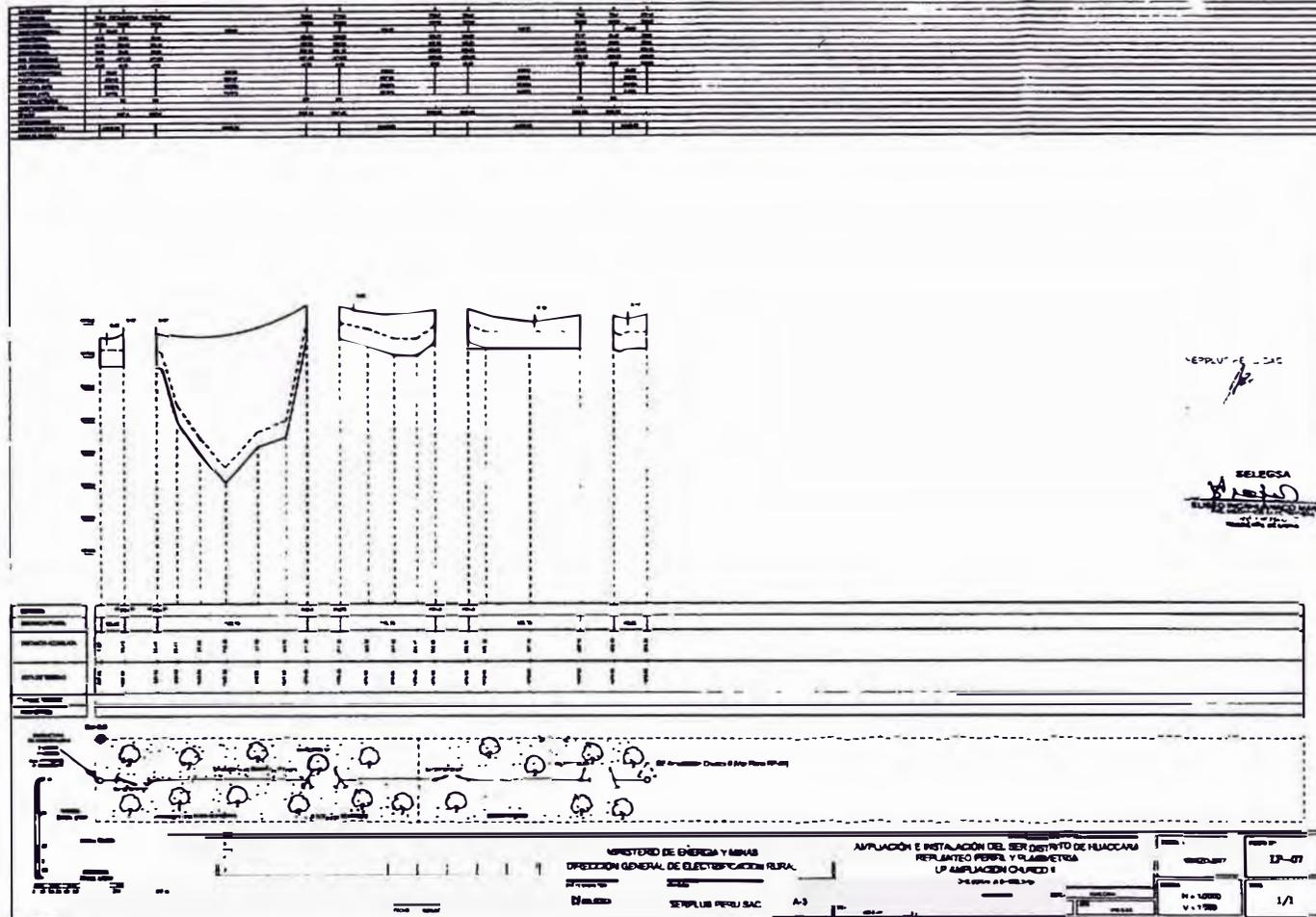


Figura 3.2.1.15: Línea primaria – Ampliación Churco II (Fuente: SELEGSA – Expediente técnico)



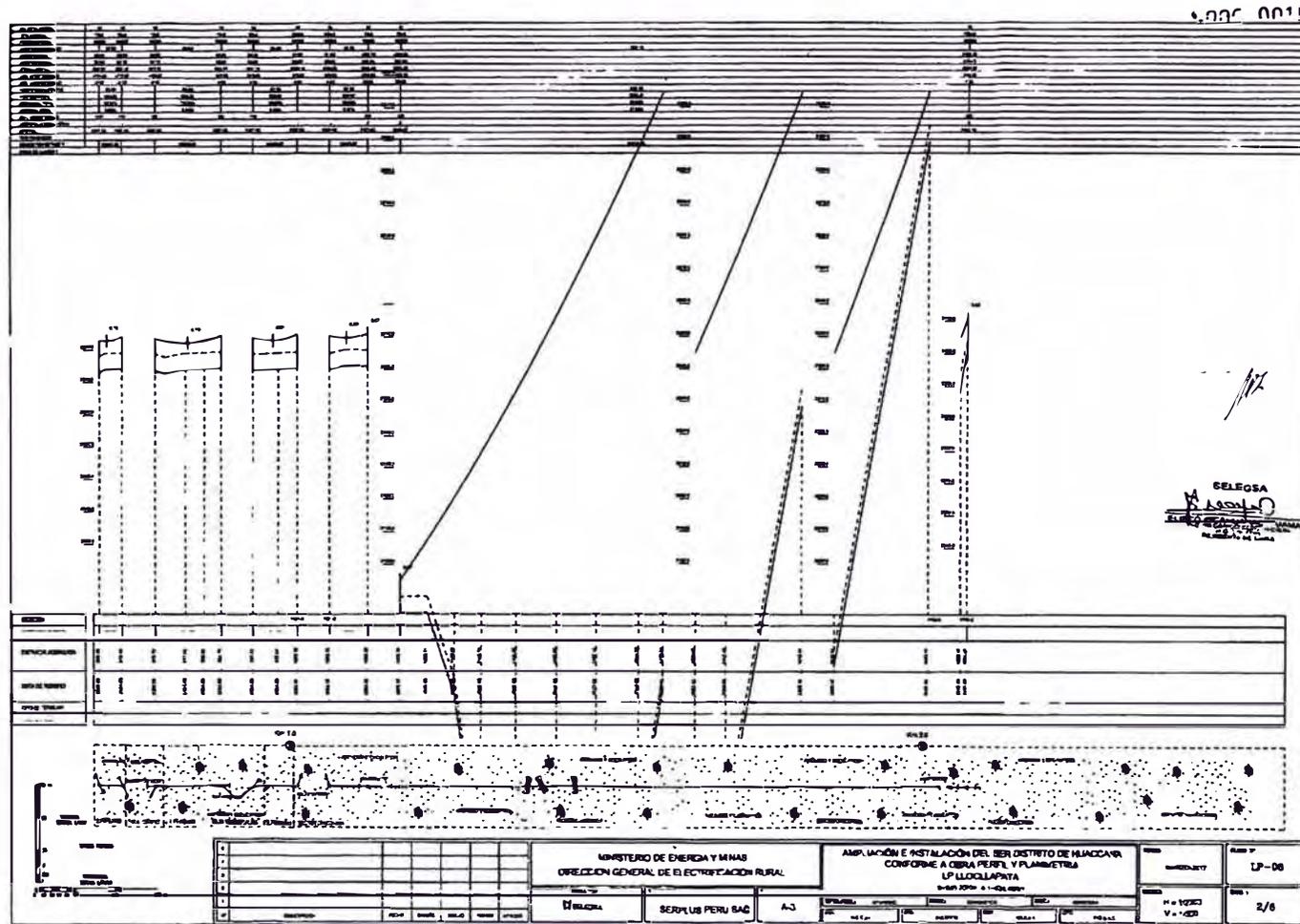


Figura 3.2.1.16: Línea primaria –Llocllapata PARTE 2 (Fuente: SELEGS – Expediente técnico)

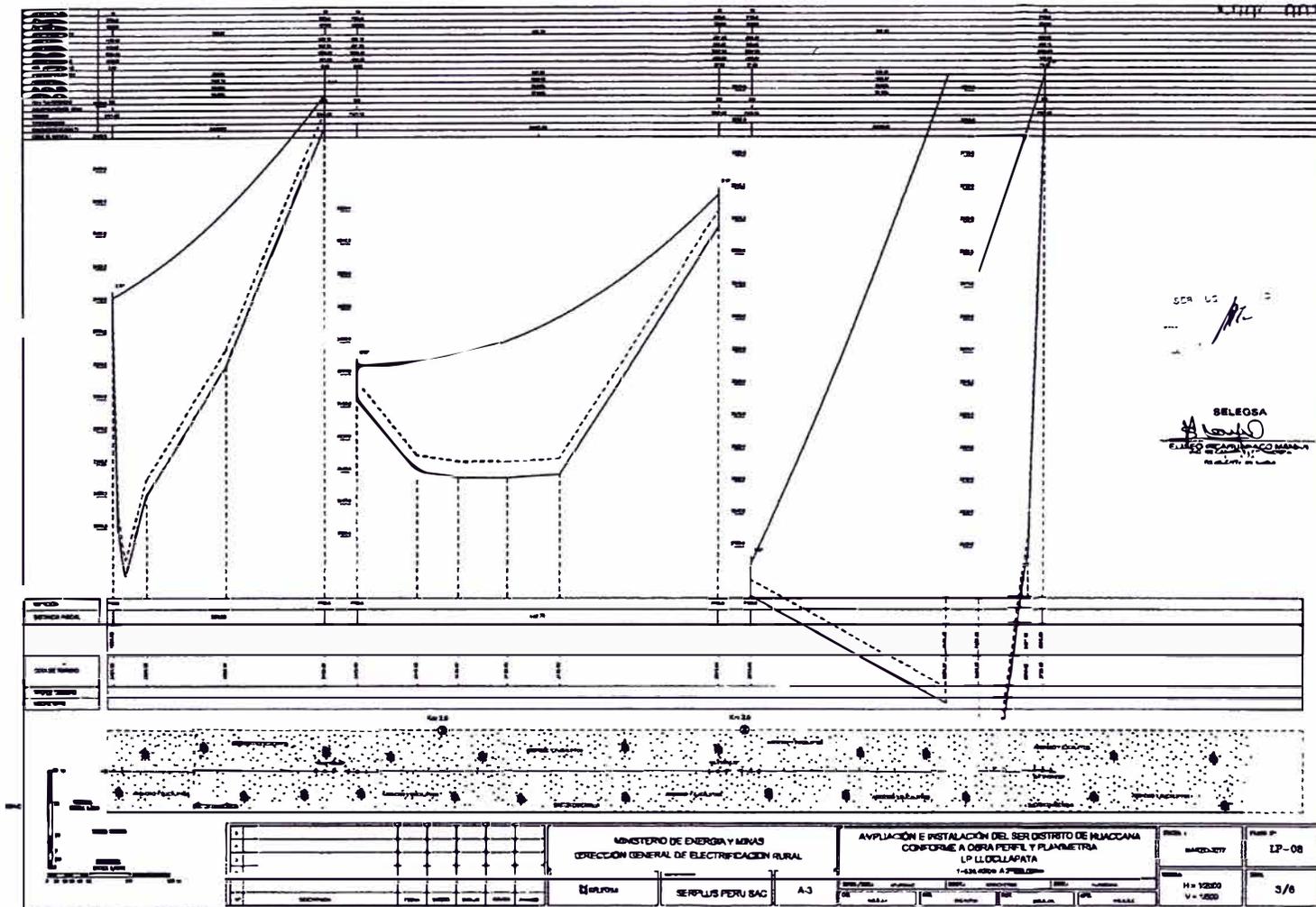


Figura 3.2.1.16: Línea primaria –Llocllapata PARTE 3 (Fuente: SELEOSA – Expediente técnico)



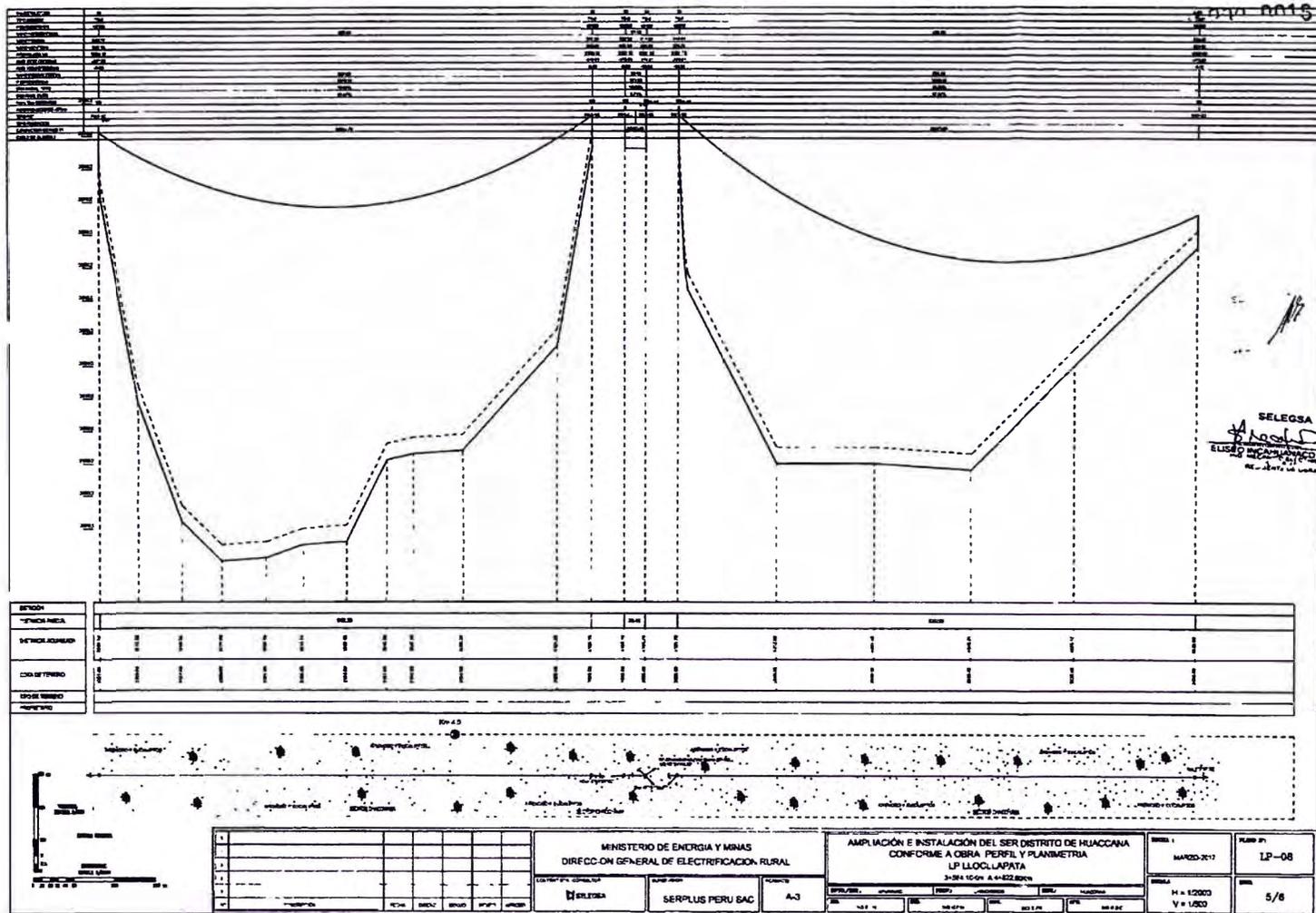


Figura 3.2.1.16: Línea primaria –Llocllapata PARTE 5 (Fuente: SELESGA – Expediente técnico)

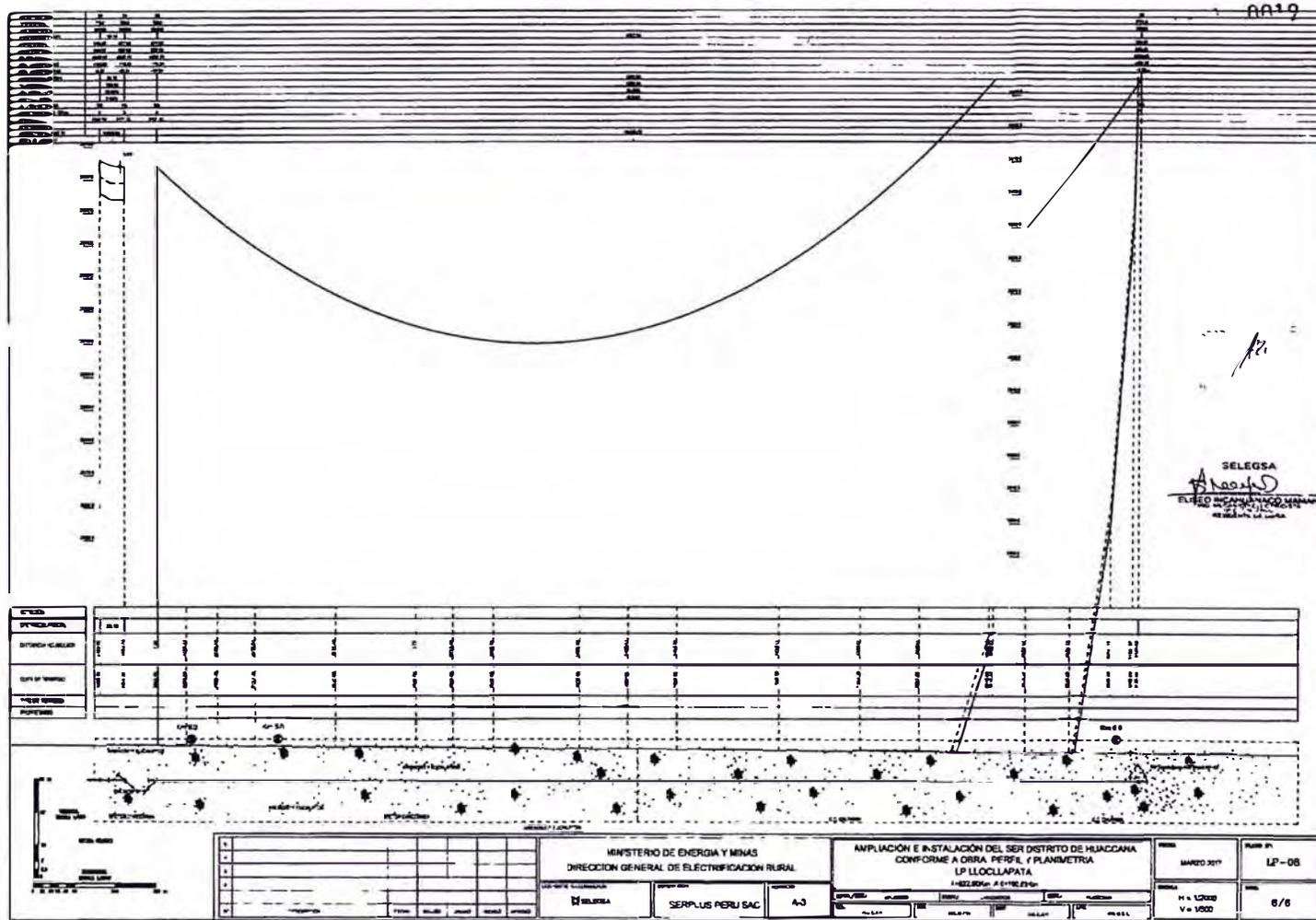


Figura 3.2.1.16: Línea primaria –Llocllapata PARTE 6 (Fuente: SELEGSA – Expediente técnico)

TITULOS DE CUADROS		
CUADRO Nº	IV	2
CUADRO Nº	VOLUMEN	CAPITULO

	FACTORES
FACTOR PARA LLEVAR A NEWTON :	9.81

**BASE DE DATOS PARA EL CALCULO MECANICO DE CONDUCTORES**

ESFUERZO MAXIMO DEL CONDUCTOR PORTANTE :	52.3 N/mm <sup>2</sup>	(Es el 18% de la Carga de Rotura - En la Hipotesis de EDS.)
TIRO MAXIMO DEL CONDUCTOR PORTANTE :	117.72 N/mm <sup>2</sup>	(En las peores condiciones - En la Hipotesis de Tiro Maximo).

