

**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**PROGRAMA DE ESTUDIOS DE**  
**INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA**



**Utilización de software para diseño de redes en MT y BT para  
electrificar cinco localidades en el distrito de Acoria – Huancavelica  
2021**

**Tesis para obtener el Título Profesional de  
Ingeniero Mecánico Electricista**

**Autores:**

**Bermúdez de la Cruz, Jhoshe Luis**

**Iparraguirre Laguna, Josué Pedro**

**Asesor – Código ORCID**

**Alva Julca, Ruber**

**Código 0000-0002-6206-278X**

**CHIMBOTE – PERÚ**

**2021**

## **Palabras claves**

---

Tema	Software en diseño de redes
Especialidad	Ingeniería Mecánica Eléctrica

---

## **Keywords**

---

Theme	Network design software
Specialty	Electric mechanic engineering

---

## **Línea de Investigación**

---

<b>Línea de investigación</b>	Sector Energía
<b>Área</b>	Ingeniería, Tecnología
<b>Sub-área</b>	Ingeniería eléctrica, eléctrica e informática
<b>Disciplina</b>	Ingeniería eléctrica y electrónica

---

**Título:**

Utilización de Software para diseño de redes en MT y BT para Electrificar Cinco Localidades en el Distrito de Acoria - Huancavelica 2021.

## **Resumen**

El objetivo general de este estudio fue aplicar softwares para diseñar redes de media y baja tensión para alimentar cinco localidades que se encuentran en el distrito de Acoria-Huancavelica.

Este estudio fue de dos tipos, descriptiva y aplicada, la muestra estuvo constituida por las Redes en media y baja tensión de las localidades de Accobado, Barrio Jorongo, Suyturrumi baja, Tankarpata y Villa Nueva, las técnicas que se usaron fueron la observación en campo y el diseño de las redes de distribución en media y baja tensión. Los instrumentos utilizados fueron las fotografías, estación total y el GPS para la georreferenciación para los trabajos realizados en campo y para los trabajos de oficina se utilizaron los Software de ingeniería Red Cad, AutoCAD, Topomagic, Red Lin, con los cuales hemos realizado los diseños de las redes de distribución en media tensión y baja tensión.

Los resultados obtenidos han sido que el diseño de las redes y líneas primarias y redes secundarias para las cinco localidades del centro poblado de Chaynapampa, distrito de Acoria, se ha desarrollado de manera óptima gracias al uso de softwares de diseño tales como Red Cad, Red Lin, y Topomagic, haciendo que la elaboración de las redes sea más eficiente ya que se realizaron en menos tiempo y asegurando la calidad del diseño, valiéndonos de los cálculos eléctricos , mecánicos e incluso planilla de todas las estructuras que podemos reportar de los softwares para la dimensión de los equipos y materiales , y también para la elaboración de metrado y presupuesto, cuyo monto fue de 896.094,68 nuevos soles

## **Abstract**

The general objective of this study was to apply software to design medium and low voltage networks to feed five localities that are located in the district of Acoria-Huancavelica.

This study was of two types, descriptive and applicative, the sample consisted of medium and low voltage networks in the towns of Accobado, Barrio Jorongo, Suyturrumi Baja, Tankarpata and Villa Nueva, the techniques used were field observation and the design of medium and low voltage distribution networks. The instruments used were the photographs, total station and GPS for georeferencing for the work carried out in the field and for the office work the Red Cad, AutoCAD, Topomagic, Red Lin engineering software were used, with which we have made the designs. of medium voltage and low voltage distribution networks.

The results obtained have been that the design of the networks and primary lines and secondary networks for the five localities of the town center of Chaynapampa, district of Acoria, has been optimally developed thanks to the use of design software such as Red Cad, Red Lin, and Topomagic, making the elaboration of the networks more efficient since they were carried out in less time and ensuring the quality of the design, using electrical and mechanical calculations and even a spreadsheet of all the structures that we can report from the software for the dimension of the equipment and materials, and also for the preparation of metering and budget, whose amount was 896,094.68 nuevos soles

## INDICE

PALABRAS CLAVE.....	i
Título.....	ii
Resumen.....	iii
Abstract.....	iv
I. Introducción.....	1
II. Metodología .....	104
III. Resultados.....	105
IV. Análisis y discusión.....	189
V. Conclusiones.....	194
VI. Recomendaciones.....	198
VII. Agradecimiento.....	199
VIII. Referencias bibliográficas.....	200
IX. Anexos y apéndice.....	203