DATOS DEL CONDUCTOR DE ALEACION DE ALUMINIO/FASE										
configuración descripción	Nº hilos	diam. ext. mm	diam. *hilo mm	Mod.Elást. N/mm <sup>2</sup>	Peso Unit. N/m	Carga Rot. N	Descripción	Sección Real mm <sup>2</sup>	diam. ext. portante mm.	Coef. dilatación [1/°C]
1 AAAC x 16	7	5.10	1.70	60822.00	0.422	4356.00	16	15.5	5.10	0.0000023
2 AAAC x 25	7	6.30	2.15	60822.00	0.677	7357.00	25	24.2	6.30	0.0000023
3 AAAC x 35	7	7.50	2.50	60822.00	0.922	10353.00	35	34.4	7.50	0.0000023
AAAC x 50	7	7.50	2.50	60822.00	0.922	14790.00	50	34.4	7.50	0.0000023
AAAC x 50	19	9.00	1.80	60822.00	1.272		50		9.00	
AAAC x 70	19	10.50	2.10	60822.00	1.839		70		10.50	
AAAC x 95	19	12.50	2.50	60822.00	2.551		95		12.50	
AAAC x 120	19	14.00	2.80	60822.00	3.263		120		14.00	
4 AAAC x 304	37	22.63	3.23	57742.00	8.221	91341.00	304	304	22.63	0.0000023
5 ACAR x 70	19	10.50	2.10	60822.00	1.776	21975.00	70	65.8	10.50	0.0000023
6 ACAR x 95	19	12.50	2.50	60822.00	2.453	29823.00	95	93.3	12.50	0.0000023
7 ACAR x 120	19	14.50	2.90	60822.00	3.434	37671.00	120	120	14.50	0.0000023
8 ACAR x 253	19	20.66	2.95	61290.00	6.85	58740.00	253	253	20.66	0.0000023
9 ACAR x 120	19	14.50	2.90	60822.00	3.434	37671.00	120	120	14.50	60822
10 ACSR x 120	19	14.50	2.90	60822.00	3.434	37671.00	120	120	14.50	60822
11 ACSR x 120	19	14.50	2.90	60822.00	3.434	37671.00	120	ACSR x 120	14.50	60822
12 ACSR x 120	19	14.50	2.90	60822.00	3.434	37671.00	120	ACSR x 120	14.50	60822
13 ACSR x 120	19	14.50	2.90	60822.00	3.434	37671.00	120	ACSR x 120	14.50	60822
14 ACSR x 120	19	14.50	2.90	60822.00	3.434	37671.00	120	ACSR x 120	14.50	60822

Figura 3.2.1.17: Data para el cálculo sobre el conductor (Fuente: SELESGA)

#REF:																	
N°	TIPO DE ESTRUCTURA	vértice g.sezag.	N° TRAMO	DISTANCIAS		(m.s.n.m.)		VANOS			CÁLCULOS PARA EL VANO REGULADOR					VANO REGULADOR	
				ACUMULADA	PARCIAL	COTA	DESNIVEL h (m)	REAL	PESO	VIENTO	COS(a)	cos(a)²	dm³	d/cos(a)³	d/cos		
				(metros)	d <sub>i</sub> (metros)			b (m.)	(m.)	(m.)							
0	0S-3L			0 00	0 00	517 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 0000	0 0000	0 00	0 0000		
0	1	PSEC-3P		16 70	16 70	515 00	-2 00	16 82	-18 08	8 49	0 9789	4657 4630	17 06	15 6193			
1	2	TS-3L		16 90	16 90	516 00	1 00	16 93	182 10	56 54	0 9948	4826 8090	16 99	16 9296			
2	3	PS1-3L	4	113.07	96.10	510.00	-6.00	96 11	150.29	205 33	1 00	0 9998	887503.6810	96 12	96 1052		
3	4	PSH-3	4	427.63	314.56	505.00	-5.00	314.62	198.69	246.02	1.00	0 9995	31125080 8668	314.73	314.6172		
4	5	PS1-3L	12	605.12	177.49	502.00	-3.00	177 56	190.84	164.84	1 00	0 9988	5591414.2407	177 70	177 5604		
5	6	PS1-3L	4	757.32	152.20	500.00	-2.00	152 23	174.49	257.99	1.00	0 9994	3525688.6480	152 29	152 2296		
6	7	PR3-3L	5	1121.11	563.79	514.00	14.00	563 79	309.84	250 34	1 00	1 0000	179205818 1279	563 80	563 7935	411 1147	
7	8	PS1-3L	3	1258.00	136.89	514.00	0.00	137.60	195.64	127.74	0.99	0 9845	2565164.2018	139.04	137 6040	226 1369	
8	9	PS1-3L	18	1376.60	118.60	509.44	-4 56	118.60	90 15	180 97	1 00	1 0000	1668222 8560	118 60	118 6000		
9	10	PS1-3L	5	1619.94	243.35	518.00	3 56	243 39	371 96	271 92	1 00	0 9995	14410997 7954	243 48	243 3927		
10	11	PA1-3L		1920.43	300 49	510.00	-3 00	300 61	199 63	269 21	1 00	0 9988	27132516 2076	300 86	300 6119		
11	12	PS1-3L	24	2158.36	237.93	514 00	4 00	238 06	175 56	208 22	1 00	0 9983	13469380 2583	238 33	238 0645		
12	13	PS1-3L	15	2336 87	178 51	521 00	7 00	178 55	238 12	183 59	1 00	0 9992	5688367 5461	178 64	178 5548		
13	14	PR3-3L	7	2525 54	188 67	522 00	1 00	188 71	193 80	202 37	1 00	0 9993	6715966 9204	188 80	188 7124		
14	15	PA1-3L	15	2741 60	216 06	524 00	2 00	216 06	173 64	193 25	1 00	1 0000	10086096 4130	216 07	216 0623		
15	16	PS1-3L		2912 05	170 45	528 00	4 00	170 46	5 63	173 29	1 00	0 9998	4952118 3661	170 49	170 4617		
16	17	TS-3L	34	3088 19	176 14	553 00	25 00	176 19	429 95	122 29	1 00	0 9992	5464796 2715	176 28	176 1854	190 9231	
17	18	TS-2L	5	3152 22	68 45	526 00	-7 00	68 31	182 83	203 70	0 99	0 9845	320715 8011	69 52	68 8070	68 4500	
18	19	PSH-3	5	3495 59	538 95	533 00	-12 00	539 11	-150 15	210 83	1 00	0 9991	156547244 8924	539 42	539 1068		
19	20	PS1-3L		3578 30	82 71	536 00	10 00	83 31	499 89	126 27	0 99	0 9785	565814 4865	84 53	83 3123		
20	21	PS1-3L		3748 14	169 84	534 00	-3 00	170 08	201 22	176 99	1 00	0 9958	4899141 0519	170 56	170 0783		
21	22	PS1-3L		3931 28	183 14	525 00	-3 00	183 36	-10 29	326 77	1 00	0 9964	6142563 1431	183 80	183 3610		
22	23	PRH-3		4401 67	470 39	582 00	57 00	473 63	541 07	323 01	0 99	0 9784	104081667 5203	480 79	473 6309	436 1586	
23	24	PS1-3L		4577 31	175 64	582 00	0 00	184 66	194 25	176 75	0 95	0 8605	5418390 3021	204 11	184 6575		
24	25	PS1-3L		4755 17	177 87	581 00	1 00	177 87	190 41	174 21	1 00	1 0000	5627404 2624	177 87	177 8700		
25	26	PS1-3L		4925 73	170 56	578 00	-3 30	170 56	-112 35	155 73	1 00	0 9999	4961712 1116	170 57	170 5629		
26	27	PA2-3		5096 64	140 91	603 00	25 00	140 94	517 57	202 87	1 00	0 9993	2797856 5556	141 01	140 9419		
27	28	PR3-3L	15	5331 60	264 82	589 00	14 30	266 00	187 68	205 68	1 00	0 9888	18571729 2522	268 37	265 9974	190 9231	
28	29	PS1-3L		5478 00	146 54	583 00	-8 00	147 21	98 99	123 61	1 00	0 9865	3146795 7983	148 55	147 2072		
29	30	PS1-3L		5578 59	100 69	581 00	-2 00	100 87	194 36	92 31	1 00	0 9947	1020843 1895	101 23	100 8686		
30	31	PA2-3	50	5662 83	83 93	575 00	-8 00	83 95	10 25	82 69	1 00	0 9991	591223 4745	84 00	83 9538		
31	32	PA1-3L	30	5744 06	81 44	570 00	-5 00	81 66	131 05	85 53	1 00	0 9919	540148 6500	82 10	81 6807		
32	33	PA2-3	67	5833 89	89 63	565 00	-5 00	89 77	281 86	162 39	1 00	0 9954	720045 9123	90 05	89 7694		
33	34	TS-3L	18	6068 85	235 16	526 00	-29 00	235 21	-66 74	151 08	1 00	0 9993	13004401 0521	235 32	235 2131	161 0393	
34	35	TS-2L	3	6125 36	67 01	528 00	3 00	77 53	309 72	130 33	0 36	0 6456	200897 6901	103 80	77 5328	67 0100	
35	36	PSH-3	0	6320 51	194 65	504 00	-22 00	194 65	-84 12	148 03	1 00	1 0000	7375020 3696	194 65	194 6500		
36	37	TS-3L	70	6431 92	101 42	505 00	1 00	101 42	127 67	88 97	1 00	0 9999	1043207 7833	101 43	101 4249	168 6268	
37	38	PS1-3L		6503 45	78 53	506 00	1 00	78 54	24 86	63 61	1 00	0 9997	248224 0341	78 55	78 5365		
38	39	PRH-3		6553 15	50 70	514 00	3 00	51 33	-13 27	173 92	0 99	0 9333	130323 8420	52 61	51 3273	67 9452	
39	40	PS1-3L		6986 29	307 14	494 00	-20 00	307 24	33 14	246 48	1 00	0 9990	28974045 6343	307 45	307 2442		
40	41	PS1-3L		7052 10	185 81	500 00	6 00	186 88	150 13	190 86	0 99	0 9829	6415156 4169	189 05	186 8833		
41	42	PS1-3L		7248 02	185 92	511 00	11 00	196 01	217 91	311 05	1 00	0 9996	7520319 9227	196 20	196 0119		
42	43	PRH-3	63	7474 21	528 19	559 00	43 00	528 37	9 22	252 95	1 00	0 9876	14568938 2927	532 77	528 3748	396 6633	

Figura 3.2.1.18: Datos de campo y de planos de perfil (Fuente: SELEGS)

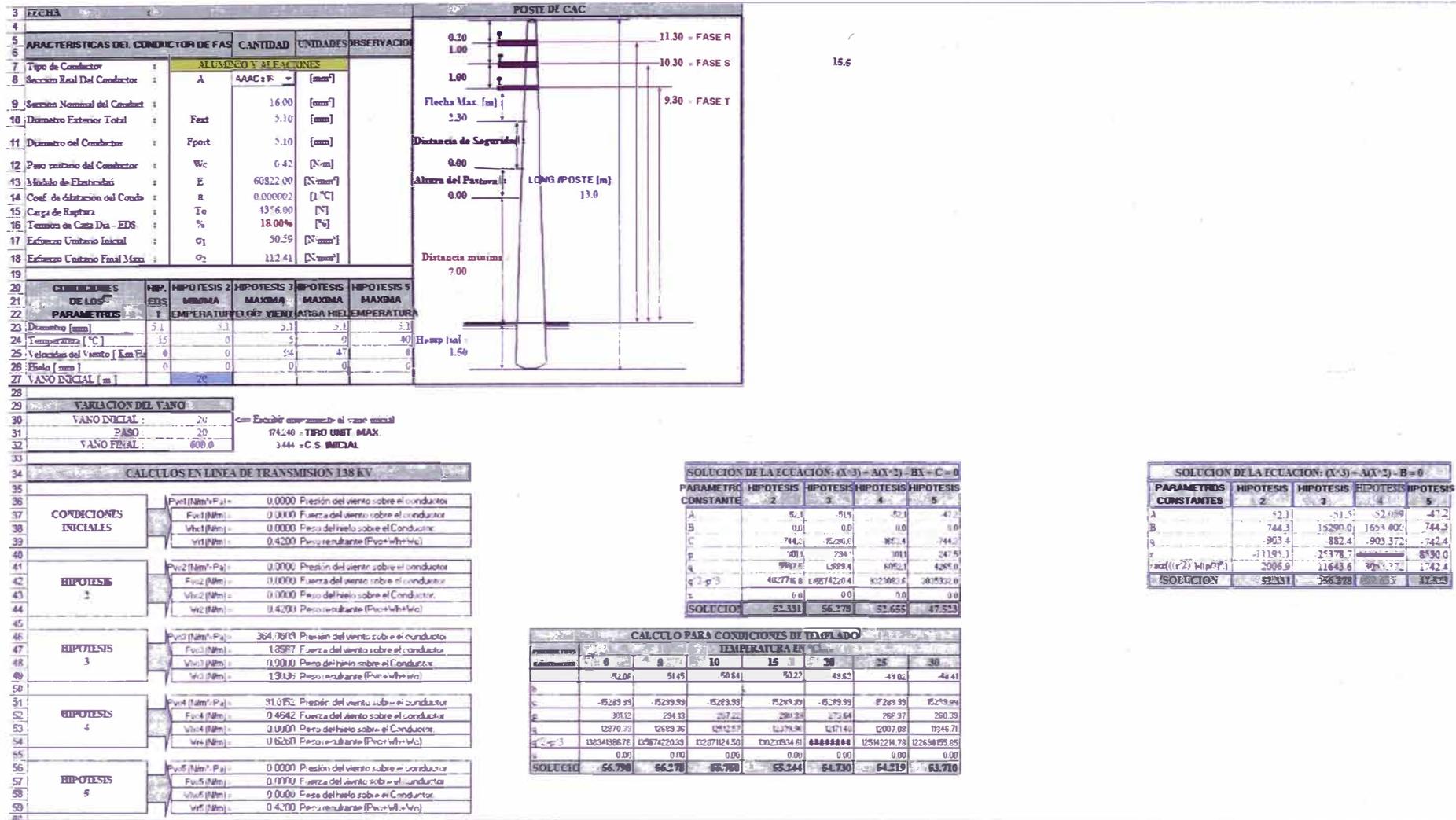


Figura 3.2.1.19.: Simulación con las hipótesis del conductor (Fuente: SELESGA)



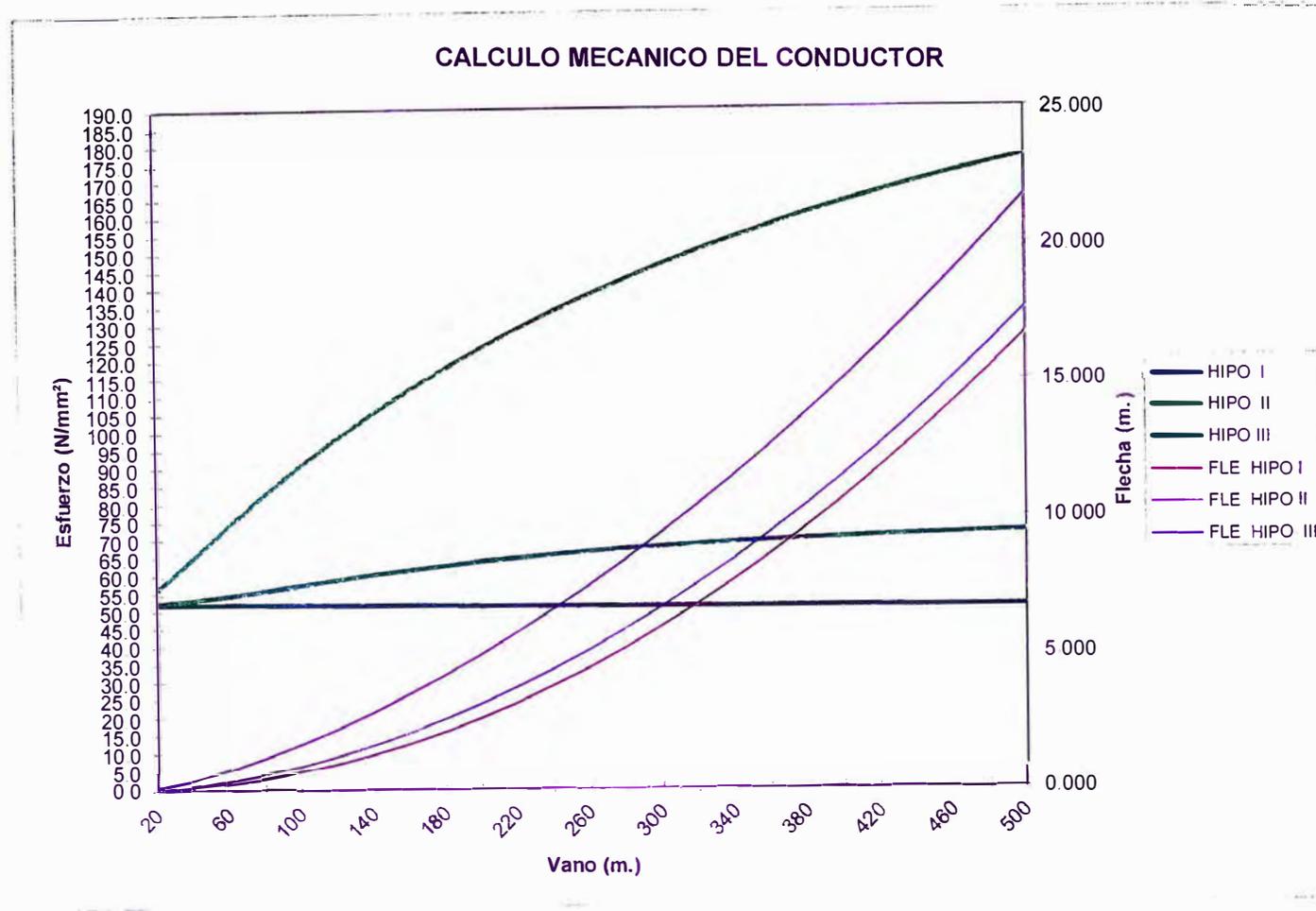


Figura 3.2.1.21: Simulación del comportamiento gráfico del conductor con hipótesis (Fuente: SELESGA)

1												
2	<b>PLAS. ELECTROMECANICAS</b>											
3	AREA DE PROYECTOS Y OBRAS											
4												
5	<b>5. DISTANCIA HORIZONTAL MINIMA DE SEGURIDAD ENTRE CONDUCTORES</b>											
6												
7	Por prescripciones del C.N.E. Y Bases para el Diseño de Líneas y Redes Primarias del MEM DEP la Distancia Mínima entre fases a medio vano estan dados por											
8	Para vanos hasta 180 m $D_{min} = 0.0076 \cdot U \cdot fh + 0.37 \cdot (f_{max})^{(1/2)}$											
9	Para vanos Mayores de 180 m $D_{min} = 0.0076 \cdot U \cdot fh + 0.65 \cdot (f_{max})^{(1/2)}$											
10	Seccion Real Del Conductor 16 [mm <sup>2</sup> ] ALUMINIO Y ALEACIONES											
11	Tension Nominal Del Sistema 33 KV											
12												
13	<b>VANO</b>	<b>FLECHA</b>	<b>ALTTUD (m csm) &gt;</b>	<b>2000</b>	<b>2200</b>	<b>2400</b>	<b>2600</b>	<b>2800</b>	<b>3000</b>	<b>3200</b>	<b>3400</b>	<b>3600</b>
14	(m)	MAXIMA	TIPO DE ARMADO	Dist. (m)								
15	20	0.11		0.40	0.41	0.42	0.42	0.43	0.44	0.44	0.45	0.45
16	40	0.38		0.51	0.52	0.52	0.53	0.53	0.54	0.55	0.55	0.56
17	60	0.75		0.60	0.61	0.61	0.62	0.63	0.63	0.64	0.65	0.65
18	80	1.19		0.69	0.70	0.70	0.71	0.72	0.72	0.73	0.74	0.74
19	100	1.69		0.76	0.77	0.78	0.78	0.79	0.79	0.80	0.81	0.81
20	120	2.25		0.84	0.85	0.86	0.86	0.87	0.87	0.88	0.89	0.89
21	140	2.86		0.91	0.92	0.92	0.93	0.93	0.94	0.95	0.95	0.96
22	160	3.52		0.98	0.99	0.99	1.00	1.00	1.01	1.01	1.02	1.03
23	180	4.25		1.02	1.03	1.03	1.04	1.04	1.05	1.05	1.06	1.06
24	200	4.98		1.07	1.08	1.08	1.09	1.09	1.10	1.10	1.11	1.11
25	220	5.78		1.14	1.15	1.15	1.16	1.16	1.17	1.17	1.18	1.18
26	240	6.63		1.19	1.20	1.20	1.21	1.21	1.22	1.22	1.23	1.23
27	260	7.52		1.26	1.27	1.27	1.28	1.28	1.29	1.29	1.30	1.30
28	280	8.45		1.33	1.34	1.34	1.35	1.35	1.36	1.36	1.37	1.37
29	300	9.43		1.40	1.41	1.41	1.42	1.42	1.43	1.43	1.44	1.44
30	320	10.45		1.47	1.48	1.48	1.49	1.49	1.50	1.50	1.51	1.51
31	340	11.52		1.54	1.55	1.55	1.56	1.56	1.57	1.57	1.58	1.58
32	360	12.64		1.61	1.62	1.62	1.63	1.63	1.64	1.64	1.65	1.65
33	380	13.80		1.68	1.69	1.69	1.70	1.70	1.71	1.71	1.72	1.72
34	400	15.01		1.75	1.76	1.76	1.77	1.77	1.78	1.78	1.79	1.79
35	420	16.26		1.82	1.83	1.83	1.84	1.84	1.85	1.85	1.86	1.86
36	440	17.56		1.89	1.90	1.90	1.91	1.91	1.92	1.92	1.93	1.93
37	460	18.91		1.96	1.97	1.97	1.98	1.98	1.99	1.99	2.00	2.00
38	480	20.30		2.03	2.04	2.04	2.05	2.05	2.06	2.06	2.07	2.07
39	500	21.74		2.10	2.11	2.11	2.12	2.12	2.13	2.13	2.14	2.14
40	520	23.23		2.17	2.18	2.18	2.19	2.19	2.20	2.20	2.21	2.21
41	540	24.76		2.24	2.25	2.25	2.26	2.26	2.27	2.27	2.28	2.28
42	560	26.35		2.31	2.32	2.32	2.33	2.33	2.34	2.34	2.35	2.35
43	580	27.98		2.38	2.39	2.39	2.40	2.40	2.41	2.41	2.42	2.42
44	600	29.66		2.45	2.46	2.46	2.47	2.47	2.48	2.48	2.49	2.49
45	Página 2											
46	CONCLUSION											
47	Vano Maximo Restringido por la Distancia Horizontal Mínima de Seguridad es 240 metros											

Figura 3.2.1.22: Simulación de cálculo de distancias horizontales entre conductores (Fuente: SELESGA)

CALCULOS DE VANO VIENTO Y VANO PESO DE CADA ESTRUCTURA SEGUN EL TIPO DE ARMADO																CABLE GUARDA		
TRAMO	Estacion	Estructura	Vertice	DESNIVEL M.S.N.M.			Vano atras	Vano adelante	Vano Viento	Desnivel		Tmax	Tmax	Tmax	Tmax	lecha Maxim	Vano Peso	Vano Peso
	Nº		Grados	A	A	Desnivel d(m)	a1(m)	a2(m)	Vr (m)	d1(m)	d2 (m)	T1(N)	T2(N)	CABLE DE GUARDA T1(N)	CABLE DE GUARDA T2(N)	50°C	Vp (m)	Vpg (m)
146-147	E-146	A2RT-90	0				0.00	235.42	117.71		0.00	13209.52	11205.20	13209.52	11205.20		117.71	117.71
147-148	E-147	S2-90	0				235.42	268.30	251.86	2.00	-2.00	13209.52	10209.00	10209.00	10209.00		266.24	241.73
148-149	E-148	S2-90	0				268.30	267.83	268.07	-2.00	0.00	13209.52	13209.52	13209.52	13209.52		253.68	257.93
149-150	E-149	S2-90	45				267.83	251.11	259.47	0.00	0.89	13209.52	13209.52	13209.52	13209.52		252.63	259.47
150-151	E-150	S2-90	45				251.11	251.11	251.11	0.89	-5.89	13209.52	13209.52	13209.52	13209.52		303.20	287.80
151-152	E-151	A2RT-90	45				251.11	0.00	125.56	-5.89	0.00	13209.52	13209.52	13209.52	13209.52		80.30	93.68
152-153	E-152	S2-90	45															
153-154	E-153	S2-90	45															
154-155	E-154	S2-90	0															
155-156	E-155	S2-90	5															
156-157	E-156	S2-90	7															
157-158	E-157	S2-90	42															
158-159	E-158	S2-90	63															
159-160	E-159	S2-90	0															
160-161	E-160	S2-90	0															
161-162	E-161	S2-90	8															
162-163	E-162	S2-90	12															
14 AL 17	E17	TS-3L	34															
17 AL 18	E18	TS-3L	34															
34 AL 35	E34	TS-3L	11															
34 AL 35	E35	TS-3L	8															
35 AL 37	E37	TS-3L	70															
43 AL 45	E45	TS-3L	40															
72 AL 75	E75	TS-3L	0															
72 AL 75	E74	TS-3L	0															
72 AL 75	E74	TS-3L	0															

Figura 3.2.1. 23: Simulación de cálculo de vanos en las estructuras (Fuente: SELEGSA)

## **3.2.2 ETAPA EXPERIMENTAL**

### **3.2.2.1 TRABAJO DE CAMPO**

El proyecto empieza desde que la empresa SELEGSA gana la licitación para la diseño, construcción y puesta a punto para la obra: "Ampliación del Sistema Eléctrico Rural del distrito de Huaccana".

Tras la realización de los trabajos teóricos se procede a empezar las actividades de campo. Detallaremos por objetivo.

#### **a. OBJETIVO 1**

- Se procederá una visita a las entidades encargadas del proyecto (DGER – MINEM) para la recolección de data anterior.
- Se realiza una visita a la zona de ejecución del proyecto con el fin de constatar los parámetros (requerimientos del proyecto); además recolección de data para el contraste de información relevante relacionado con el índice de desarrollo humano local, según indica la tabla 1.3. 3.a. – PARTE 1, objetivo X1.

#### **b. OBJETIVO 2**

- Visita detallada a la zona de ámbito del proyecto, con el fin de recolectar datos necesarios para la elaboración del Estudio definitivo.
- Datos necesarios como trazado de línea, realidad situacional, clima, tipo de terreno, etc.

#### **c. OBJETIVO 3**

Previo a los trabajos en el campo se revisó el Informe Arqueológico y CIRA del Proyecto, en adición se reunió data adicional arqueológica. El CIRA, emitido por el Instituto nacional de cultura, indica las localidades en el que será necesario la evaluación Arqueológica con obras adicionales para su verificación.

Después se realizó el reconocimiento para detectar la presencia de evidencias arqueológicas, mediante una prospección exhaustiva en la zona con evidencias arqueológicas.

Todo ello permitió la establecer área arqueológica, y posteriormente, la determinación del área disponible alterna para el trabajo para la emisión del C.I.R.A., haciendo factible la el proyecto.

## **SERVIDUMBRE**

Según la Norma DGE-025-P-1/1988 del MINEM, el Contratista prepara la documentación para que el propietario del proyecto pueda adquirir el derecho de servidumbre para la ejecución de este con las actividades que se requiera, previamente:

-	Instalación de postes y retenidas.
-	Preparar el "camino aéreo" para la ubicación de los conductores.
-	Las vías de accesos temporal o definitivos.

El ancho de la franja para la servidumbre tiene una distancia de 5.5 m a cada lado del eje lineal (conductor).

### **CRUCE DE INSTALACIONES**

El contratista debe avisar a las autoridades pertinentes el inicio y duración de las actividades planificadas, antes de la instalación de los conductores en los diferentes tipos de vías.

También debe colocar carteles de advertencia en lugares estratégicos con el fin de evitar accidentes y mantener la seguridad en personas y vehículos.

### **FRANJA DE SERVIDUMBRE**

El contratista ha obtenido el permiso de los propietarios y ha cortado todos los árboles y arbustos ubicados en la franja de servidumbre.

La vegetación que han sido retirada (talados) de la franja, deberán ser vueltos a plantar en lugares aprobados por las autoridades correspondientes.

### **ESTRUCTURAS**

El armado de las estructuras se llevó a cabo siguiendo los procedimientos sugeridos por el Contratista y con la aprobación de la Supervisión.

Es fundamental garantizar que, en el montaje, evitar que se sometan los elementos de estructuras a tensiones excesivas, independientemente del método utilizado.

Antes del ensamblaje, el Contratista se encargó de limpiar las superficies de los elementos de acero, eliminando cualquier residuo de galvanizado y moho que se haya acumulado durante el transporte. Asimismo, se tomaron medidas de precaución para evitar daños o fuerzas excesivas durante los trabajos.

### **RETENIDAS Y ANCLAJES**

Se llevaron a cabo las tareas de excavación para colocación de los bloques de anclaje y relleno, de acuerdo con las especificaciones dadas. Una vez terminada la excavación, se colocó la varilla de anclaje que corresponda en el fondo de la excavación. Posteriormente el relleno, previa orientación de la varilla para anclaje.

Se procedieron a instalar los cables de retenidas, posteriormente los conductores, y amarres preformados, según plano.

Se ajustas las retenidas para lograr una posición vertical de los postes después de que los conductores han sido instalados. La varilla de anclaje y cable de acero de la retenida se instalaron en línea y con el ángulo de inclinación según lo especificado.

## PUESTA A TIERRA

Se ha instalado conductores de cobre en los postes de las estructuras, los cuales se han conectado a electrodos verticales de Copperweld que se han clavado en el suelo o a contrapesos circulares que se han colocado en el mismo agujero del poste.

En las estructuras de concreto, se han conectado a tierra a través de conectores las partes correspondientes de las mismas. Así también se ha aterrado:

Las espigas de los aisladores tipo PIN (sólo con postes de concreto)
Los pernos de sujeción de las cadenas de suspensión angular y de anclaje (sólo con postes de concreto).
Las retenidas de las estructuras
El conductor neutro, en caso de que existiera.
Los soportes metálicos de los seccionadores – fusibles.
El borne pertinente de los pararrayos.

## AISLADORES Y ACCESORIOS

Antes de su instalación, se han verificado minuciosamente y que no posean defectos, suciedad o tarjetas de fabricación.

Si se encuentran defectos (grietas o astillas), o si se observan daños en las superficies metálicas durante esta inspección, se han rechazado y se han marcado de manera indeleble para evitar que se presenten nuevamente.

El contratista ha instalado los aisladores de suspensión y los tipos PIN según las especificaciones dadas. Se han montado las cadenas de aisladores en una posición invertida, según diseño del proyecto.

En el proceso de montaje, se han tomado precauciones para evitar que los aisladores choquen entre sí o con los elementos de la estructura, utilizando métodos de elevación apropiados.

## **TENDIDO DE CONDUCTORES Y FLECHADO**

Durante todas las etapas de desarrollo y tendido, se ha asegurado que los conductores permanezcan alejados del suelo, árboles, vegetación, zanjas, estructuras y otros obstáculos. Esto se ha logrado utilizando un método idóneo (frenado mecánico) con el visto bueno de la supervisión.

Los conductores se han desenrollado y tirado cuidadosamente para evitar torceduras y torsiones, y no se han levantado con herramientas que puedan dañarlos debido a su material, tamaño o curvatura. Además, se han utilizado poleas con cojinetes adecuados para el tendido de los conductores, con un radio de curvatura mínimo especificado.

Se ha realizado la instalación de los conductores en una configuración que asegura que no se excedan las tensiones ni las flechas indicadas en la tabla de tensión para las diferentes cargas que puedan presentarse.

## **SUBESTACIONES DE DISTRIBUCIÓN**

El montaje y conexión de los distintos tipos de subestaciones ha sido ejecutado por el Contratista en conformidad a las indicaciones del proyecto.

Para situar el transformador, se utilizó una grúa o cabría. Los transformadores monofásicos fueron sujetos al poste con pernos y accesorios correspondientes.

Es importante tener en cuenta que el lado de alto voltaje de los transformadores debe estar orientados hacia la calle y se debe garantizar que ningún elemento energizado deberá estar a menos de 2m de distancia. (Distancia de seguridad).

En el montaje del transformador ha sido realizado con el objetivo de asegurar su estabilidad durante los temblores. Los seccionadores fusibles fueron montados en crucetas de madera de acuerdo con el manual (instrucciones) y se verificó que ninguna parte energizada de los mismos estuviera a una distancia menor de la requerida por el CNE, considerando también las correcciones necesarias debido a la altitud de la instalación.

Se verificó que para el funcionamiento operativo de los seccionadores estos no causaran daño a los postes, bornes de los transformadores y conductores; durante la operación. Si se diera el caso de que ocurriera algún inconveniente, el Contratista utilizó un procedimiento, con aprobación de la Supervisión, para su corrección y así evitar daños.

Ocurrida la instalación y conexión de líneas con el transformador, los seccionadores-fusibles permanecerán "abierto" hasta que se completen las pruebas en "caliente".

El proveedor suministra los tableros de distribución completos, con el equipo instalado y estos se montan en los postes de acuerdo con el tipo de subestación utilizando abrazaderas y pernos.

La conexión de los conductores de M.T. / B.T. se realiza utilizando terminales de presión. El tipo de conductor utilizado para unir el transformador de potencia con los circuitos es el NYY con sección transversal de acuerdo con lo indicado por el proyecto.

### PRUEBAS PARA PUESTA EN SERVICIO

Realizadas por el contratista. Estas deberán ser:

Determinación de la secuencia de fases.
Medición de la resistencia eléctrica de los conductores de fase.
Medición de la resistencia a tierra de las subestaciones.
Medida de aislamiento fase a tierra, y entre fases.
Medida de la impedancia directa.
Medición de la impedancia homopolar.
Prueba de la tensión brusca.
Prueba de cortocircuito.
Medición de corriente, tensión, potencia activa y reactiva, con la línea bajo tensión y en vacío.
En el transformador de distribución: medición del aislamiento de los devanados, medición de la tensión en vacío y con carga.

#### d. OBJETIVO 4

- Tras las pruebas realizadas se obtendrá parámetros de la instalación, con el fin de establecer los valores nominales y reales de operación.
- Se realiza una visita a la zona de ejecución del proyecto, tras un periodo de funcionamiento, para constatar parámetros para formar el indicador I.D.H. y justificar el proyecto.

### 3.2.2.2 METODOLOGÍA Y RESULTADOS

Podemos describir las metodología y resultados, brevemente, de los objetivos específicos:

#### a. OBJETIVO 1

- Para lograr información preliminar en la institución encargada correspondiente (DGER) se procedió a solicitar y analizar dicha información.
- Tras analizar dicha información preliminar, se requiere, mediante recolección de data, información de la zona, con el fin de caracterizar un índice de desarrollo humano, analizado dicha información (tipo de desarrollo, economía, geografía de la zona, etc.)

- El RESULTADO obtenido es BUENO, ya que se pudo obtener información preliminar por la DGER y caracterizamos el I.D.H.

#### **b. OBJETIVO 2**

- Procedemos a recolectar información de estudios anterior del proyecto, a través del área de gerencia, ingeniería y auxiliar. También, a través de gerencia, los alcances del proyecto. Seguidamente, realizamos el expediente técnico, a través de gerencia, ingeniería y gerencia, para luego, gestionar su aprobación.
- Tras la recolección de data conforme a la realidad (levantamiento topográfico, ruta, CIRA), se procede a elaborar el expediente técnico (Usando herramientas diferentes y equipos de trabajo), requisito indispensable para el inicio de actividades.
  - El RESULTADO, obtenido es BUENO, se puede elaborar dicha documentación por las gestiones de gerencia y un buen equipo de trabajo en todos los niveles.

#### **c. OBJETIVO 3**

- Tras la elaboración y aprobación del expediente técnico se procede a gestiones para el inicio de obras (gestión de terreno, gestión de servidumbre, gestión CIRA y gestiones complementarias). A continuación, se realiza las actividades para la disponibilidad para la formación de equipos de trabajo (gerencial, ingeniería, especializada, técnica y obrera). Se procede a distribuir, de acuerdo con el plan de trabajo, los materiales por zonas, según lo conveniente, listos para el inicio de obras electromagnéticas.
- Se procede, con el inicio de obras, reconociendo la zona por los trabajadores, empezando las obras civiles, según el cronograma, mediante el personal seleccionado, verificando los planos, métodos, procedimientos. Realizado el izado de postes, y cimentación se procede al tendido de conductores, según procedimiento establecido, y maquinarias y grupos de trabajo establecidos, bajo supervisión de ingeniería y personal de seguridad.
- Tras la finalización de actividades para la elaboración del proyecto, se procede la revisión de personal de ingeniería y ajustes finales, vía protocolos establecidos. Se notifica a revisión a la supervisión; bajo protocolo y pruebas tipo según sea la actividad realizada (topografía, cimentado, izado, retenida, tendido, flechado, PAT, patio de llaves, etc.); en caso se presente alguna observación la supervisión comunica a la contratista a corregir dicha observación, indicado la superación de dicha observación. Tras el visto bueno de la supervisión, se procede a la elaboración del expediente

técnico definitivo, teniendo en cuenta las variaciones topográficas, adicionales, metrados menores, mayores, presupuesto y demás. Listo la documentación se procede a las gestiones de entrega de la obra a la supervisión para el inicio del periodo experimental.

- EL RESULTADO, obtenido es BUENO, tras una adecuada gestión de ejecución de las obras (supervisión, seguridad, procedimientos, superación de imprevistos, etc.), superando los retos y metas planteadas.

#### **d. OBJETIVO 4**

- Se procede al proceso de pruebas experimental, tomando datos de la red y analizando el comportamiento, a través de los días, de evolución del Sistema. Dicha data es analizada con herramientas orientadas a dichos procedimiento. Se obtendrá parámetros para contrastar con lo esperado. Tras superar estas pruebas, se procede a iniciar a suministrar la energía eléctrica a la población objetivo.
- Finalizado el proyecto con el inicio de suministro a la población y la entrega de la concesión a Electro Sur Este, se da un periodo de uso del Sistema por aproximadamente un año, tras lo cual se recoge mediante encuestas preparadas índices para caracterizar el I.D.H; también nos apoyamos en proyecciones estadísticas. Preparado dichas informaciones, se procede a su análisis para la obtención del I.D.H., lo cual permitirá justificar, en cierta manera, la implementación del Sistema.
  - EL RESULTADO obtenido es BUENO, se consiguió cumplir con los parámetros esperados tras el periodo experimental y la información recolectada sobre los índices sobre desarrollo y proyecciones estadísticas se elevaron.

#### **3.2.2.3 DEMOSTRACIÓN, APLICACIÓN Y CORRECCIÓN DE TEORÍAS**

Podemos mencionar algunos datos obtenidos según valores nominales y reales de algunas características eléctricas del sistema; ello es apreciable en la tabla n.º 3.2.2.1.

Tabla n.º 3.2.2.1: Comparación de valores principales obtenidos con factor de corrección  
(Fuente: Elaboración Propia)

MAGNITUD	VALOR ESPERADO (SIMULADO)	VALOR REAL OBTENIDO (DE CAMPO)	FACTOR DE CORRECCIÓN (F.C.= V.R./V.E.
Tensión de línea	22.9kV	22.89kv	0.99956
Tensión de fase	13.2kV	13.201kV	1.00008
Tensión de Suministro	0.23kv	218V	0.94783
Frecuencia	60Hz	60.002	1.00003
Resistencia de puesta a tierra	5 $\Omega$	4.02 $\Omega$	0.804

#### 3.2.2.4 APLICACIÓN DE NORMAS TÉCNICAS

Para el desarrollo del proyecto se siguió normativas internacionales, nacionales y técnicas específicas la implementación desde el sistema, desde la elaboración documentaria, diseño, construcción, pruebas y entrega del proyecto. Entre ellas, podemos mencionar:

<b>Norma NTP 339.027: POSTES DE HORMIGON (CONCRETO) ARMADO PARA LÍNEAS AÉREAS.</b>	
<b>ITINTEC 251.001</b>	<b>GLOSARIO DE MADERAS</b>
<b>ITINTEC 251.005</b>	<b>CRUCETAS DE MADERA</b>
<b>ITINTEC 251 026</b>	<b>PENETRACION Y RETENCION</b>
<b>ITINTEC - 251.034</b>	<b>PRESERVACION A PRESION</b>
<b>ITINTEC - 251.035</b>	<b>COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL PRESERVANTE Y RETENCIÓN.</b>
<b>ANSI C.29.1</b>	<b>AMERICAN NATIONAL STANDARD TEST METHODS FOR ELECTRICAL POWER INSULATORS</b>
<b>ANSI C29.6: AMERICAN NATIONAL STANDARD FOR WET-PROCESS PORCELAIN INSULATORS (HIGH-VOLTAGE PIN TYPE).</b>	
<b>ANSI C29.11: AMERICAN NATIONAL STANDARD FOR COMPOSITE SUSPENSIÓN INSULATORS FOR OVERHEAD TRANSMISSION LINES TESTS.</b>	
<b>IEC 1109: COMPOSITE INSULATORS FOR A. C. OVERHEAD LINES WITH A NOMINAL VOLTAGE GREATER THAN 1000 V – DEFINITIONS, TEST METHODS AND ACCEPTANCE CRITERIA</b>	
<b>IEC 815: GUIDE FOR SELECTION OF INSULATORS IN RESPECT OF POLLUTED CONDITIONS</b>	
<b>ASTM A153: SPECIFICATION FOR ZINC COATING (HOT DIP) ON IRON AND STEEL HARDWARE.</b>	
<b>IEC 61089: ROUND WIRE CONCENTRIC LAY OVERHEAD ELECTRICAL STRANDED CONDUCTORS</b>	
<b>IEC 60104: ALUMINIUM-MAGNESIUM-SILICON ALLOY WIRE FOR OVERHEAD LINE CONDUCTORS.</b>	
<b>ASTM B398: ALUMINIUM ALLOY 6201-T81 WIRE FOR ELECTRICAL PURPOSES.</b>	
<b>ASTM B399: CONCENTRIC-LAY-STRANDED ALUMINIUM ALLOY 6201-T81 CONDUCTORS</b>	
<b>ANSI C 135.17: AMERICAN NATIONAL STANDARD FOR GALVANIZED FERROUS BOLT-TYPE INSULATOR PINS WITH LEAD THREADS FOR OVERHEAD LINE CONSTRUCTION.</b>	

### **3.2.2.5 APLICACIÓN DE TÉCNICAS E INSTRUMENTOS**

Los instrumentos y protocolos de los equipos y procesos son reglamentados por entidades y normativas que permiten una adecuada apoyo para la elaboración de los procesos y subprocesos que se desarrolla para la construcción de la obra. Podemos mencionar algunos protocolos a herramientas y materiales empleados para el desarrollo del proyecto.

En la figura 3.2.2.1 se aprecia las pruebas satisfactorias, vía protocolo de 300 postes para la línea y red primaria.

En la figura 3.2.2.2 se aprecia las pruebas satisfactorias a los pernos con gancho.