## **Listado de Tablas**

Tabla 1. Localidades Beneficiadas	9
Tabla 2. Población y número de viviendas beneficiadas	9
Tabla 3. Potencia nominal de transformadores	30
Tabla 4. Calificación Eléctrica Servicio Particular	33
Tabla 5. Calificación Eléctrica Cargas Especiales	34
Tabla 6. Lámparas De Alumbrado Público	35
Tabla 7. Características de los postes de madera	45
Tabla 8. Características de cable de Acero de Grado Siemens Martin	45
Tabla 9. Características Eléctricas del Sistema	50
Tabla 10. Resistencias por transformadores	59
Tabla 11. Ejemplo de datos de resistividad tomados en campo	60
Tabla 12. Cobertura estimada por electrodos:	64
Tabla 13. Nivel de aislamiento requerido	72
Tabla 14. Niveles de Contaminación	72
Tabla 15. Estructuras de Soporte	92
Tabla 16. Características de espiga de rectas	98
Tabla 17. Conceptualización y operacionalización de las Variables	102
Tabla 18. Técnicas e instrumentos de investigación	104
Tabla 19. Sector Típico y Factor KALP	110
Tabla 20. NHMAP (horas/mes)	111
Tabla 21. Parámetros de Conductores y Factores de Caída de Tensión	161

Tabla 22. Parámetros de Conductores y Factores de Caída de Tensión (continuación)	161
Tabla 23. Relación de Tramos de Línea Primaria)	161
Tabla 24. Caída de Tensión Porcentual	162
Tabla 25. Relación de Tramos de redes Primarias	162



## **Lista de Figuras**

Figura 1. Localización del Departamento de Huancavelica	7
Figura 2. Localización de la Provincia de Huancavelica	8
Figura 3. Localización del Distrito de Acoria	8
Figura 4. Diseño sobre ortofotos 1	11
Figura 5. Múltiples Puntos de Diseño	11
Figura 6. Diseño sobre Ortofotos 2	13
Figura 7. Ver en planeta 3D	13
Figura 8. Captura de ortofotos	15
Figura 9. Perfil topográfico desde geo servidor	15
Figura 10. Curvas de nivel desde geo servidor	16
Figura 11. Importe las poligonales de las rutas trazadas en el Google Earth	16
Figura 12. Importe las poligonales de las rutas trazadas en un GPS	17
Figura 13. Historial de dibujos	19
Figura 14. Comparación de Xref	19
Figura 15. Paleta de bloques	20
Figura 16. Medición rápida	20
Figura 17. Conectividad de almacenamiento en la nube	20
Figura 18. AutoCAD: en cualquier momento y en todo lugar	21
Figura 19. Nuevas funciones de Global Mapper v.22	24
Figura 20. Sistemas de Distribución	26
Figura 21. Tableros de distribución	31
Figura 22. Diagrama unifilar de tablero de distribución	32

Figura 23. Resistencia del conductor	39
Figura 24. Reactancia Inductiva	39
Figura 25. Datos Climatológicos del SENAMHI en la Zona del Proyecto	41
Figura 26. Hipótesis de Estado	42
Figura 27. Disposición de electrodos del método Wenner	60
Figura 28. Curva a x p(a)	61
Figura 29. Obtención de coeficiente de puesta a tierra (k) y profundidad (h) - 1	61
Figura 30. Obtención de coeficiente de puesta a tierra (k) y profundidad (h) - 2	61
Figura 31. Cuadro Comparativo del Costo de Instalación entre un PAT sin aditivo y su equivalente con aditivo	65
Figura 32. Factores de corrección	71
Figura 33. Curva TOV Típica Para Pararrayos	79
Figura 34. Características de protección del descargador de distribución	81
Figura 35. Datos Climatológicos del SENAMHI en la Zona del Proyecto	82
Figura 36. Características de los conductores	83
Figura 37. Resumen de las Hipótesis de estado	85
Figura 38. Características de Espigas Rectas	96
Figura 39. amortiguador tipo Stockbridge	99
Figura 40. frecuencias resonantes y modos de vibrar de los Amortiguadores Stockbridges	100
Figura 41. Cuadro de cargas de la localidad de Tankarpata	107
Figura 42. Cuadro de cargas de la localidad de Suyturrumi Bajo y Villanueva	107
Figura 43. Cuadro de cargas de las localidades Barrio Jorongo y Accobado SE01	109
Figura 44. Cuadro de cargas de las localidades Barrio Jorongo y Accobado SE02	109

Figura 45. Resultados del Número de Puntos de Iluminación	111
Figura 46. Caída de Tensión y Perdidas de energía, Localidad Tankarpata	113
Figura 47. Caída de Tensión y Perdidas de energía, Localidad SUYTURRUMI BAJO Y VILLANUEVA	114
Figura 48. Caída de Tensión y Perdidas de energía, Localidad BARRIO JORONGO Y ACCOBADO SE01	115
Figura 49. Caída de Tensión y Perdidas de energía, Localidad BARRIO JORONGO Y ACCOBADO SE02	116
Figura 50. Datos previos para calculo mecánico de conductores autoportantes EDS 15%	117
Figura 51. cálculo mecánico de conductores autoportantes 1x16/25 EDS – 15%	117
Figura 52. cálculo mecánico de conductores autoportantes 1x16+16/25 EDS–15%	118
Figura 53. Datos previos para cálculo mecánico de conductores Autoportantes EDS 7%	118
Figura 54. Cálculo mecánico de conductores autoportantes 1x16/25 EDS – 7%	119
Figura 55. cálculo mecánico de conductores autoportantes 1x16+16/25 EDS – 7%	119
Figura 56. Datos Previos para el cálculo mecánico de estructuras 8m/c7, 1x16/25, EDS 15%	120
Figura 57. Calculo mecánico de Poste de Madera 8m / C7, 1x16/25, EDS = 15%	120

Figura 58. Calculo mecánico de Poste de Madera 8m / C7, 1x16/25, EDS = 15%, continuación 1	121
Figura 59. Calculo mecánico de Poste de Madera 8m / C7, 1x16/25, EDS = 15%, continuación 2	122
Figura 60. Datos Previos para cálculo mecánico de estructuras. 8m/C7, 1x16+16/25, EDS 15%	122
Figura 61. Calculo mecánico de Poste de Madera 8m/C7, 1x16+16/25, EDS=15%	123
Figura 62. Calculo mecánico de Poste de Madera 8m / C7, 1x16+16/25, EDS = 15%, continuación	124
Figura 63. Datos Previos para el cálculo mecánico de estructuras 8m/C7, E3, EDS 15%	125
Figura 64. Calculo mecánico Poste de Madera 8m / C7, E3, EDS = 15%	125
Figura 65. Datos Previos para el cálculo mecánico de estructuras 8m/C7, 1x16/25, EDS 7%	126
Figura 66. Calculo mecánico de Poste de Madera 8 m / C7, 1x16/25, EDS = 7	126
Figura 67. Calculo mecánico de Poste de Madera 8 m / C7, 1x16/25, EDS = 7%, continuación 1	127
Figura 68. Calculo mecánico de Poste de Madera 8 m / C7, 1x16/25, EDS = 7%, continuación 2	128
Figura 69. Datos Previos para cálculo mecánico de estructuras. 8m/c7, 1x16+16/25, EDS 7%	128
Figura 70. Calculo mecánico de Poste de Madera 8 m/C7, 1x16+16/25, EDS=7%	129

Figura 71. Calculo mecánico de Poste de Madera 8 m / C7, 1x16+16/25, EDS = 7%, continuación	130
Figura 72. Datos Previos para el cálculo mecánico de estructuras, 8m/c7, E3, EDS = 7%	131
Figura 73. Calculo mecánico de Poste de Madera 8m/C7, E3, EDS=7%	131
Figura 74. Prestaciones Mecánicas, ESTRUCTURA E1, EDS=15%	132
Figura 75. Prestaciones Mecánicas, ESTRUCTURA E3, EDS=15 %	132
Figura 76. Prestaciones Mecánicas, ESTRUCTURA E1, EDS=7 %	133
Figura 77. Prestaciones Mecánicas, ESTRUCTURA E3, EDS=7%	133
Figura 78. Distancias de Seguridad – Redes Secundarias	134
Figura 79. Características de Postes de Madera 8 m/C7	134
Figura 80. Vanos Resultantes por Conductor–EDS 15%	134
Figura 81. Vanos Resultantes por Conductor – EDS 7%	135
Figura 82. Datos Previos para cálculo mecánico de estructuras, 11m/c6, 1x16/25, EDS15%	136
Figura 83. Cálculo mecánico de Poste de Madera 11 m/C6, 1x16/25, EDS=15%	136
Figura 84. Cálculo mecánico de Poste de Madera 11 m / C6, 1x16/25, EDS = 15%, continuación 1	137
Figura 85. Cálculo mecánico de Poste de Madera 11 m / C6, 1x16/25, EDS = 15%, continuación 2	138
Figura 86. Datos Previos para para cálculo mecánico de estructuras, 11m/c6, 1x16+16/25, EDS 15%	138