En la figura 3.2.2.3 observamos protocolos pruebas eléctricas a conductores.



POSTES S.A.

SOLUCIONES EN INFRAESTRUCTURA  
Transmisión & Distribución Energía  
Comunicaciones

PROTOCOLO DE ENSAYO

ESPECIFICACION TECNICA NTP 339.027 de fecha 07/03/02

FECHA 28/04/2016

PSA  
PR-08

CLIENTE SELEGSA  
ORDEN DE COMPRA  
PRODUCTO

001-2016 HCANA  
Poste C.A.C 8/200/2/120/240

TAMAÑO DEL LOTE 300  
- NÚMERO DE POSTES A EXTRAER 9  
- ENSAYOS DE CARGA DE TRABAJO 9  
- ENSAYOS DE CARGA DE ROTURA 5  
- POSTES DEFECTUOSOS

*[Signature]*  
ING. ELISEO RECALUMBACCO MAMANI  
RESIDENTE  
SELEGSA

*[Signature]*  
ING. WALTER ZELADA CARPIO  
JEFE DE SUPERVISIÓN

*[Signature]*  
ING. WILDO OSORIO VARGAS  
PROVEEDOR  
POSTES SAC

MUESTRA	VERIFICACION DE DIMENSIONES						OBSERVACIONES
	VERTICE		LONGITUD TOTAL	BASE		LONGITUD A EMPOTRAR	
	INTERIOR	EXTERIOR		INTERIOR	EXTERIOR		
mm	mm	m	mm	mm	10% LONG. POSTE + 0.5 m		
POSTE N°1	120	40	8	240	60	1.30	NORMA NTP 339.027
POSTE N°2							

MUESTRA	ENSAYO DE CARGA						ENSAYO DE ROTURA						OBSERVACIONES	
	10%	20%	30%	40%	50%	Recup.	60%	70%	80%	90%	100%	Carga Rotura (kg)		Flecha Rotura (m)
	FLECHA EN MILIMETROS						FLECHA EN MILIMETROS							
CARGA (%)	10%	20%	30%	40%	50%	Recup.	60%	70%	80%	90%	100%			
CARGA (k)	40	80	120	160	200	mm	240	280	320	360	400			
POSTE N°1	5	23	50	75	120	10	200	240	280	320	390	600	950	
POSTE N°2	30	55	80	120	180	4	215	250	295	340	375	600	870	
POSTE N°3	25	55	110	175	225	8	295	350	390	420	468	580	100	
POSTE N°4	62	85	140	175	230	5	270	305	355	405	480	650	980	
POSTE N°5	38	58	112	150	210	2	220	244	287	330	410	580	100	
POSTE N°6	28	58	114	178	224	8								
POSTE N°7	59	83	135	172	228	5								
POSTE N°8	10	25	58	74	122	4								
POSTE N°9	22	60	84	135	215	5								

BERPLUSZERU SAC

*[Signature]*  
ING. WALTER ZELADA CARPIO  
JEFE DE SUPERVISIÓN  
BER PLUSZERU SAC

Fig. N.º 3.2.2.1: Protocolos de Ensayo postes en la red y línea primaria (Fuente: Expediente técnico final – SELEGSA)



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Mecánica

Laboratorio de Mecánica N° 4

### INFORME TECNICO

Lb4-0806-2014

### ENSAYO DE TRACCIÓN EN PERNO CON GANCHO

SOLICITANTE : COMERCIAL CHIAPPE S. R. L.

REFERENCIA : Orden de Laboratorio N° 100601

FECHA : Lima, 05 de Junio de 2014

1 ANTECEDENTES Se recibió un (01) perno con gancho con la finalidad de realizarle ensayo de tracción.

Se identificó según el Cliente, como

Un (01) perno con gancho de 19 mm de  $\varnothing$  y 254 mm de longitud provisto de arandela, tuerca y contratuerca

2 DE LA MUESTRA  
 Marca Obra ELECTRIFICACIÓN RURAL HUANCABAMBA HUARMACA V ETAPA - PIURA  
 A solicitud CONSORCIO INCORP  
 Supervisado por - Ing. Percy Mayorca Galvan - VCHI SA  
 - Ing. Celso Mayquispe Llamco - CONSORCIO INCORP  
 - Sr. Juan Ricardo Alcalde Figueroa - COMERCIAL CHIAPPE S. R. L.

3 EQUIPOS UTILIZADOS  
 • Máquina Universal de Ensayos marca TOKYOKOKI SEIZOSHO capacidad 100 Ton.  
 • Vernier digital, marca MITUTOYO, aproximación 0.01mm

4 CONDICIONES DE ENSAYO  
 T. 21 °C  
 H.R. 77 %

### RESULTADOS

CARGA MAXIMA DE ENSAYO Kg (kN)	OBSERVACIÓN
1 800 (17.65)	Deformación en el gancho

\* Código de autenticación : NDYVVJTI ENCDGI FFSF ETJE

  
 CELSO T. LLAMCO

  
 JEFE DE LABORATORIO N° 4  
 JEFE DE LABORATORIO N° 4  
 ING. SEBASTIAN LAZO OCHOA  
 CIP. 74236  
 Jefe del Laboratorio de Mecánica

Av. Túpac Amaru 210 – Lima 25, Perú  
 Teléfax: 881-3833 / 461-1070 Anexo 255 / Email: labmec4@unl.edu.pe

Pág. 1 de 1

Figura 3.2.2.2: Protocolo de ensayo tracción en perno con gancho (Fuente: Expediente técnico final – SELEGS)



# CONDUCTORES ELÉCTRICOS LIMA S.A. - "CELSA"

Alexander Fleming 454 - Urb. Santa Rosa - Ale - Lima - Perú

Teléfono: (51-1) 326-1373 Fax: (51-1) 326-1374

Entel: 998 144 810 / 998 144 283 / 994 037 620 E-mail: ventas@celsa.com.pe

Pág. 1 de 2

## ACTA DE CONFORMIDAD N° 16 - 138

Lima, 28 de junio de 2016

Cliente : SELEGSA  
 Obra : Ampliación e Instalación Del Sistema Eléctrico Rural, Distrito Huaccana  
 - Chincheros - Apurímac  
 Orden de Compra : 007-2016/Hcana  
 N° Factura :  
 Tipo de Cable : CAAI-NA  
 Norma : NTP 370.254

ITEM	TIPO DE CABLE	LONGITUD m.
1	CAAI 1x16+NA 25 mm <sup>2</sup> 0,6 / 1 kV	25 450
2	CAAI 1x16+1x16+NA 25 mm <sup>2</sup> 0,6 / 1 kV	11 020
3	CAAI 2x16+NA 25 mm <sup>2</sup> 0,6 / 1 kV	10 830
4	CAAI 2x16+1x16+NA 25 mm <sup>2</sup> 0,6 / 1 kV	6 700

### I PRUEBA ELECTRICAS Y CONTROLES DIMENSIONALES

ITEM	Valor Prescrito				Valor Medido			
	1	2	3	4	1	2	3	4
<b>CONDUCTOR DE FASE, mm<sup>2</sup></b>	16	16	16	16	16	16	16	16
- R. Eléctrica, Ω / km a 20 °C	1,91	1,91	1,91	1,91	1,86	1,86	1,85	1,86
- R. Aislamiento, MΩ / km	583	583	583	583	1 640	1 720	1 700	1 690
- Espesor mínimo absoluto, mm	1,03	1,03	1,03	1,03	1,21	1,22	1,24	1,25
- Espesor mínimo promedio, mm	1,14	1,14	1,14	1,14	1,28	1,28	1,32	1,29
<b>CONDUCTOR ALUMBRADO, mm<sup>2</sup></b>	—	16	—	16	—	16	—	16
- R. Eléctrica, Ω / km a 20 °C	—	1,91	—	1,91	—	1,86	—	1,86
- R. Aislamiento, MΩ / km	—	583	—	583	—	1 680	—	1 690
- Espesor mínimo absoluto, mm	—	1,03	—	1,03	—	1,28	—	1,24
- Espesor mínimo promedio, mm	—	1,14	—	1,14	—	1,30	—	1,28
<b>CONDUCTOR NEUTRO/PORTANTE, mm<sup>2</sup></b>	25	25	25	25	25	25	25	25
- R. Eléctrica, Ω / km a 20 °C	1,351	1,351	1,351	1,351	1,28	1,28	1,28	1,28
- R. Aislamiento, MΩ / km	483	483	483	483	1 810	1 810	1 810	1 810
- Esfuerzo tracción del cable, mínimo kN	7,72	7,72	7,72	7,72	7,92	7,92	7,92	7,92
- Espesor mínimo absoluto, mm	1,03	1,03	1,03	1,03	1,22	1,22	1,22	1,22
- Espesor mínimo promedio, mm	1,14	1,14	1,14	1,14	1,32	1,32	1,32	1,32

Prueba de Tensión 5 minutos  
Tensión Aplicada en Resistencia de Aislamiento:

PRESCRITOS: 4 kV. c.a (Mínimo)  
500 V. c.d. 1 minuto

Resultado: O.K

SERPLUS PERU SAC

  
 Ing. Walter Zelada  
 CIP N° 12093  
 JEFE DE SERVICIO  
 SERPLUS PERU SAC

Inscrita en el Registro Mercantil de Lima - Sesión 1 - B Ficha 42431 B  
R.U.C. 20100063680

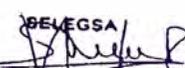
  
 SELEGSA  
 GLISEO INCINJUANCO MAMANI  
 ING. MECÁNICO ELÉCTRICO  
 RESIDENTE DE OBRA



Figura 3.2.2.3: Protocolo de pruebas a conductores (Fuente: Expediente técnico final – SELEGSA)

### 3.2.2.6 VALIDACIÓN DE LA APLICACIÓN DE TEORÍAS

Tras el análisis de los resultados obtenidos, se obtiene el logro de los objetivos planteados, tal como se contrasta en la tabla n.º 3.2.2.t. Dichos valores confirman que las variables eléctricas, en general, son los esperados, con ligeras variaciones que se encuentran en el rango aceptable. Las teorías, procedimientos, normativa se afianzan con los resultados obtenidos. En general existe en general una variación de menos del 2%, lo cual es aceptable indicador aceptable, según normativas correspondientes.

### 3.2.3 RESULTADOS OBTENIDOS

Podemos resumir los resultados cada objetivo específico en forma tabular y gráfica

- **OBJETIVO ESPECÍFICO 1**

Se presenta en forma gráfica y tabular detallado los resultados del objetivo específico 1.

Esto se puede apreciar en la figura 3.2.3.1 y en la tabla 3.2.3.1, respectivamente.

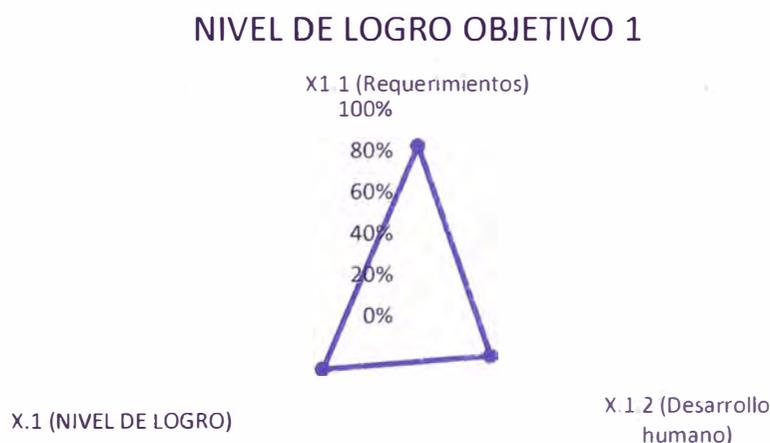


Figura 3.2.3.1: Gráfico de nivel de logro radial del objetivo específico 1 (Fuente: Elaboración propia)

Tabla N.º 3.2.3.1: Indicadores de logro y nivel del logro del objetivo específico 1 (Fuente: Elaboración propia)

OBJETIVO		INDICADORES DE LOGRO Y NIVEL DE LOGRO					
IDO	DESCRIPCIÓN	IDL1	IDL2	DESCRIPCIÓN SUBINDICADOR	NIVEL DE LOGRO PARCIAL		
O1	Examinar, analizar los requerimientos del proyecto dados por la DGER, los estudios preliminares y evaluar el índice de desarrollo humano local	X1.1	X1.1.1	Carga de suministro disponible	21.75%		
			X1.1.2	Calificación SER	16.75%		
			X1.1.3	Máxima demanda	21.75%		
			X1.1.4	Nivel de tensión a instalar	21.75%		
				SUBINDICADOR X1.1:			24.60%
		X1.2	X1.2.1	Tipo de sistema de suministro	5.00%		
			X1.2.2	Tipos de vías de acceso	11.75%		
			X1.2.3	Índice de desarrollo humano	23.50%		
				SUBINDICADOR X2:			28.18%
				NIVEL DE LOGRO DEL OBJETIVO ESPECÍFICO 1:			52.18%

- **OBJETIVO ESPECÍFICO 2**

Se presenta en forma gráfica y tabular detallado los resultados del objetivo específico 2. Esto se puede apreciar en la figura 3.2.3.2 y en la tabla 3.2.3.2, respectivamente.

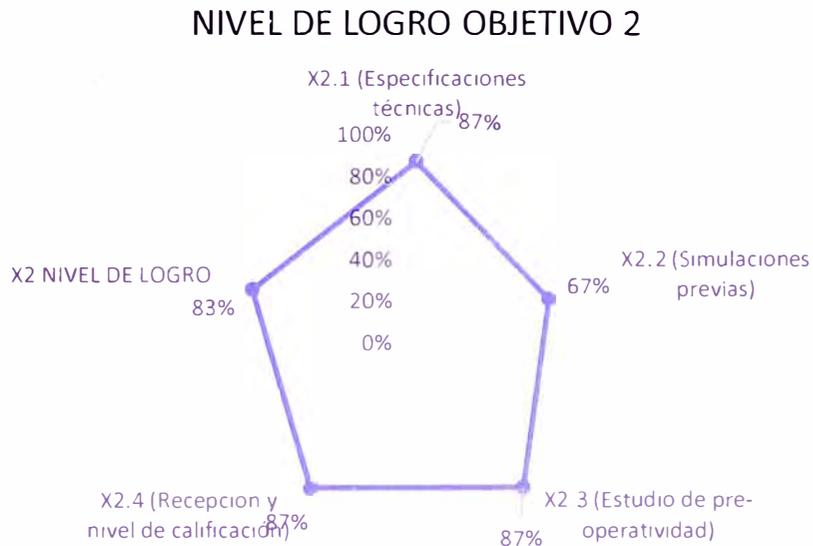


Figura 3.2.3.2: Grafico de nivel de logro radial del objetivo específico 2 (Fuente: Elaboración propia)

Tabla n.º 3.2.3.2: Indicadores de logro y nivel del logro del objetivo específico 2 (Fuente: Elaboración propia)

OBJETIVO		INDICADORES DE LOGRO Y NIVEL DE LOGRO DEL OBJETIVO ESPECÍFICO 2		
IDO	DESCRIPCIÓN	IDL1	DESCRIPCIÓN INDICADOR	NIVEL DE LOGRO PARCIAL
O2	Elaborar los estudios definitivos y el expediente técnico	X2.1	Especificaciones técnicas	26.10%
		X.2.2	Simulaciones previas	13.40%
		X2.3	Estudio de preoperatividad	17.40%
		X2.4	Recepción y nivel de calificación del documento (V°B°)	26.10%
		NIVEL DE LOGRO DEL OBJETIVO ESPECÍFICO 2:		

### OBJETIVO ESPECÍFICO 3

Se presenta en forma gráfica y tabular detallado los resultados del objetivo específico 2. Esto se puede apreciar en la figura 3.2.3.3 y en la tabla 3.2.3.3, respectivamente.

### NIVEL DE LOGRO OBJETIVO 3

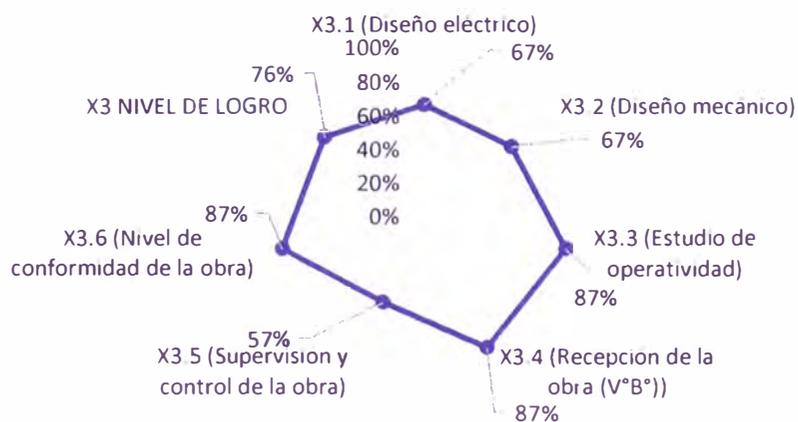


Figura 3.2.3.3: Grafico de nivel de logro radial del objetivo específico 3 (Fuente: Elaboración propia)

Tabla N.º 3.2.3.3: Indicadores de logro y nivel del logro del objetivo específico 3 (Fuente: Elaboración propia)

OBJETIVO		INDICADORES DE LOGRO Y NIVEL DE LOGRO DEL OBJETIVO ESPECÍFICO 3		
IDO	DESCRIPCIÓN	IDL1	DESCRIPCIÓN INDICADOR	NIVEL DE LOGRO PARCIAL
O3	Diseñar e implantar el sistema de suministro de acuerdo con el contexto	X3.1	Diseño eléctrico	13.40%
		X3.2	Diseño mecánico	13.40%
		X3.3	Estudio de operatividad	17.40%
		X3.4	Recepción de la obra (V°B°)	17.40%
		X3.5	Supervisión y control de la obra	5.70%
		X3.6	Nivel de conformidad de la obra	8.70%
		NIVEL DE LOGRO DEL OBJETIVO ESPECÍFICO 3:		

- **OBJETIVO ESPECÍFICO 4**

Se presenta en forma gráfica y tabular detallado los resultados del objetivo específico 2. Esto se puede apreciar en la figura 3.2.3.4 y en la tabla 3.2.3.4, respectivamente.

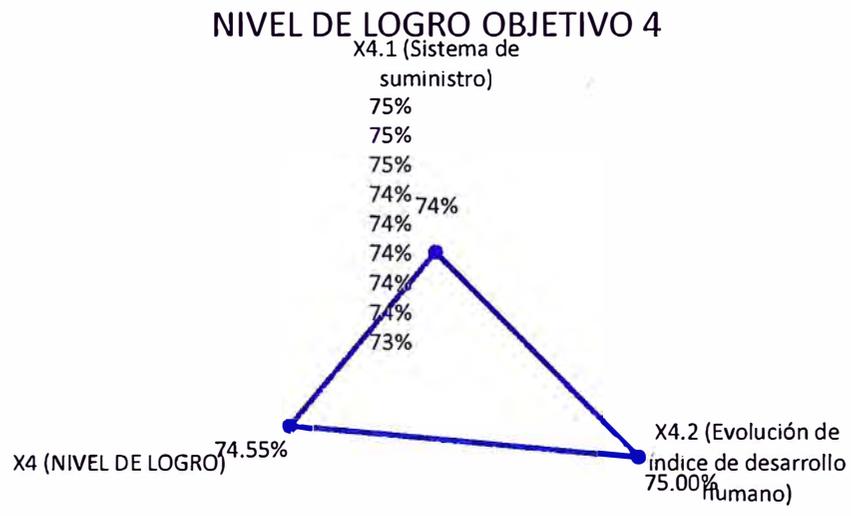


Figura 3.2.3.4: Gráfico de nivel de logro radial del objetivo específico 4 (Fuente: Elaboración propia)

Tabla N.º 3.2.3.4: Indicadores de logro y nivel del logro del objetivo específico 4 (Fuente: Elaboración propia)

OBJETIVO		INDICADORES DE LOGRO Y NIVEL DE LOGRO DEL OBJETIVO ESPECÍFICO 4						
IDO	DESCRIPCIÓN	IDL1	IDL2	DESCRIPCIÓN SUBINDICADOR	DESCRIPCIÓN INDICADOR	NIVEL DE LOGRO PARCIAL		
O4	Evaluar el sistema de suministro y la evolución del índice de desarrollo humano local	X4.1	X4.1.1	Máxima demanda real	Sistema de suministro	17.40%		
			X4.1.2	Nivel de tensión real obtenido después de la instalación		26.10%		
			X4.1.3	Costo de construcción		13.40%		
			X4.1.4	Tiempo de construcción		17.10%		
				SUBINDICADOR X4.1:				33.30%
		X4.2	X4.2.1	Tipo de sistema de suministro	Evolución de índice de desarrollo humano	60.90%		
			X4.2.2	Tipos de vías de acceso		4.70%		
			X4.2.3	Ingreso per cápita		9.40%		
				SUBINDICADOR X4.2:				41.25%
				NIVEL DE LOGRO DEL OBJETIVO ESPECÍFICO 4:				74.55%

## **CAPITULO IV**

### **ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

#### **4.1 PLAN DE PRUEBAS POR OBJETIVO**

Se elaborará un plan de pruebas el cual tienen por misión establecer las técnicas y procedimientos concernientes con la ejecución y validación del trabajo de con los objetivos propuestos.