Figura 87. Calculo mecánico de Poste de Madera 11 m/C6, 1x16+16/25, EDS=15%	139
Figura 88. Calculo mecánico de Poste de Madera 11 m/C6, 1x16+16/25, EDS=15%	140
Figura 89. Datos Previos para cálculo mecánico de estructuras, 11m/c6, E3, EDS = 15%	141
Figura 90. Cálculo mecánico de Poste de Madera 11 m/C6, E3, EDS = 15%	141
Figura 91. Datos Previos para cálculo mecánico de estructuras. 11m/c6, 1x16/25, EDS 7%.	142
Figura 92. Cálculo mecánico de Poste de Madera 11 m/C6, 1x16/25, EDS=7%	142
Figura 93. Cálculo mecánico de Poste de Madera 11 m / C6, 1x16/25, EDS = 7%, continuación 1	143
Figura 94. Cálculo mecánico de Poste de Madera 11 m / C6, 1x16/25, EDS = 7%, continuación 2	144
Figura 95. Datos Previos para cálculo mecánico de estructuras. 11m/c6, 1x16+16/25, EDS 7%	144
Figura 96. Calculo mecánico de Poste de Madera 11 m/C6, 1x16+16/25, EDS=7%	145
Figura 97. Calculo mecánico de Poste de Madera 11 m / C6, 1x16+16/25, EDS = 7%, continuación	146
Figura 98. Datos Previos para para cálculo mecánico de estructuras. 11m/c6, E3, EDS 7%	147
Figura 99. Calculo mecánico de Poste de Madera 11 m / C6, E3, EDS = 7%	147

Figura 100. Prestaciones Mecánicas, Poste 11/C6, ESTRUCTURA E1, EDS=15%	148
Figura 101. Prestaciones Mecánicas, Poste 11/C6, ESTRUCTURA E3, EDS=15%	148
Figura 102. Prestaciones Mecánicas, Poste 11/C6, ESTRUCTURA E1, EDS=7%	149
Figura 103. Prestaciones Mecánicas, Poste 11/C6, ESTRUCTURA E3, EDS=7%	149
Figura 104. Distancias de Seguridad – Redes Secundarias	150
Figura 105. Características de Postes de Madera 11 m/C6	150
Figura 106. Vanos Resultantes por Conductor–EDS 15%	151
Figura 107. Vanos Resultantes por Conductor–EDS 7%	151
Figura 108. Detalle de cimentación de postes de Madera para redes secundarias (Baja Tensión)	152
Figura 109. Retenida inclinada para redes secundarias	153
Figura 110. Retenida vertical para redes secundarias	155
Figura 111. Detalle de Excavación de Retenida Inclinada	156
Figura 112. Dimensiones de Excavación de Retenida inclinada para los tipos de terreno I y II	156
Figura 113. Dimensiones de Excavación de Retenida Vertical para los tipos de terreno I y II	156
Figura 114. Cálculo de Cimentación Para las Retenidas	156
Figura 115. Reducción de la corriente de cortocircuito de choque vs R/X	158