Se realizará las pruebas tomando como referencia los indicadores de logro propuestos en el capítulo I, siguiendo los procedimientos de desarrollo de pruebas:

- Definición de Pruebas y técnicas para utilizar.
- Criterios de aceptación de las Pruebas

#### **4.1.1 DEFINICIÓN DE PRUEBAS Y TÉCNICAS A UTILIZAR**

##### **4.1.1.1 PRUEBAS UNITARIAS**

Las pruebas unitarias tienen como fin el verificar la funcionalidad y composición de cada objetivo específico, para lo cual cada se ha dividido en indicadores y cada indicador será validado con la información desarrollada en los capítulos anteriores. Estos se evaluarán de acuerdo con los niveles de logro utilizando una escala de intervalos.

#### **4.1.2 CRITERIOS PARA ACEPTAR LAS PRUEBAS**

Para esta prueba se han establecido 5 niveles según la escala de Likert (muy malo, malo, regular, bueno y excelente) con los cuales se evalúa cada indicador de acuerdo con la TABLA n.º 1.3.3.c Nivel, medidor y su Equivalente Valorativo.

Para la evaluación de cada objetivo se considerará que se tiene que obtener un medidor que nos indique, al menos, 71%, lo que se puede interpretar como el éxito del objetivo analizado.

## 4.2 DESCRIPCIÓN Y EJECUCIÓN DE PRUEBAS

### 4.2.1 PRUEBAS UNITARIAS

Se evaluará los indicadores de logro con sus respectivas métricas por objetivo específico, los cuales están indicados en el capítulo I.

#### 4.2.1.1 OBJETIVO 1

El objetivo: Examinar, analizar los requerimientos del proyecto dados por la DGER, los estudios preliminares y evaluar el índice de desarrollo humano local. Para este objetivo específico se definen los siguientes indicadores de logro:

Tabla n.º 4.2.1.1: Indicadores del objetivo específico 1 (Fuente: Elaboración propia)

INDICADOR(ES) DE LOGRO
X1.1. Requerimientos.
X1.2. Desarrollo humano

Describiremos cada uno de los objetivos, basado en el capítulo I:

#### a. X.1.1 REQUERIMIENTOS

Para la evaluación de este ítem nos basaremos en parámetros necesarios que debe cumplir el proyecto para su viabilidad, principalmente la disponibilidad de energía disponible y la calificación para ser una instalación tipo rural. Podemos

- **CARGA DE SUMINISTRO DISPONIBLE:** Del análisis del balance de Oferta - Demanda, y considerando las localidades beneficiadas con la obra podemos evaluar el cumplimiento total, parcial o bajo de dicho ítem.
- **CALIFICACIÓN SER:** En la solicitud de calificación de la zona del proyecto se medirá dicho índice a través del número de localidad o zonas de 40, que clasifican como Sistemas eléctricos rural.
- **MÁXIMA DEMANDA:** Planeado para 5 localidades, para un de 20 años será de 506.2 kW, correspondientes a las localidades del ámbito del proyecto. Dicha demanda, según estudio Balance Oferta – Demanda, considerando las localidades beneficiadas, será evaluada según la cobertura total, parcial o insuficiente-

- **NIVEL DE TENSIÓN A INSTALAR:** La línea de primaria deberá tomar energía de ramales que clasifique como Sistema eléctrica Rural (Tensión < 30kV) o no (Tensión > 30kV).

Al ponderar dichos subindicadores, tal como indica la Tabla N.º 3.2.2.u, dicho indicador X1.1 que califica de Malo con un submétrica asignada del 24.60%.

#### **X.1.2. DESARROLLO HUMANO**

En la evaluación de este ítem, se tomará en cuenta parámetros como la disponibilidad de suministro de potencia y energía en la zona, tipos de acceso vial y el índice de desarrollo humano (aspectos básicos).

- **TIPO DE SISTEMA DE SUMINISTRO:** El presente subindicador tomará en cuenta la disponibilidad de potencia energía para la zona, haciendo un análisis en el interconectado la oferta de energía potencia de las subestaciones proveedoras (Ayacucho – Andahuaylas), con disponibilidad a 25 años, resultando afirmativa dicha evaluación (Asignación de 100%)
- **TIPOS VÍAS DE ACCESO:** Según la clasificación del MTC (Resolución directoral N°02-2018-MTC/14) existen tipos de vías, tales como: Carretera, Carretera afirmada, carretera pavimentada, carretera no pavimentada, carretera sin afirmar. Tras un análisis de los tipos de acceso en la zona del proyecto se le asigna el valor cuantitativo de 47%.
- **ÍNDICE DE DESARROLLO HUMANO:** Según el Instituto Peruano de Economía (IPE) en el 2015 el I.D.H. en el distrito de Huaccana, jurisdicción en el cual se encuentra el proyecto en mención, resulta de calificativo Bajo. Dicho índice, es. Al ser un tomando de un espectro amplio, se tomará en cuenta características básicas (Esperanza de vida al nacer, nivel educativo e ingreso per cápita).

Al ponderar dichos subindicadores, tal como indica la tabla 3.2.2.u se obtendrá, para dicho indicador X2.2. calificativo de malo, con una submétrica del 28.18%.

De la misma table 3.2.2.u, aplicando la ponderación se obtiene una métrica para el objetivo específico X1 del 52.18%, el cual se le asigna la calificación regular. Podemos asegurar que los parámetros de la realidad de dicha zona arrojan un valor regular/bajo, justificando implementación de un proyecto de eleve dichos indicadores.

#### **4.2.1.2 OBJETIVO 2**

El objetivo: Elaborar los estudios definitivos y expediente técnico.

Para el presente objetivo se presenten los siguientes indicadores de logro:

Tabla n.º 4.2.1.2: Indicadores de logro del objetivo 2 (Fuente: Elaboración propia)

<p>X2.1. Especificaciones técnicas.</p> <p>X2.2. Simulaciones previas.</p> <p>X2.3. Estudio de Pre-Operatividad.</p> <p>X2.4. Recepción y nivel de calificación del documento.</p>
--

Procederemos a detallar cada indicador:

### **X2.1. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

Para obtener una calificación de esto logro, se debe verificar si el proyecto logra obtener los datos necesarios y lograr superar dichos requerimientos. Se analiza los requerimientos de acuerdo con norma nacionales e internacionales, en la elaboración del expediente técnico, requisito indispensable para la elaboración y aprobación de dicho documento. Dichas especificaciones son garantizadas por el proveedor. Según la documentación de Especificaciones técnicas de Suministro y montaje, se evaluará y asignará: Óptimo (95%), regular (60%) y muy pésimo (13%).

Tras un análisis de comparación de data recolectada y analiza, de acuerdo con normas establecidas, podemos establecer que dicha métrica cumple con lo solicitado, para lo cual se le asigna un valor del 87%; que nos dice que el logro en este proceso se ha conseguido totalmente.

### **X2.2. SIMULACIONES PREVIAS**

Para la evaluación de este indicador tomaremos simulaciones previas realizadas para observar distintos parámetros que establecen ciertos hitos para poder lograr el éxito del proyecto. Tras un recojo de información previa y análisis de gabinete se evalúan, según los resultados: Absolutamente satisfactorias (100%), satisfactorias (90%), resultados promedio (70%), simulaciones que cumplen lo mínimo (50%) y que no cumplen lo establecido (25%).

Tras el análisis, se comprueba que las simulaciones son totalmente satisfactorias, por lo cual se le asigna un valor de 67%; valor que permite concluir que dichas pruebas son válidas para el proyecto.

### **X2.3. ESTUDIO DE PRE – OPERATIVIDAD**

Uno de los requisitos para la viabilidad del expediente técnico es de la aplicación de una prueba de preoperatividad, esto consta de simulaciones y pruebas a priori, necesaria para comprobar que el diseño podrá enlazarse al SEIN, preservando las características, seguridad y operaciones en el Sistema. Se necesita la aprobación de estudio de Pre-Operatividad, el cual es requisito indispensable. Tras las condiciones y documentos que contienen las pruebas solo existen dos posibilidades: Pruebas Satisfactorias (100%) o Inaceptables (20%).

Tras la presentación de dicha documentaciones y pruebas, asignamos un valor, absolutamente, óptimo del 87%, que se traduce en Estudios satisfactorios que cumplirán la interconexión con EL SEIN.

### **X2.4 RECEPCIÓN Y NIVEL DE CALIFICACIÓN DEL DOCUMENTO (V°B°)**

Uno de los requisitos clave, fundamental es el expediente técnico, documento necesario para iniciar el proyecto en mención, tras obtención de trabajos previos de recolección de data y trabajo de gabinete, se logra elaborar dicho documento. Se evaluará dicho ítem con la recepción o negación (observación) de dicho documento: Aceptable y aprobado (100%), aceptable tas levantar observaciones (70%) e inaceptable (25%).

Los resultados fueron favorables, ya que la supervisión y el cliente aceptaron, dándole un índice de evaluación del 87%.

Al ponderar y obtener un peso general para el objetivo 2, el cual puede verse al detalle en el Anexo B, se obtiene un promedio de 83%, el cual se le asigna un valor de bueno, que nos permite empezar a ejecutar, posteriormente, el proyecto.

#### **4.2.1.3 OBJETIVO 3**

El objetivo: Diseñar e implementar un sistema de suministro eléctrico de acuerdo con el contexto. Podemos establecer los siguientes indicadores de logro:

Tabla n.º 4.2.1.3.: Indicadores de logro del objetivo específico 3 (Fuente: Elaboración propia)

X3.1. Diseño eléctrico.
X3.2. Diseño mecánico.
X3.3. Estudio de Operatividad.
X3.4. Recepción de la obra.
X3.5. Supervisión y control de la obra.
X3.6. Nivel de conformidad de la obra.

Se procederá a describir cada logro, con ayuda de lo expuesto en el capítulo III.

### **X3.1. DISEÑO ELÉCTRICO**

Se procede con la instalación del Sistema eléctrico de acuerdo con los criterios establecidos en el subacápite 2.1.2.1., superando observaciones típicas que se presentan. De ello depende su resultado. Óptimo (100%), Regular (70%) y Pésimo (25%).

Tras la consecución de diseño e instalación se asigna un resultado Regular, resultado de elevar y corregir ciertas observaciones, con la evaluación del 67%.

### **X3.2. DISEÑO MECÁNICO**

Paralelamente a la del sistema eléctrico, se procede al diseño mecánico que consiste en las obras mecánicas, de acuerdo con los parámetros establecidos en el subacápite 2.1.2.1. La instalación de la parte mecánica para el proyecto y levantando observaciones, en caso de presentarse, serán evaluados.

Tenemos posibles resultados a esperar: Óptimo (100%), Regular (70%) y Pésimo (25%).

Tras la consecución de diseño e instalación se asigna un resultado Regular, resultado de elevar y corregir ciertas observaciones, con la evaluación del 67%.

### **X3.3 ESTUDIOS DE OPERATIVIDAD**

Para la finalización de las obras, se realizan pruebas a punto, para probar que el Sistema satisfaga los requisitos de construcción, transporte de energía y pruebas ante fallos, según requisitos del COES para el ingreso al sistema del proyecto

Dichos resultados clasifican como: Aceptable (80%), o Inaceptable (10%).

Tras la contrastación se encuentra que el proyecto cumple los requisitos de la entidad operadora y se le asigna el valor de 87%, viable para la finalización de obra.

### **X3.4. RECEPCIÓN DE LA OBRA (V°B°)**

Tras la finalización de las obras electromecánicas, y revisión de estas, según Las normas de electrificación rural, solamente es posible obtener los resultados de: Aceptable (100%) y Rechazado (0%).

La supervisión y el cliente acepta la obra y debido a ello se le asigna una evaluación de 87% al presente ítem.

### **X3.5 SUPERVISIÓN Y CONTROL DE LA OBRA**

En la construcción, instalación y puesta en marcha del presente proyecto se observaron distintas observaciones, los cuales fueron levantados y subsanados de acuerdo con el diseño presentado y regulado por la DGER, así como el contrato firmado por el cliente y la ejecutora. Podemos medir dicho resultado: Sin observaciones (100%), Con observaciones mínimas (90%), con observaciones promedio (70%), observaciones altas (50%) y con altas correcciones que ameritan una revisión absoluta del proyecto (20%).

Tras un resultado de levantamiento de observaciones, según consta en el cuaderno de obra, promedio y aceptable al superarlas, se le asigna el valor de 57% a la presente métrica.

### **X3.6 NIVEL DE CONFORMIDAD DE LA OBRA**

Tras el levantamiento de observaciones y pruebas experimentales, según los requisitos establecidos por MIMEN, la evaluación de este ítem sólo corresponderá: Aceptación de la obra (100%), rechazo de la obra (0%).

Se le asigna el 87% a esta métrica; esto quiere decir que la obra es recepcionada.

Tras obtener los pesos y evaluaciones de cada indicador y según lo detalla el Anexo B, se obtiene un calificativo de 76%, cualitativamente "Bueno". Ello quiere decir que se logra la implementación de la obra y su aceptación.

#### **4.2.1.4 OBJETIVO 4**

El objetivo: Evaluar el sistema de suministro y la evolución del índice de desarrollo humano. Para el presente objetivo se definen los siguientes indicadores de logro:

Tabla n.º 4.2.1.4: Niveles de logro del objetivo 4 (Fuente: Elaboración propia)

X4.1. Sistema de suministro
X4.2. Evolución de índice de desarrollo humano

Procederemos a desglosar cada indicador, tal como lo detalla el capítulo I:

#### X4.1. SISTEMA DE SUMINISTRO

Para que este indicador sea evaluado, se tomará en cuenta la cobertura de la demanda, las características eléctricas (Tensión en sus valores admisibles), variación de presupuesto y tiempo de ejecución del proyecto.

Hay que recordar que existen rangos de evaluación que se definen en la tabla 1.3.3.b, lo cual nos permite una evaluación acorde. Dividiremos este indicador en:

- **MÁXIMA DEMANDA REAL:** La demanda real, solicitada por los abonados de suministro del proyecto y demanda auxiliar, según diseño, y según muestran los primeros días del proyecto en servicio, cubrirán la demanda en forma: Satisfactoriamente (100%) o Insuficiente (25%). Tras finalización del proyecto y comprobación de lo esperado, se asigna a esta característica un valor del 87%, cubriendo la demanda real, incluida el periodo de 25 años.
  
- **NIVEL DE TENSIÓN REAL OBTENIDO DESPUÉS DE LA INSTALACIÓN:** Tras el análisis de pruebas experimentales y con los estudios de caída de tensión y parámetros de la red, los estos ítem serán evaluados: Aceptable (en el rango permisible (<5%) [100%], Inaceptable (fuera de rango admisible >5%) [20%].  
Las pruebas fueron satisfactorias y le asignamos un valor del 87% a esta característica.
  
- **COSTO DE CONSTRUCCIÓN:** Dado el presupuesto inicial de S/3 916 353.80, se dependiendo de la variación de dicho presupuesto, de acuerdo la liquidación de obra, según detalla la figura 3.1.2.a, el resultado será: Excelente (Presupuesto original), [100%], adicionales menores al 5% (Bueno) [90%], adicionales menores al 10% (Regular) [70%], adicionales menores al 15% (Pésimo) [50%], adicionales superiores al 15% (muy pésimo) [25%].  
Según la figura 3.1.2.a existe una variación del presupuesto del 2.2% lo cual califica al proyecto como Bueno, con una métrica del 67%.
  
- **TIEMPO DE CONSTRUCCIÓN:** De acorde al contrato celebrado entre el cliente (DGER) y la empresa ejecutora (SELEGSA) se estableció un periodo para la elaboración, diseño, ejecución y puesto a punto del proyecto. Evaluaremos la variación de este periodo por diferentes tipos de causas, esto es solicitudes de ampliación. Podemos obtener resultados: Excelente (Ampliación 0 días → 100%), Bueno (Ampliación menos a dos meses → 90%), Regular (Ampliación menor a 3 meses → 70%), pésimo (Ampliación menor a 6 meses → 50%) y muy pésimo (Ampliación mayor a 6 meses → 25%).

En base al contrato, en base al avance real (figura 3.1.1.d) y documento 7, se le asigna el valor de 57%, de valor cualitativo Regular.

Tras la ponderación de subindicadores, se obtiene un valor del 75%, que califica de Bueno a esta métrica de Sistema de suministro, dejando en evidencia la culminación y aprobación del proyecto.

#### **X4.2. EVOLUCIÓN DE ÍNDICE DE DESARROLLO HUMANO**

Para la evaluación del presente indicador se ha tenido en cuenta: Tipo de suministro, tipos de vías de acceso, e ingreso per cápita:

- **TIPO SISTEMA DE SUMINISTRO:** Tras la instalación del proyecto, se entregó energía eléctrica continua, estable y confiable a los pobladores que se encuentran en el ámbito del proyecto. Ello puede resultar: Suministro eléctrico total por la red (Óptimo) [100%], suministro parcial al 50% (Bueno) [90%], Suministro por R.E.R. (Regular) [70%], suministro por gasolina u otros (Pésimo) [50%] y, suministro inexistente (Muy pésimo) [25%].

Los resultados son óptimos por lo que el proyecto abastece de energía eléctrica a la zona destinada, por lo cual se le asigna un valor cuantitativo del 87%.

- **TIPOS VÍAS DE ACCESO:** Tras una revisión, luego de un periodo prudencial del funcionamiento del proyecto, los accesos o tipos de vías en la zona del proyecto se serán evaluados; según el tipo de acceso (vías) dichos resultados: Óptimo (red vial primaria → 100%), regular (Red vial secundaria → 70%) y Pésimo (Red vial terciaria → 50%)

El análisis de vías de acceso es una mezcla de, mayormente vías terciarias y mínimos vías secundarias. Por ello, calificaremos con un 47%, esto quiere decir, aún, Pésimo.

- **ÍNDICE DE DESARROLLO HUMANO:** Según el Instituto Peruano de Economía (IPE) para el año 2019 el I.D.H. tuvo un ligero incremento en el distrito de Huaccana, jurisdicción en el cual se encuentra el proyecto en mención; siendo este del valor de 0.3688. Podemos evaluar dichos resultados: Excelente (IDH > 0.8) [100%], Bueno (>0.7) [90%], regular (>0.5) [70%], malo (>0.4) [50%] y pésimo (<0.4) [25%]

Si bien es cierto que el proyecto ha tenido un impacto en la zona de instalación, aún el I.D.H. permanece bajo, pese a ver elevado ligeramente. Se le asignará un valor de 47%, Pésimo. A pesar de ello el proyecto es una vía o polo de desarrollo, logrando habilitar una herramienta energética para la población.

Tras la ponderación de los dos indicadores, el objetivo 4 obtiene una puntuación del 75%, el cual califica de Bueno.

## RESULTADOS FINALES

### 4.2.2 RESULTADOS DEL OBJETIVO 1

Los resultados del objetivo 1, se basará en los indicadores de logro del objetivo 1.

Tabla n.º 4.2.2.1: Resultados del objetivo 1 (Fuente elaboración propia)

INDICADOR	LOGRO
Requerimientos	82%
Desarrollo humano	40%

Podemos graficar dichos resultados, en comparación con la meta ideal, que es establecida en 75%, considerada como un porcentaje mínimo que conseguir el éxito en el procedimiento planteado.

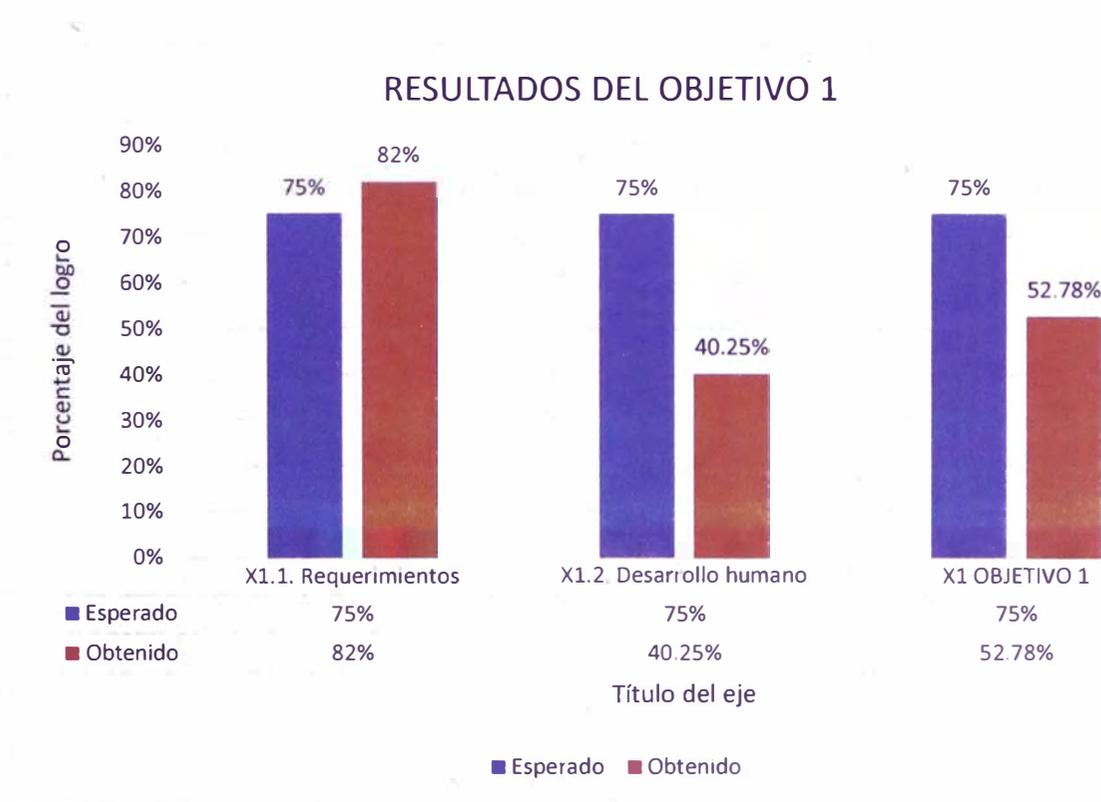


Figura 4.2.2.1: Resultados del objetivo 1(Fuente: Elaboración propia)

De la figura podemos concluir que el objetivo 1 no logra alcanzar el 75% esperado, lo cual es lo esperado; que se traduce en la necesidad del proyecto como una alternativa para mejorar el desarrollo en la zona.

### 4.2.3 RESULTADOS DEL OBJETIVO 2

Los resultados del objetivo 2, se basará en los indicadores de logro del objetivo 2:

Tabla n.º 4.2.3.1: Resultados del objetivo 2 (Fuente elaboración propia)

INDICADOR	LOGRO
Especificaciones técnicas	87%
Simulaciones previas	67%
Estudio de preoperatividad	87%
Recepción y nivel de calificación del documento	87%

Podemos graficar dichos resultados, en comparación con la meta ideal, que es establecida en 75%, considerada como un porcentaje mínimo que conseguir el éxito en el procedimiento planteado.

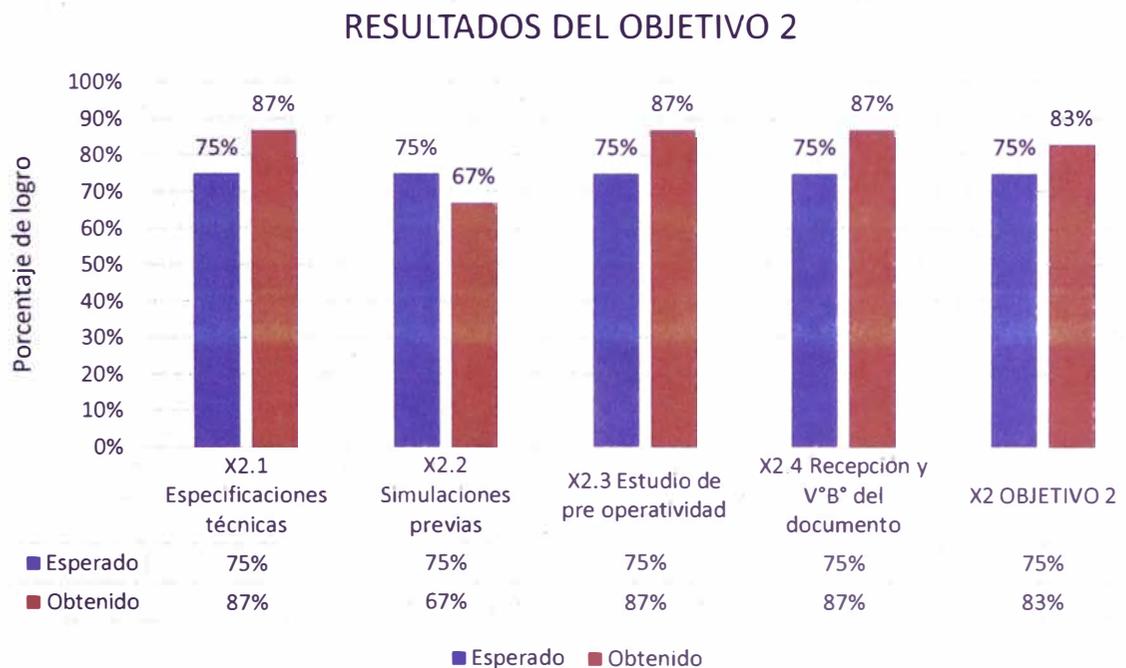


Figura 4.2.3.1: Resultados del objetivo 2(Fuente: Elaboración propia)

De la figura podemos concluir que el objetivo 2 superara el 75%, porcentaje mínimo para ser calificado como bueno. Nuestro objetivo cumple, ampliamente, y el resultado es superior.

#### 4.2.4 RESULTADOS DEL OBJETIVO 3

Los resultados del objetivo 3, se basará en los indicadores de logro del objetivo 3:

Tabla N.º 4.2.4.1: Resultados del objetivo 3 (Fuente elaboración propia)

INDICADOR	LOGRO
Diseño eléctrico	67%
Diseño mecánico	67%
Estudio de operatividad	87%
Recepción de la obra (V°B°)	87%
Supervisión y control de la obra	57%
Nivel de conformidad de la obra	87%

Podemos graficar dichos resultados, en comparación con la meta ideal, que es establecida en 75%, considerada como límite inferior para lograr la calificación de “Bueno”.

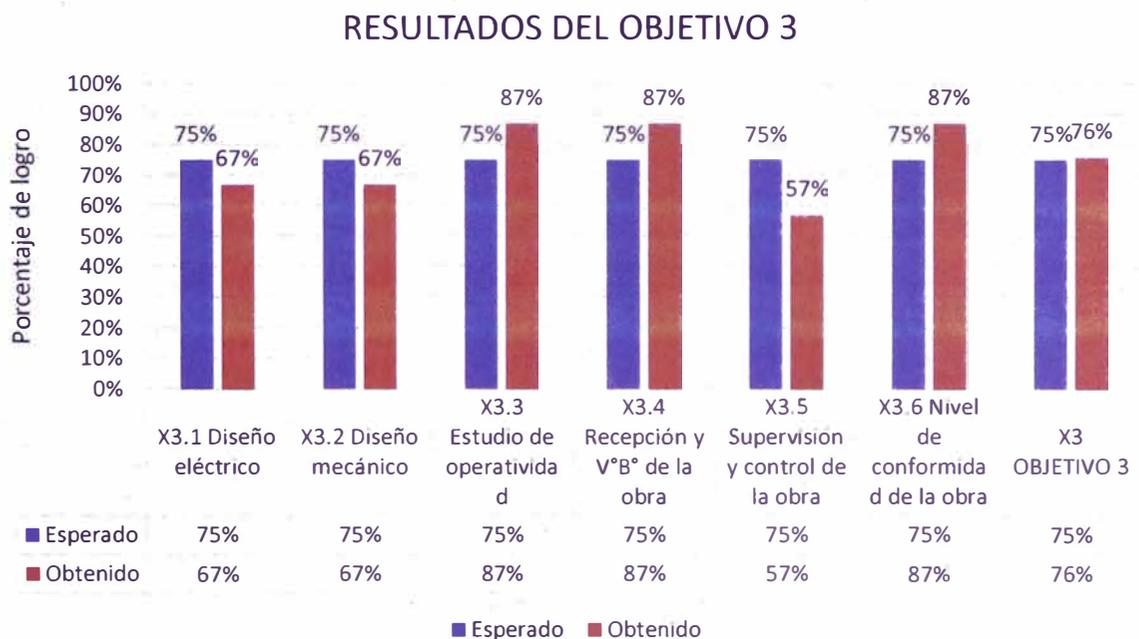


Figura 4.2.4.1: Resultados del objetivo 3 (Fuente: Elaboración propia)

De la figura podemos concluir que el objetivo 3 arroja un resultado del 76%, pasando el límite del 75%; vale decir que nuestro objetivo es “Bueno” y aceptable.

## 4.2.5 RESULTADOS DEL OBJETIVO 4

Los resultados del objetivo 4, se basará en los indicadores de logro del objetivo 4:

Tabla n.º 4.2.5.1: Resultados del objetivo 4 (Fuente elaboración propia)

INDICADOR	LOGRO
Sistema de suministro	74.44%
Evolución del índice de desarrollo humano	75%

Podemos graficar dichos resultados, en comparación con la meta ideal, que es establecida en 75%, considerada como límite inferior para lograr la calificación de “Bueno”.



Figura 4.2.5.1: Resultados del objetivo 4(Fuente: Elaboración propia)

De la figura podemos concluir que, prácticamente, el objetivo 4 llega al 75%, con ello podemos concluir que el resultado de este objetivo es Bueno.

## 4.2.6 RESULTADOS DEL OBJETIVO GENERAL

Podemos observar un resumen general por objetivo específico y objetivo general.

Tabla n.º 4.2.6.1: Resultados generales (Fuente: Elaboración propia)

OBJETIVO	Esperado	Obtenido	Peso
X1 Objetivo específico 1	75%	52.78%	10%
X2 Objetivo específico 2	75%	83%	25%
X3 Objetivo específico 3	75%	76%	45%
X4 Objetivo específico 4	75%	74.75%	20%
X OBJETIVO GENERAL	75%	75.18%	

Cabe destacar que el resultado del 75.18% (objetivo general) es obtenido a través de un ponderado, matemáticamente:

$$\begin{aligned}
 X &= x1 \times p1 + x2 \times p2 + x3 \times p3 + x4 \times p4 \\
 X &= 52.78\% \times 10\% + 83\% \times 25\% + 76\% \times 45\% + 74.75\% \times 20\% \\
 X &= 75.18\%
 \end{aligned}$$

Siendo: p1, p2, p3 y p4: pesos asignados a los objetivos específicos.

O.B.S.:

Recordando que el I.D.H. es una variable compleja (Salud, educación y riqueza), se toma en cuenta ciertos aspectos indirectos importantes que conllevan a mejorar la salud (Bienestar, centros de salud energizados, etc.; disponibilidad de centros de educación con energía eléctrica y; las posibilidades que ofrece la energía eléctrica para generar riqueza) que permiten establecer en forma indirecta el I.D.H. con el objetivo específico 4, y por ende su implicancia con el objetivo general.

## RESULTADOS DE LOS OBJETIVOS ESPECÍFICOS Y OBJETIVO GENERAL

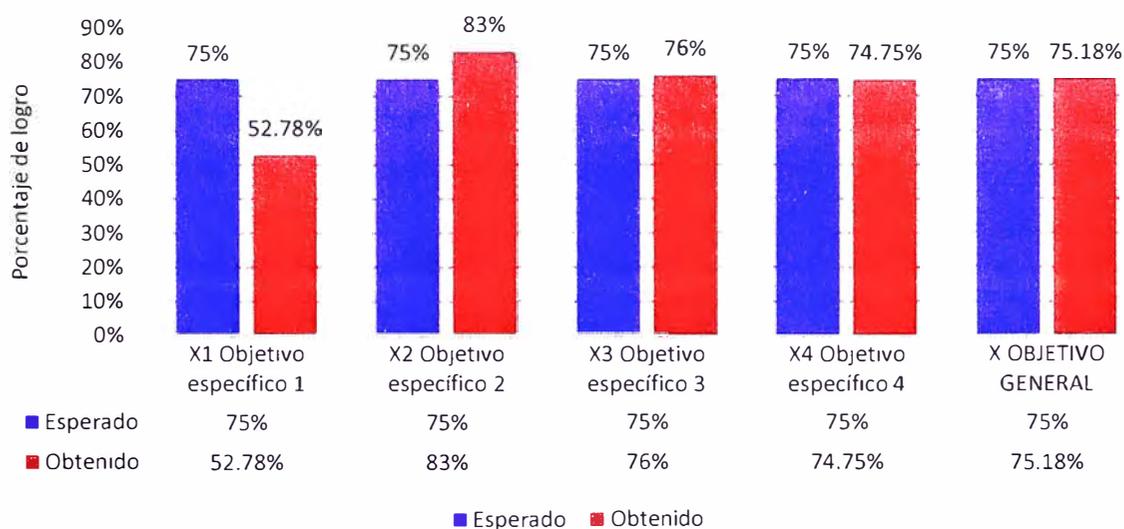


Figura 4.2.6.1: Resultados del objetivo general y específicos (Fuente: Elaboración propia)

### 4.3 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

Dado nuestro problema formulado y los objetivos específicos planteados; procederemos a analizar y aclarar los resultados:

#### 4.3.1 ANÁLISIS Y ARGUMENTACIÓN DEL OBJETIVO 1

##### A) REQUERIMIENTOS

Los requisitos para una tentativa de ejecución del proyecto se dividen si es que se cuenta con el abastecimiento de potencia y energía el cual resultado afirmativo. Al ser un proyecto de carácter social debe calificar como zona de Sistema eléctrico rural, el cual al contrastar se descubre que la mayoría de los poblados clasifican. Se debe verificar que demanda de energía del proyecto sea cubierta en su totalidad y por un periodo de al menos 20 años, el cual se descubre, tras un análisis, de que es así y; finalmente que existe en lo zona o periferia redes de media tensión para conectarse y distribuir energía al proyecto.

En general dichos requisitos son aceptables.

##### B) DESARROLLO HUMANO

Al ser el Desarrollo humano un tema complejo, solo se trabajará con 3 subindicadores: Tipo de sistema de suministro que indica las fuentes energéticas de la zona, el cual resulta mínimo o ausente. También otra manera de cuantificar este logro es a través del tipo de vías de

acceso para la zona; no olvidar que las vías son pilar para el desarrollo de la zona, descubriéndose que dichas vías son insuficientes y no adecuadas. Finalmente, analizaremos el índice de desarrollo humano, típico de las zonas de sierra rurales, encontrándose de nivel muy bajo.

Nuestro objetivo 1 al ser ponderado y calificado no llegará al Nivel "Óptimo" o "Bueno", lo cual es un indicador que justifica la ejecución de un proyecto que mejore ello.

### **4.3.2 ANÁLISIS Y ARGUMENTACIÓN DEL OBJETIVO 2**

#### **A) ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

Consiste en obtener información y datos de campo para la viabilidad del proyecto. Si tales requisitos se podrán cumplir para instalación y ejecución. Según los resultados obtenidos se logró determinar y cumplir con todos estas especificaciones.

#### **B) SIMULACIONES PREVIAS**

Las simulaciones (trabajo de gabinete) fueron, en promedio, exitosas, logrando obtener el comportamiento a priori del proyecto y componentes.

#### **C) ESTUDIO DE PRE- OPERATIVIDAD**

El requisito para la conexión al SEIN también fue simulado y puesto a prueba en gabinete, resultando aceptable totalmente.

#### **D) RECEPCIÓN Y NIVEL DE CALIFICACIÓN DEL DOCUMENTO (V°B°)**

El expediente técnico, tras ser elaborado, es reconocido y aceptado por el cliente y supervisión. Esto significa que se tiene el visto bueno para el inicio de las obras.

En general nuestro objetivo 2, califica como "Bueno".

### **4.3.3 ANÁLISIS Y ARGUMENTACIÓN DEL OBJETIVO 3**

#### **A) DISEÑO ELÉCTRICO**

El montaje eléctrico, de acuerdo con normas establecidas en el capítulo 2, es en general aceptable, salvo por contratiempos y cambios en las indicaciones de instalación, es por ello por lo que recibe calificativo de "Bueno".

#### **B) DISEÑO MECÁNICO**

De forma similar el ítem anterior, el diseño mecánico es aceptable y calificado de "Bueno".

#### C) ESTUDIO DE OPERATIVIDAD

Tras la instalación de la obra sigue la etapa experimental con la cual se obtiene información para el interconectado, el cual resulta exitoso y “Óptimo”.

#### D) RECEPCIÓN DE LA OBRA

Tras la finalización de las pruebas experimentales y levantamiento de observaciones la supervisión y el cliente reciben la obra. Esto califica como “Óptimo”.

#### E) SUPERVISIÓN Y CONTROL DE LA OBRA

En la ejecución de la obra existen errores que se pueden superar. Esto no se ajeno al proyecto. Tras el trabajo conjunto se logra levantar las observaciones y resultada este ítem con calificativo de “Regular”

#### F) NIVEL DE CONFORMIDAD DE LA OBRA

Finalmente, se evalúa que tan satisfechos queda el cliente con el proyecto, resultando dicho ítem “Óptimo”

### 4.3.4 ANÁLISIS Y ARGUMENTACIÓN DEL OBJETIVO 4

#### A) SISTEMA DE SUMINISTRO

Se vuelve evaluar dicho ítem que consiste en: La máxima demanda real, lo cual resulta que el proyecto cubre a 20 años los requisitos energéticos pronosticados. Nivel de tensión: Óptimo dando calidad a la energía a distribuir. Costo de construcción, al tener una variación del 3% califica como bueno, según escala y datos. Tiempo de construcción, resulta en regular por existir extensiones del periodo, solicitados y aceptados por la supervisión, según necesidad de la empresa ejecutora.

#### B) EVOLUCIÓN DEL ÍNDICE DE DESARROLLO HUMANO

Se vuelve a evaluar el tipo de suministro utilizado por la población que pertenece al proyecto, cual resultado “Óptimo” al cubrir la electrificación de las localidades del proyecto. Evaluamos de nuevo, los tipos de vías de acceso, encontrándose un valor de “regular”, el cual indica que, en cuestión vial, aún quedan pendientes proyectos, respecto a ellos y; el índice de desarrollo humano, que demuestra una ligera subida, aún califica como “Malo”. Lo cual destaca que no solamente el proyecto lo elevará considerablemente, sino proyectos complementarios, que tiene ya como partida el suministro de energía eléctrica.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Tras la realización del presente proyecto se procederá a presentar la conclusión general y las conclusiones específicas; tras esto, las recomendaciones.

### CONCLUSIONES

- Para el objetivo general: Se logró realizar desarrollo a través del diseño, instalación y puesta en servicio del proyecto “Sistema de suministro eléctrico en la zona rural del distrito de Huaccana, provincia de Chincheros, departamento de Apurímac para mejorar el índice de desarrollo humano”, con un nivel desempeño general del 75.18% (ver tabla 4.3.1.e), y gráficamente en la figura 4.3.1.e; se tiene un nivel de logro cualitativo “Bueno”, según el nivel de calificación empleado (ver tabla 1.3.3.c); en consecuencia, la elaboración e implantación del proyecto, resultada adecuada para elevar el índice de desarrollo humano en la localidad y ser una vía de desarrollo para la zona del ámbito del proyecto.
- Para el objetivo específico 1: Se logró determinar los requerimientos y análisis del proyecto, dados por la DGER, y se determinó el I.D.H. Esto ameritó el desarrollo del objetivo específico 1, detallado en indicadores y subindicadores, visualizado en tabla n.º del Anexo B. Tras la obtención de la métrica del presente objetivo, del 52.78% (ver tabla n.º 4.3.1.a), calificado como regular y justifica la realización del presente proyecto.
- Para el objetivo específico 2: Se completo, adecuo los estudios y realizo el expediente técnico, bajo la metodología usada en el capítulo II. Dicho objetivo fue separado en indicadores para evaluarlos con métricas parciales e indicador final de evaluación, según lo detalla la figura 4.3.1.b, obteniéndose un nivel de logro del 83%, que califica como Bueno; que demuestra que se logró solucionar parte de la problemática relacionada al objetivo específico 2.
- Para el objetivo específico 3: Se diseño, implemento y se logró la puesta a punto del proyecto, de acuerdo con la normativa vigente, diseñada y sustentando por el capítulo III, dicho objetivo se dividió en subindicadores, para detallar su proceso y consecución de las metas; dicho objetivo alcanzó un nivel de logro del 76% (ver figura 4.3.1.c), lo que lo califica como bueno. El calificativo nos permite inferir la superación de la problemática planteada, respecto a este objetivo.

- Para el objetivo específico 4: Se logró un suministro eléctrico de calidad, tras la puesta a punto del proyecto, asimismo con la instalación del proyecto se logró, mejorar el Índice de desarrollo humano. Para el éxito de este objetivo se procedió a desagregarlo en indicadores y subindicadores, apreciables en la tabla n.º 01 del anexo A. Tras la evaluación, que podemos observar los resultados en la figura 4.3.1.d, se obtiene una métrica del presente objetivo del 74.75%, que, cualitativamente, es un resultado Bueno que verifica que se ha solucionado la problemática en general.

## **RECOMENDACIONES**

- Es recomendable para este tipo de proyectos de calificación rural, la implementación de la metodología de métricas, que cuantifican los procedimientos a seguir.
- Los proyectos de electrificación rural que, en cierta medida permiten mejorar el nivel de vida de los habitantes, en la zona del ámbito del proyecto, adicionalmente deberían implementarse con otros proyectos que conlleven a generar desarrollo integral.
- Incentivar el uso de energía eléctrica renovables para la electrificación rural, como uso alterno, en caso de que técnica y económicamente sea inviable el interconectado.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Espinoza, C. (2011). *Electrificación rural de localidades pequeñas y alejadas, en sistemas MRT, 13.2Kv*. Recuperado de: <https://1library.co/document/zwvl9eqq-sistema-distribucion-primaria-kv-denvacion-kv-electnificacion-casenos.html>.
- Fonseca Sánchez, M.E. (2008). *Determinar el vano máximo para redes aéreas en 22.9kV compartida con red de baja tensión y alumbrado público*. Recuperado de: <https://1library.co/document/zpn8qm0y-determinar-maximo-redes-aereas-compartida-tension-alumbrado-publico.html>.
- Bautista, Juan (2001). *Línea de trasmisión de potencia: Volumen I Aspectos mecánicos y conductores*. Recuperado de: <https://pdfcoffee.com/qdownload/libro-lineas-de-transmision-juan-bautista-rios-2-pdf-free.html>.
- Suarez, Percy (2011). *Diseño de líneas y redes primarias en 22.9kV para la electrificación del distrito de Santa María del Valle – Huánuco*” Recuperado de: <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/914>.
- *Atlas Eólico*. (s. f.). Proyecto NAMAS. Recuperado de [http://mapas.minem.gob.pe/map\\_eolico/](http://mapas.minem.gob.pe/map_eolico/).
- Ministerio de Energía y Minas (2003). *Norma D.G.E “Bases para el diseño de líneas y redes secundarias con conductores autoportantes para electrificación rural”*.
- Ministerio de Energía y Minas (2003). *Norma D.G.E. “Especificaciones técnicas de soportes normalizados para líneas y redes primarias para electrificación rural”*.
- Ministerio de Energía y Minas (2003). *Norma D.G.E. “Especificaciones técnicas de montaje de líneas y redes primarias para electrificación rural”*.
- Ministerio de Energía y Minas (2015). *Norma D.G.E. “Bases para el diseño de líneas y redes primarias para electrificación rural”*.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2005). *Plan de Desarrollo Urbano distrito de Huaccana 2005- 2015*.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (2010). *Mapa de pobreza provincial y distrital 2009 – El enfoque de la pobreza monetaria*.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (2018). *Perú: Crecimiento y distribución de la población total, 2017*.

- Dirección de Arbitraje Administrativo del OSCE (2008). *Reglamento de la ley de contrataciones del Estado*.
- Delgado, J.E. (2018). *Replanteo para la obra: Instalación de Interconexión Eléctrica al SEIN de 24 comunidades comprendidas entre Santa Lucia y la cuenca del rio Cachiyacu en Balsapuerto, provincia de Alto Amazonas – Loreto*.
- Marcacuzco, M.A. (2017). *Análisis del desempeño en tiempo y costo para un proyecto de ampliación e instalación del Sistema Eléctrico Rural, distrito de Huaccana – Chincheros – Apurímac con aplicación del PMBOK”*.
- OSINERGMIN (s.f.). *Historia – La electricidad en el Perú*.
- [1] Instituto Nacional de Estadística e Informática- Censo Nacional 2017: XII de Población y VII de Vivienda.

## ANEXO A

TABLA n.º 01 – PARTE1: INDICADORES Y MÉTRICAS DE OBJETIVOS ESPECÍFICOS  
AL DETALLE

OBJETIVO ESPECÍFICO	INDICADOR DE LOGRO	MÉTRICA	VALORES CUALITATIVOS
X1: Examinar, analizar los requerimientos del proyecto dados por la DIGER, los estudios preliminares y evaluar el índice de desarrollo humano local.	<b>X1.1</b> <b>Requerimientos</b>		
	X1.1.1 Carga de suministro disponible.	<p>X1.1.1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Balance de oferta y demanda garantizado totalmente y además se cuenta con excedentes.</li> <li>- Balance de oferta y demanda garantizado totalmente y además y no se cuenta con excedentes.</li> <li>- Balance de oferta y demanda garantizado parcialmente. (de 10 años a 20 años)</li> <li>- Balance de oferta y demanda garantizando parcialmente (de 5 años a 10 años)</li> <li>-La demanda supera significativamente la oferta.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Óptimo</li> <li>• Bueno</li> <li>• Regular</li> <li>• Pésimo</li> <li>• Muy pésimo</li> </ul>
	X1.1.2 Calificación SER.	<p>X1.1.2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La zona de proyecto califica 100% como SER.</li> <li>- La zona de proyecto califica entre 75% y 100% como SER.</li> <li>- La zona de proyecto califica entre 50% a 75% como SER.</li> <li>- La zona de proyecto califica, 25% a 50% como SER.</li> <li>- La zona del proyecto califica menos de 25% como SER.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Óptimo</li> <li>• Bueno</li> <li>• Regular</li> <li>• Pésimo</li> <li>• Muy pésimo</li> </ul>
X1.1.3 Máxima demanda	<p>X1.1.3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Oferta cubierta a 20 años óptima.</li> <li>- Oferta cubierta de 20 a 15 años</li> <li>- Oferta cubierta a 15 a 10 años</li> <li>- Oferta cubierta de 5 a 10 años</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Óptimo</li> <li>• Bueno</li> <li>• Regular</li> </ul>	

		- Oferta cubierta a menos de 5 años.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pésimo</li> <li>• Muy pésimo</li> </ul>
	X1.1.4 Nivel de tensión a instalar	<p>X1.1.4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nivel de tensión de línea primaria disponible para electrificación rural (&lt; 66kv)</li> <li>- Nivel de tensión de línea primaria no disponible para electrificación rural (&gt; 66Kv).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Óptimo</li> <li>• Muy Pésimo</li> </ul>
	<b>X1.2 Desarrollo humano.</b>		
	X1.2.1 Tipo de sistema de suministro.	<p>X1.2.1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sistema de suministro por red (100%).</li> <li>- Sistema de suministro por red (50%)</li> <li>- Sistema de suministro por RER aislado.</li> <li>- Sistema de suministro por gasolina u otros.</li> <li>- No cuenta con suministro eléctrico de ningún tipo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Óptimo</li> <li>• Bueno</li> <li>• Regular</li> <li>• Pésimo</li> <li>• Muy pésimo</li> </ul>
	X1.2.2 Tipos vías de acceso	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Red vial primaria (unen las principales ciudades).</li> <li>- Red vial secundaria (carreteras troncales)</li> <li>- Red vial terciaria (Caminos rurales, unen aldeas y pequeños asentamientos).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Óptimo.</li> <li>• Regular</li> <li>• Pésimo</li> </ul>
	X1.2.3 Índice de desarrollo humano	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desarrollo humano muy alto (&gt;0.8)</li> <li>- Desarrollo humano alto (de 0.7 a 0.8)</li> <li>- Desarrollo humano medio (de 0.5 a 0.7)</li> <li>- Desarrollo humano bajo (de 0.4 a 0.5)</li> <li>- Desarrollo humano muy bajo (inferior a 0.4).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Óptimo</li> <li>• Bueno</li> <li>• Regular</li> <li>• Pésimo</li> <li>• Muy pésimo</li> </ul>

TABLA n.º 01 – PARTE2: INDICADORES Y MÉTRICAS DE OBJETIVOS ESPECÍFICOS  
AL DETALLE

X2. Elaborar los estudios definitivos y expediente técnico.	X2.1. Especificaciones técnicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cumple con el 100% de los requisitos técnicos solicitados y no cuenta con observaciones -</li> <li>- Cumple con el 75% de los requisitos técnicos solicitados.</li> <li>- Cumple con el 50% de requisitos técnicos solicitados.</li> <li>- Aceptable con muchas observaciones corregidas (Más del 50% de observaciones)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Óptimo</li> <li>• Bueno</li> <li>• Regular</li> <li>• Pésimo</li> </ul>
	X2.2 Simulaciones previas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Simulación responde correctamente, idealmente.</li> <li>- Simulación responde con correcciones de menos del 5%.</li> <li>- Simulación responde con correcciones de menos del 10%</li> <li>- Simulación responde con correcciones de menos del 20%</li> <li>- Simulaciones inaceptables</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Óptimo</li> <li>• Bueno</li> <li>• Regular</li> <li>• Pésimo</li> </ul>
	X2.3. Estudio de Pre Operatividad	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estudios de diseño aceptables.</li> <li>- Estudio de diseño inaceptables.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muy pésimo</li> <li>• Óptimo</li> <li>• Muy pésimo</li> </ul>
	X2.4 Recepción y nivel de calificación del documento (VºBº)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se acepta el documento sin observaciones.</li> <li>- Se acepta el documento con levantamiento de observaciones.</li> <li>- Documento inaceptable.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Óptimo</li> <li>• Bueno</li> <li>• Muy pésimo</li> </ul>

TABLA n.º 01 – PARTE3: INDICADORES Y MÉTRICAS DE OBJETIVOS ESPECÍFICOS  
AL DETALLE

X3. Diseñar e implantar el sistema de suministro eléctrico de acuerdo al contexto.	X3.1. Diseño eléctrico	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalación eléctrica conforme, sin observaciones.</li> <li>- Instalación eléctrica conforme, con levantamiento de observaciones.</li> <li>- Instalación de la parte eléctrica inaceptable.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Óptimo</li> <li>• Bueno</li> <li>• Pésimo</li> </ul>
	X3.2. Diseño mecánico	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalación de la parte mecánica conforme.</li> <li>- Instalación de la parte mecánica con observaciones.</li> <li>- Instalación de la parte mecánica inaceptable</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Óptimo</li> <li>• Regular</li> <li>• Pésimo</li> </ul>
	X3.3 Estudios de operatividad	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estudios aceptados.</li> <li>- Estudios rechazados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Óptimo</li> <li>• Muy pésimo</li> </ul>
	X3.4. Recepción de la obra (VºBº)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se acepta la entrega del proyecto.</li> <li>- Se rechaza la entrega del proyecto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Óptimo</li> </ul>
	X3.5 Supervisión y control de la obra.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sin observaciones.</li> <li>- Con observaciones leves (menos a 10)</li> <li>- Con observaciones moderadas (de 10 a 20)</li> <li>- Con observaciones altas. (de 20 a 30)</li> <li>- Con observaciones muy altas (más de 30)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muy pésimo</li> <li>• Óptimo</li> <li>• Bueno</li> <li>• Regular</li> <li>• Pésimo</li> <li>• Muy pésimo</li> </ul>
	X3.6. Nivel de conformidad de la obra	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conforme</li> <li>- No conforme</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Óptimo</li> <li>• Muy pésimo</li> </ul>

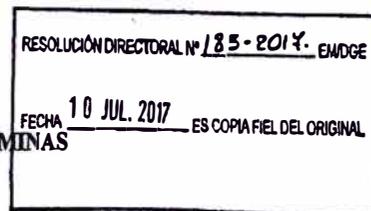
TABLA n.º 01 – PARTE4: INDICADORES Y MÉTRICAS DE OBJETIVOS ESPECÍFICOS  
AL DETALLE

X4. Evaluar el sistema de suministro y la evolución del índice de desarrollo humano local	<b>X4.1. Sistema de Suministro</b>		
	X4.1.1 Máxima demanda real.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Soportada.</li> <li>• No soportada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Óptimo</li> <li>• Muy pésimo</li> </ul>
	X4.1.2 Nivel de tensión real obtenido después de la instalación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dentro del rango solicitado.</li> <li>• Fuera del rango.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Óptimo</li> <li>• Muy pésimo</li> </ul>
	X4.1.3. Costo de construcción	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Costo constante en base del contrato.</li> <li>- Aumento del presupuesto 5% o menos.</li> <li>- Aumento del presupuesto a 5% al 10%</li> <li>- Aumento del presupuesto del 10% a 15%</li> <li>- Aumento del presupuesto más del 15%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Óptimo</li> <li>• Bueno</li> <li>• Regular</li> <li>• Pésimo</li> <li>• Muy pésimo</li> </ul>
	X4.1.4. Tiempo de construcción	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Periodo de construcción de acuerdo al contrato.</li> <li>- Periodo adicional menor a 60 días de construcción, de acuerdo al contrato.</li> <li>- Periodo adicional de 60 a 120 días de construcción, de acuerdo con el contrato.</li> <li>- Periodo adicional de 120 a 180 días de construcción, de acuerdo con el contrato.</li> <li>- Periodo adicional mayor a 180 días de construcción, de acuerdo con el contrato.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Óptimo</li> <li>• Bueno</li> <li>• Regular</li> <li>• Pésimo</li> <li>• Muy pésimo</li> </ul>
	<b>X4.2 Evolución de índice de Desarrollo humano.</b>		

	<p>X4.2.1 Tipo de sistema de suministro</p> <p>X4.2.2 Tipos de vías de acceso</p> <p>X4.2.3 Índice de desarrollo humano</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sistema de suministro por red (100%).</li> <li>- Sistema de suministro por red (50%)</li> <li>- Sistema de suministro por RER aislado.</li> <li>- Sistema de suministro por gasolina u otros.</li> <li>- No cuenta con suministro eléctrico de ningún tipo.</li> <li>- Red vial primaria (unen las principales ciudades).</li> <li>- Red vial secundaria (carreteras troncales)</li> <li>- Red vial terciaria (Caminos rurales, unen aldeas y pequeños asentamientos).</li> <li>- Desarrollo humano muy alto (&gt;0.8)</li> <li>- Desarrollo humano alto (de 0.7 a 0.8)</li> <li>- Desarrollo humano medio (de 0.5 a 0.7)</li> <li>- Desarrollo humano bajo (de 0.4 a 0.5)</li> <li>- Desarrollo humano muy bajo (inferior a 0.4).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Óptimo</li> <li>• Bueno</li> <li>• Regular</li> <li>• Pésimo</li> <li>• Muy pésimo</li> <li>• Óptimo</li> <li>• Bueno</li> <li>• Regular</li> <li>• Óptimo</li> <li>• Bueno</li> <li>• Regular</li> <li>• Pésimo</li> <li>• Muy pésimo</li> </ul>
--	---	--	--



MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS



## Resolución Directoral N° 0183-2017-MEM/DGE

Lima, 10 JUL. 2017

**VISTO:** La solicitud ingresada con Registro N° I-8113-2017 sobre procedimiento para el otorgamiento de calificación como Sistema Eléctrico Rural, presentada por la Dirección General de Electrificación Rural;

**CONSIDERANDO:**

Que, la solicitud presentada de calificación como Sistema Eléctrico Rural, corresponde al proyecto denominado "Ampliación e Instalación del Sistema Eléctrico Rural, distrito de Huaccana-Chincheros-Apurímac", ubicado en el distrito de Huaccana, provincia de Chincheros, departamento de Apurímac, que comprende las localidades de Paylahuantuna 1, Paylahuantuna 2, Manzanayoc, Huamina Baja I, Huamina Baja II, Huamina Central, Ampliación Churco II, Ampliación Vargascucho, Uchcupata, Chacchahua, Llocllapata, Huayuncari, Purísima 1, Purísima 2, Chuparo, Simpe Alta 2, Ampliación Ancahuay, Ampliación Cruzpata Casacancha 1, Ampliación Casacancha 2, Cunyacc 2, Patacorral Yanavilca 1, Patacorral Yanavilca 2, Jaliuyopampa, Salviapampa, Huallhua Alta, Huallhua Baja, Ampliación Lihuapampa 2, Ampliación Chuliaquichka 2, Ampliación Manzanapata, Ampliación Ccantupata 2, Paccoche Bajo 2, Sauri Bajo 2, Ampliación Nueva Esperanza 2, Integración Ccanchi 1, Ampliación Pulcay 3 y Barrio Progresista;



Que, mediante Memo N° 0697-2017/MEM-DGE de fecha 09 de junio de 2017, la Dirección General de Electricidad observa la solicitud indicada en el considerando que antecede, a fin de que la Dirección General de Electrificación Rural cumpla con excluir las localidades de Saucpampa, Cabracancha 2, Tocso Bajo 2 y Gallito de las Rocas, puesto que se superponen con la zona de concesión denominada "Andahuaylas", otorgándole un plazo de diez (10) días hábiles siguientes de notificado el mencionado oficio para su subsanación, de conformidad con el literal a) del numeral 4 del procedimiento para la calificación de los Sistemas Eléctricos Rurales, aprobado mediante Resolución Directoral N° 090-2011-EM-DGE;

Que, mediante Memo N° 0306-2017/MEM-DGER de fecha 22 de junio de 2017, la Dirección General de Electrificación Rural cumple con subsanar la observación efectuada en el citado Memo N° 0697-2017/MEM-DGE;

Que, la Dirección General de Electricidad, luego de haber verificado y evaluado la solicitud presentada, ha emitido el Informe N° 337-2017-MEM/DGE-DCE, concluyendo que el proyecto denominado "Ampliación e Instalación del Sistema Eléctrico Rural, distrito de Huaccana-Chincheros-Apurímac" cumple con los requisitos establecidos en la Ley N° 28749, Ley General de Electrificación Rural, y su Reglamento aprobado mediante Decreto Supremo N° 025-2007-EM, para ser calificado como Sistema Eléctrico Rural;

De conformidad con lo dispuesto en el artículo 11 del Reglamento de la Ley General de Electrificación Rural, aprobado mediante Decreto Supremo N° 025-2007-EM, así como en el Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio de Energía y Minas, aprobado mediante Decreto Supremo N° 031-2007-FM;

**SE RESUELVE:**

**Artículo 1.-** Otorgar la calificación como Sistema Eléctrico Rural al proyecto denominado "Ampliación e Instalación del Sistema Eléctrico Rural, distrito de Huaccana-Chincheros Apurímac", ubicado en el distrito de Huaccana, provincia de Chincheros, departamento de Apurímac, que comprende las localidades de Paylahuantuna 1, Paylahuantuna 2, Manzanayoc, Huamina Baja I, Huamina Baja II, Huamina Central, Ampliación Churco II, Ampliación Vargascucho, Uchcupata, Chacchahua, Llocllapata, Huayuncari, Purísima 1, Purísima 2, Chuparo, Simpe Alta 2, Ampliación Ancahuay, Ampliación Cruzpata Casacancha 1, Ampliación Casacancha 2, Cunyacc 2, Patacorral Yanavilca 1, Patacorral Yanavilca 2, Jalluyopampa, Salviapampa, Huallhua Alta, Huallhua Baja, Ampliación Lihupampa 2, Ampliación Chullaquichka 2, Ampliación Manzanapata, Ampliación Ccantupata 2, Paccoche Bajo 2, Sauri Bajo 2, Ampliación Nueva Esperanza 2, Integración Ccanchi 1, Ampliación Pulcay 3 y Barrio Progresista.

**Artículo 2.-** Desestimar la solicitud de otorgamiento de calificación como SER a las instalaciones ubicadas en las localidades de Gallito de las Rocas, Saucipampa, Cabracancha 2 y Tocco Bajo 2, por encontrarse superpuestas a la zona Andahuaylas, concedida a la empresa Electro Sur Este S.A. mediante Resolución Suprema N° 063-94-EM publicada el 03 de octubre de 1994

**Artículo 3.-** Disponer la notificación de la presente Resolución a la Dirección General de Electrificación Rural.

Regístrese y comuníquese.



Ing. Victor T. Carlos Estrella  
Director General  
Dirección General de Electricidad

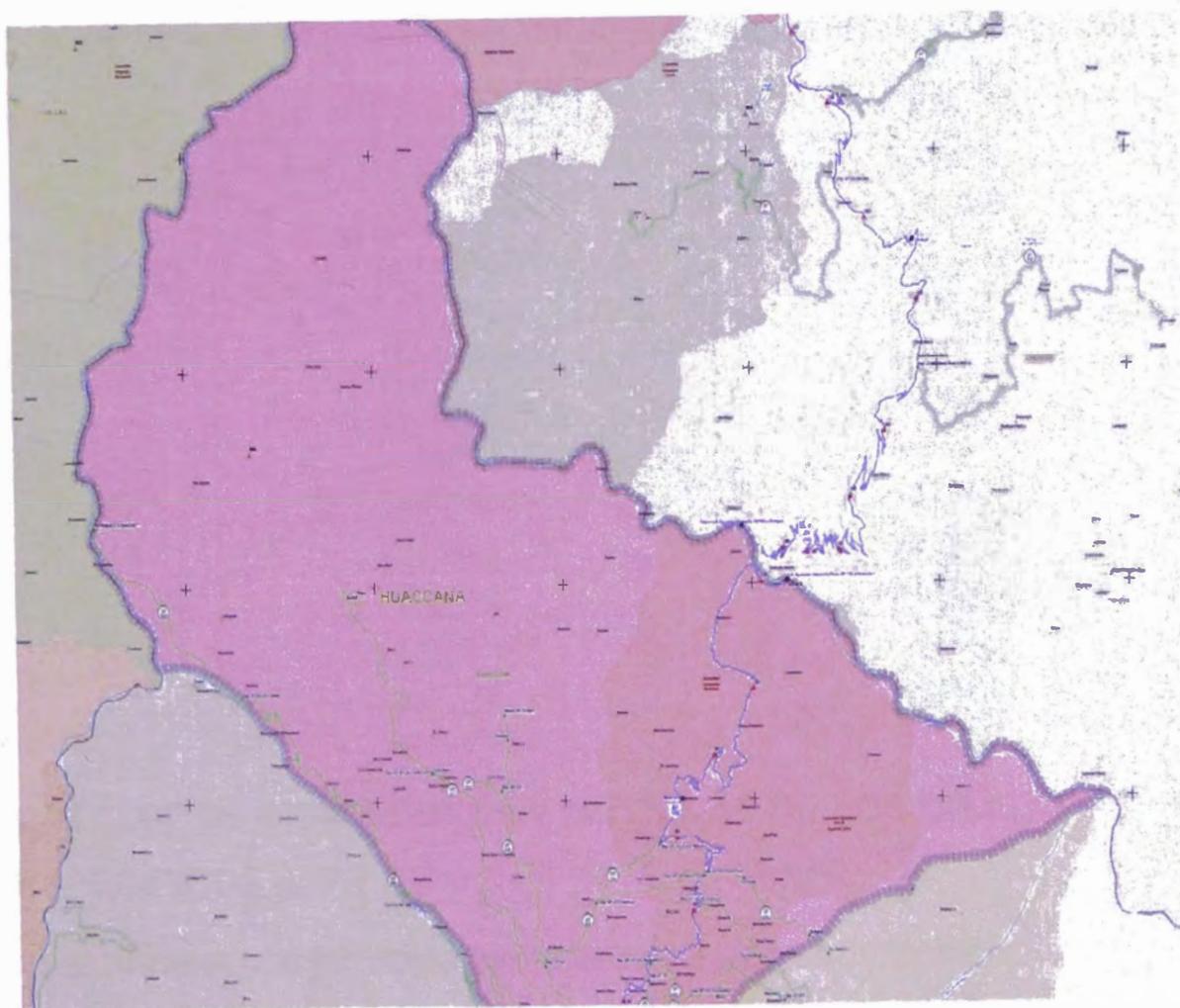


Figura n.º 02: Mapa vial del distrito de Huaccana. (Fuente: Ministerio de transportes y telecomunicaciones)

Tabla n° 02: Índice desarrollo humano -2015 (Fuente: Instituto peruano de Economía IPE)

ÍTEM	DISTRITO	IDH
<b>0</b>	<b>Chincheros</b>	<b>0.3215</b>
1	Chincheros	0.3730
2	Anco-Huallo	0.3482
3	Cocharcas	0.3064
4	Huaccana	0.3283
5	Ocobamba	0.2390
6	Ongoy	0.3035
7	Uranmarca	0.2519
8	Ranracancha	0.2380
9	Rocchacc	0.2444
10	El Porvenir	0.2489
11	Los Chankas	0.2380

## DETALLE DE INDICADORES Y MÉTRICAS DE LOS OBJETIVOS ESPECÍFICOS 2, 3 Y 4.

### X2: ELABORAR LOS ESTUDIOS DEFINITIVOS Y EXPEDIENTE TÉCNICO

#### X2.1. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Se analiza los requerimientos de acuerdo con norma nacionales e internacionales, en la elaboración del expediente técnico, requisito indispensable para la elaboración y aprobación de dicho documento. Dichas especificaciones son garantizadas por el proveedor. Según la documentación de Especificaciones técnicas de Suministro y montaje, las pruebas fueron satisfactorias.

Se le asigna un valor de 87% a esta métrica.

#### X2.2. SIMULACIONES PREVIAS

Las simulaciones previas permiten dar el visto bueno para iniciar las actividades de construcción del proyecto. Tras un estudio previo, se acepta el proyecto tras unas mínimas correcciones en el estudio realizado.

Se asigna el valor de la métrica un 67%.

### **X2.3. ESTUDIO DE PRE – OPERATIVIDAD**

Para el inicio de actividades se da necesita la aprobación de estudio de Pre-Operatividad, el cual es requisito indispensable. Tras las condiciones y documentos solicitados se aprobó dichos estudios.

Se le asigna un valor de 87% a esta métrica.

### **X2.4 RECEPCIÓN Y NIVEL DE CALIFICACIÓN DEL DOCUMENTO (V°B°)**

El Expediente técnico, documento necesario para iniciar el proyecto en mención se aprobó.

Se le asigna un valor de 87% a esta métrica.

Podemos establecer el nivel de medida de la métrica, será evaluada de la siguiente manera:

X2.1. Especificaciones técnicas (Peso: 30%) → Métrica asignada= 87%.

X2.2. Simulaciones previas (Peso: 20%) → Métrica asignada= 67%.

X2.3. Estudio de Pre-Operatividad (Peso: 20%) → Métrica asignada= 87%.

X2.4. Recepción y nivel de calificación del documento (V°B°) (Peso: 30%) → Métrica asignada 87%.

Luego:

$$X2 = 30\% * 87\% + 20\% * 67\% + 20\% * 87\% + 30\% * 87\%$$

$$X2 = 83\%$$

El cual se le asigna un valor cualitativo de "Bueno"

## **X3: DISEÑAR E IMPLANTACIÓN EL SISTEMA DE SUMINISTRO ELÉCTRICO DE ACUERDO CON EL CONTEXTO**

### **X3.1. DISEÑO ELÉCTRICO**

La instalación del Sistema eléctrico fue satisfactoria, levantado observaciones típicas que se presentan.

Se le asigna a esta métrica un valor de 67%.

### **X3.2. DISEÑO MECÁNICO**

La instalación de la parte mecánica para el proyecto fue satisfactoria, presentando observaciones, de los cuales estas fueran levantadas en su respectiva oportunidad.

Se le asigna a esta métrica un valor de 67%.

### **X3.3 ESTUDIOS DE OPERATIVIDAD**

Para la finalización de las obras, se realizan pruebas a punto, para probar que el Sistema satisfaga los requisitos de construcción, transporte de energía y pruebas ante fallos.

Se asigna el valor de esta métrica un 87%.

### **X3.4. RECEPCIÓN DE LA OBRA (V°B°)**

Según documento R.D. n.º 170-2018-EM-DGER (ver documento 4) la obra fue recepcionada.

Se le asigna a esta métrica un valor de 87%.

### **X3.5 SUPERVISIÓN Y CONTROL DE LA OBRA**

En la construcción, instalación y puesta en marcha del presente proyecto se observaron distintas observaciones, los cuales fueron levantados y subsanados de acuerdo con el diseño u óptimo funcionamiento, siendo este alrededor de 20.

Se le asigna a esta métrica el valor de 57%.

### **X3.6 NIVEL DE CONFORMIDAD DE LA OBRA**

Se acepta conforme, tras el levantamiento de diferentes observaciones o pendientes, el proyecto.

Se le asigna a esta métrica un valor de 87%

Podemos establecer el nivel de medida de la métrica, será evaluada de la siguiente manera:

X3.1. Diseño eléctrico (Peso: 20%) → Métrica asignada= 67%.

X3.2. Diseño mecánico (Peso: 20%) → Métrica asignada= 67%.

X3.3. Estudio de Operatividad (Peso: 20%) → Métrica asignada= 87%.

X3.4. Recepción de la obra (Peso: 20%) → Métrica asignada= 87%.

X3.5. Supervisión y control de la obra (Peso: 10%) → Métrica asignada 57%.

X3.6. Nivel de conformidad de la obra (Peso: 10%) → Métrica asignada 87%.

Luego:

$$X3= 20\%*67\%+ 20\%*67\%+20\%*87\%+20\%*87\%+10\%*57\%+ 10\%*87\%$$

$$X3= 76\%$$

El cual se le asigna un valor cualitativo de "Bueno"

#### **X4) EVALUAR EL SISTEMA DE SUMINISTRO Y LA EVOLUCIÓN DEL ÍNDICE DE DESARROLLO HUMANO LOCAL**

##### **X4.1. SISTEMA DE SUMINISTRO**

###### **X4.1.1 MÁXIMA DEMANDA REAL**

La demanda real, solicitada por los abonados de suministro del proyecto y demanda auxiliar, según diseño, y según muestran los primeros días del proyecto en servicio, cubren la demanda, según estudio realizado y lecturas iniciales.

Se le asigna a esta métrica el valor de 87%.

###### **X4.1.2 NIVEL DE TENSIÓN REAL OBTENIDO DESPUÉS DE LA INSTALACIÓN**

Según los estudios de caída de tensión (ver documento 5) los valores se encuentran en los rangos esperados.

Se le asigna a esta métrica el valor de 87%.

###### **X4.1.3. COSTO DE CONSTRUCCIÓN**

Según el presupuesto inicial de S/3 916 353.80, se solicitó un presupuesto adicional de S/ 86 018.90; el cual determina un incremento del 2.2%. (ver documento 6).

Se le asigna a esta métrica el valor de 67%.

###### **X4.1.4. TIEMPO DE CONSTRUCCIÓN**

Según los registros de obra se dieron de plazo adicional para el término de la obra 100 días, justificado en el documento adjunto (ver documento 7).

Se le asigna a esta métrica el valor de 57%

##### **X4.2 EVOLUCIÓN DE ÍNDICE DE DESARROLLO HUMANO.**

###### **X4.2.1. TIPO SISTEMA DE SUMINISTRO**

Tras la instalación del proyecto, se entregó energía eléctrica continua, estable y confiable a los pobladores que se encuentran en el ámbito del proyecto. Por lo tanto, se logra cubrir la

totalidad requerimientos de energía en la zona y el tiempo determinado de entrega del proyecto.

Se asigna el valor de 87% a esta métrica.

#### **X4.2.2 TIPOS VÍAS DE ACCESO**

Los accesos o tipos de vías en la zona del proyecto se han mantenido durante el proyecto tras el proyecto (en los primeros días tras la entrega del proyecto) iguales (no hubo mejoras).

Por lo tanto, se le asigna una métrica igual al iniciar el proyecto del 47%.

#### **X4.2.3 INGRESO PER CÁPITA**

Según el Instituto Peruano de Economía (IPE) para el año 2019 el índice de desarrollo humano tuvo un ligero incremento en el distrito de Huaccana, jurisdicción en el cual se encuentra el proyecto en mención; siendo este del valor de 0.3688 (ver documento 8). Si bien es cierto que hay una ligera mejora, debido a las mejores condiciones de la población, este índice aún no logra destacarse, pero es un comienzo del camino para el desarrollo de la región.

Por tanto, se le asigna una métrica al finalizar el proyecto de 47%.

Podemos establecer el valor de la métrica del objetivo 4, el cual será evaluado de la siguiente manera:

Resumen literal para obtener la métrica por objetivo en forma detallada

#### **X4.1. Sistema de suministro (Peso: 45%)**

X4.1.1. Máxima demanda real (Peso: 20%) → Métrica asignada: 87%.

X4.1.2. Nivel de tensión real obtenida después de la instalación (Peso: 30%) → Métrica asignada 87%.

X4.1.3. Costo de construcción (Peso: 20%) → Métrica asignada 67%.

X4.1.4. Tiempo de construcción (Peso: 30%) → Métrica asignada 57%

#### **X4.2. Evolución del índice de desarrollo humano (Peso: 55%)**

X4.2.1. Tipo sistema de suministro (Peso: 70%) → Métrica asignada 87%

X4.2.2. Tipos de vía de acceso (Peso: 10%) → Métrica asignada 47%

X4.2.3. Ingreso Per Cápita (Peso: 20%) → Métrica asignada 47%.

Luego:

$$X4.1. = 20\%*87\% + 30\%*87\% + 20\%*67\% + 30\%*57\%$$

$$X4.1. = 74.44\%$$

$$X4.2. = 70\%*87\% + 10\%*47\% + 20\%*47\%$$

$$X4.2. = 75\%$$

Luego:

$$X4 = 45\%*74.44\%+55\%*75\%$$

$$X4 = 74.748\%$$

Al cual se le asigna un valor cualitativo de "bueno.



**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

**ACTA DE SUSTENTACIÓN**

Los suscritos, catedráticos de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de la Universidad Nacional de Ingeniería, revisaron el Trabajo de Suficiencia Profesional titulado:

**“DESARROLLO DE UN SISTEMA DE SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA RURAL DEL DISTRITO DE HUACCANA, PROVINCIA DE CHINCHEROS, DEPARTAMENTO DE APURÍMAC PARA MEJORAR EL ÍNDICE DE DESARROLLO HUMANO”.**

Presentado por el Señor Bachiller, **LUIS ALFREDO VILLANUEVA VILCA**, egresado de la Promoción **2014-1**.

Oída la sustentación del Trabajo de Suficiencia Profesional, absueltas las consultas directas y complementarias sobre el tema y habiendo el graduando cumplido con los requisitos exigidos, convinieron en **Aprobarlo** con **NOTA (15)** y acordaron elevar el expediente de sustentación al Consejo de Facultad a fin de que se recomiende al Consejo Universitario de esta Universidad se le otorgue el Título Profesional de **INGENIERO ELECTRICISTA**, en mérito al cual, suscribieron para constancia el correspondiente Libro de Títulos Profesionales N° 06, Folio **000258** con fecha Lima, **miércoles 28 de junio de 2023**.

DR. ING. DINAU VELAZCO LORENZO  
ASESOR

DR. ING. MODESTO TOMAS PALMA GARCÍA  
DELEGADO ESPECIALISTA

DR. ING. FÉLIX VÍCTOR CÁCERES CÁRDENAS  
PRESIDENTE DEL JURADO

## Anexo 2

# Autorización para la publicación en Acceso Abierto en el Repositorio institucional de la UNI

---

### Datos del autor

Nombre y Apellidos: LUIS ALFREDO VILLANUEVA VILCA.

DNI / Carné de extranjería / Pasaporte No: 41022401.

Correo electrónico: [lvillanuevav@uni.pe](mailto:lvillanuevav@uni.pe), [lvillanueva@senati.pe](mailto:lvillanueva@senati.pe),

[luisycia21@hotmail.com](mailto:luisycia21@hotmail.com), [luisycia21@gmail.com](mailto:luisycia21@gmail.com).

Teléfono: 983682394

---

### Datos del documento:

Modalidad de sustentación:

- Tesis
- Trabajo de suficiencia profesional
- Tesina

X

Nombre del grado o título.

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO ELECTRICISTA.

*Ejm para obtener el grado de bachiller en ciencias con mención en física*

Nombre del documento:

DESARROLLO DE UN SISTEMA DE SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA RURAL DEL DISTRITO DE HUACCANA, PROVINCIA DE CHINCHEROS, DEPARTAMENTO DE APURÍMAC PARA MEJORAR EL ÍNDICE DE DESARROLLO HUMANO

Asesor(es):

Dr. Ing. Dinau Velazco Lorenzo

Facultad:

Ingeniería eléctrica y electrónica

Declaración:

Con la presentación de este documento, el (la) autor (a) confirman la originalidad de la obra y que el contenido redactado es producto de su trabajo. Asimismo, garantiza ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual. También, acepta que los contenidos entregados se pueden leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna para su posterior registro en el Repositorio Institucional -UNI.

Por lo tanto, Autorizo a la Universidad Nacional de Ingeniería a publicar la obra en el Repositorio Institucional de la UNI avalado por la Ley N° 30035 que regula el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, su Reglamento (DS N° 006-2015-PCM), así como sus modificatorias, sustitutorias y conexas con el propósito de conservar, preservar y dar acceso abierto a estos recursos.

En consecuencia, la Universidad Nacional de Ingeniería tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna en los medios, canales y plataformas que la Universidad, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los contenidos, e incluirlos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover la investigación y el trabajo colaborativo.

Autorizo que el documento sea puesto a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Firma: \_\_\_\_\_



Nombre: LUIS ALFREDO VILLANUEVA VILCA

DNI / Carné de extranjería / Pasaporte N°: 41022401

Domicilio: Jr. San Isidro 348, Urb. San Carlos – Comas - Lima

03/10/ 2023

Fecha

## Anexo 3

### Hoja de Metadatos complementarios

<b>Datos de autor</b>	
Nombres y Apellidos	Luis Alfredo Villanueva Vilca
DNI o Pasaporte	41022401
ORCID	0009-0006-3563-6748
<b>Datos de asesor</b>	
Nombres y Apellidos	Dinau Velazco Lorenzo
DNI o pasaporte	08296617
ORCID	0000-0003-4363-6204
<b>Presidente del jurado 1</b>	
Nombres y Apellidos	Félix Víctor Cáceres Cárdenas
DNI	09259403
<b>Miembro del Jurado 2</b>	
Nombres y Apellidos	Modesto Tomas Palma García
DNI	06863348
<b>Miembro del Jurado 3</b>	
Nombres y Apellidos	Dinau Velazco Lorenzo
DNI	08296617

<b>Datos de investigación</b>	
Línea de investigación	Electrificación rural
Grupo de investigación	—
Agencia financiadora	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	Huaccana, Chincheros, Apurímac
Año o rango de años en que se realizó la investigación	2015 - 2023
URL de disciplinas OCDE	Ingeniería eléctrica, Ingeniería electrónica <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.02.01">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.02.01</a>



1876

# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica

Oficina de Grados y Títulos

## CONSTANCIA DE AUTENTICIDAD

A quien concierne:

De conformidad con la Resolución Rectoral N° 1829 emitida el 27 de noviembre 2017, el suscrito **M.Sc. Ing. Julio Teodosio Díaz Aliaga** en calidad de Presidente de la Comisión de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de la Universidad Nacional de Ingeniería, **CERTIFICA LA AUTENTICIDAD POR LA MODALIDAD DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**, verificado por el **M.Sc. Ing. Cesar Augusto Atalaya Pisco** y presentado por:

BACHILLER: **LUIS ALFREDO VILLANUEVA VILCA**  
TEMA: **“DESARROLLO DE UN SISTEMA DE SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA RURAL DEL DISTRITO DE HUACCANA, PROVINCIA DE CHINCHEROS, DEPARTAMENTO DE APURÍMAC PARA MEJORAR EL ÍNDICE DE DESARROLLO HUMANO”.**  
ESPECIALIDAD: **INGENIERÍA ELÉCTRICA.**

SOFTWARE DETECTOR DE PLAGIO: **TURNITIN**

### REPORTE DE SIMILITUD

NOMBRE DEL TRABAJO : TSP-VILLANUEVA VILCA-L1 rev07  
AUTOR : VILLANUEVA VILCA V07  
RECUENTO DE PALABRAS : 32639 Words      RECUENTO DE CARACTERES: 167692 Characters  
RECUENTO DE PÁGINAS : 216 Pages      TAMAÑO DEL ARCHIVO : 9.5MB  
FECHA DE ENTREGA : Jun 13, 2023 11:26 AM GMT-5  
FECHA DEL INFORME : Jun 13, 2023 11:28 AM GMT-5  
SIMILITUD GENERAL : 8%  
EXCLUIR DEL REPORTE DE SIMILITUD: Base de datos de trabajos entregados  
Coincidencia baja (menos de 10 palabras)

Se extiende la presente constancia, para los fines pertinentes.

Lima, 15 de junio del 2023

**M.Sc. Ing. Julio Teodosio Díaz Aliaga**  
Presidente de la Comisión de  
Grados y Títulos

JTDA/SRMP

Av. Túpac Amaru 210, Rímac, Apartado Postal 1301

Central Telefónica: (511) 481-1070 Anexo: 4819 - Teléfono: (511) 481-3697

Email: [titulacionfiec@uni.edu.pe](mailto:titulacionfiec@uni.edu.pe)

VISITE NUESTRA PAGINA WEB: <http://fiec.uni.edu.pe>

NOMBRE DEL TRABAJO

**TSP-VILLANUEVA VILCA-L1 rev07**

AUTOR

**VILLANUEVA VILCA V07**

RECUENTO DE PALABRAS

**32639 Words**

RECUENTO DE CARACTERES

**167692 Characters**

RECUENTO DE PÁGINAS

**216 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**9.5MB**

FECHA DE ENTREGA

**Jun 13, 2023 11:26 AM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Jun 13, 2023 11:28 AM GMT-5**

● **8% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base c

- 7% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 6% Base de datos de trabajos entregados
- 2% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossr

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica**  
**Oficina de Grados y Títulos**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

**FORMATO A**

**SOLICITO: TÍTULO PROFESIONAL**

**SEÑOR DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**

S. D.

Yo, **LUIS ALFREDO VILLANUEVA VILCA**, Bachiller de la Facultad de su digno despacho, con Código UNI N° **20042064-A**, egresado de la Promoción **2014-1**, de la Especialidad de **Ingeniería Eléctrica**, ante usted con el debido respeto me presento y expongo:

Que deseando optar el Título Profesional de **Ingeniero Electricista** con el Trabajo de Suficiencia Profesional titulado: **“DESARROLLO DE UN SISTEMA DE SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA RURAL DEL DISTRITO DE HUACCANA, PROVINCIA DE CHINCHEROS, DEPARTAMENTO DE APURÍMAC PARA MEJORAR EL ÍNDICE DE DESARROLLO HUMANO”**. Solicito a usted Señor Decano, se sirva tramitar a quien corresponda la aprobación de dicho trabajo y me permita la sustentación del mismo ante el Jurado que tenga a bien designarme.

Agradeceré a usted Señor Decano, acceder a mi solicitud por ser de justicia.

Lima, 26 de junio de 2023

Dirección: **Jr. San Isidro N° 348-Urb. San Carlos**  
**Distrito Comas - Lima**

Teléfono: **983-682394**

Firma  
**DNI 41022401**

**ADJUNTO LOS SIGUIENTES DOCUMENTOS:**

Solicitud  
Constancia de Autenticidad  
Copia de la Constancia de la Primera Matricula  
Copia de la Constancia de Egresado  
Constancia de no tener Medidas Disciplinarias  
Copia del Título de Bachiller  
Copia de DNI  
Volumen del Proyecto (original)  
Fotografía - pasaporte  
Recibos de Pago

El presente Trabajo de Suficiencia Profesional ha sido revisado y está apto para ser sustentado.

.....  
**DR. ING. DINAU VELAZCO LORENZO**  
**PROFESOR ASESOR**