Figura 116. Tabla (b) “n” miembro de CA	159
Figura 117. Figura N° 2b: Tabla (a) “m” Miembro de CC	159
Figura 118. Densidad de corriente de cortocircuito Calendario Transitorio de Conductores de Aluminio Durante un Cortocircuito	160
Figura 119. Relación de Transformadores de Redes Primarias	163
Figura 120. Selección de Puesta a Tierra en Línea Primaria	165
Figura 121. Selección de Puesta a Tierra en Subestaciones de Distribución	165
Figura 122. Resultados de selección de aisladores TIPO PIN CLASE ANSI 56-3 para Sistema 22,9/13,2 kV	166
Figura 123. Resultados de selección de aisladores TIPO PIN CLASE ANSI 56-4 para Sistema 22,9/13,2 kV	167
Figura 124. Características de los Aisladores Tipo Pin (Norma ANSI C29.6)	168
Figura 125. Características de los Aisladores Suspensión (Norma ANSI C29.6)	168
Figura 126. Resultados de selección de pararrayos para Sistema 22,9/13,2 kV	169
Figura 127. Resultados de cálculo mecánico de conductores de 35 mm <sup>2</sup> AAAC EDS 15%	170
Figura 128. Resultados de cálculo mecánico de conductores de 35 mm <sup>2</sup> AAAC – EDS 15%, continuación 1	171
Figura 129. Resultados de cálculo mecánico de conductores de 35 mm <sup>2</sup> AAAC – EDS 15%, continuación 2	172
Figura 130. Resultados de cálculo mecánico de conductores de 35 mm <sup>2</sup> AAAC – EDS 15%, continuación 3	173
Figura 131. Resultados de cálculo mecánico de estructuras de madera PS1-0/PA1-0 para línea de distribución 1Ø-MRT	174



Figura 132. Resultados de cálculo mecánico de estructuras de madera PS1-0/PA1-0 para línea de distribución 1Ø-MRT. Continuación	175
Figura 133. Resultados de cálculo mecánico de estructuras de madera PA2-0 para línea de distribución 1Ø-MRT	176
Figura 134. Resultados de cálculo mecánico de estructuras de madera PA2-0 para línea de distribución 1Ø-MRT, continuación	177
Figura 135. Resultados de cálculo mecánico de estructuras de madera PA3-0 para línea de distribución 1Ø-MRT	178
Figura 136. Resultados de cálculo mecánico de estructuras de madera PR3-0 para línea de distribución 1Ø-MRT	179
Figura 137. Retenida inclinada de redes primarias	183
Figura 138. Retenida vertical de redes primarias	185
Figura 139. Resultados de cálculo de Amortiguadores	186
Figura 140. Detalle de Cimentación de Postes de Madera de Redes y Líneas	187
Figura 141. Detalle de Cimentación de Postes de Madera de Redes y Líneas	188
Figura 142. Parámetros generales	203
Figura 143. Importación de los parámetros generales	203
Figura 144. Cuadro de estructuras	204
Figura 145. Importación del cuadro de estructuras	204
Figura 146. Base de datos	204
Figura 147. Importación de catastro DXF	205
Figura 148. Cargar plano catastral desde DXF	205
Figura 149. Vista de diseño	206
Figura 150. Vista de auto diseño	206
Figura 151. Vista herramientas	206

Figura 152. Vista de capas	206
Figura 153. Agregar punto de derivación	207
Figura 154. seleccionar transformador	207
Figura 155. Distribución de los tramos de estructuras	208
Figura 156. Activar la sub estación	208
Figura 157. Definir armado principal	209
Figura 158. Definir armado auxiliar	209
Figura 159. Definir tipo de soporte	210
Figura 160. Salida con vano flojo para el L7	210
Figura 161. Salida con vano flojo para el L13	211
Figura 162. Distribución de armado para los L1, L, L3 Y L4	211
Figura 163. Armados de alineamiento, derivación y fin de línea	212
Figura 164. Armados de alineamiento, anclaje y fin de línea	212
Figura 165. Distribución de acometidas cortas, largas, puestas a tierra, luminarias y poste de madera	213
Figura 166. Distribución de acometidas cortas, largas, puestas a tierra, luminarias y poste de madera	213
Figura 167. Selección de conductor	214
Figura 168. Conductor de baja tensión	214
Figura 169. Conductor de baja tensión	215
Figura 170. Poste compartido de media tensión	215
Figura 171. Distribución de estructuras, retenidas, acometidas, PAT y luminarias	216
Figura 172. Distribución de estructuras, retenidas, acometidas, PAT y luminarias	216

Figura 173. Enumeración de conductores	217
Figura 174. Enumeración de conductores	217
Figura 175. Enumeración de conductores	218
Figura 176. Enumeración de conductores	218
Figura 177. Enumeración de conductores	219
Figura 178. Selección de cargas especiales	219
Figura 179. Resultado de caída de tensión	220
Figura 180. Cuadro de resumen	220
Figura 181. Línea de derivación de media tensión hacia Barrio Jorongo	221
Figura 182. Selección de armado principal, auxiliar y soporte	221
Figura 183. Distribución de armados con vanos flojos	222
Figura 184. Selección de acometidas, retenidas y puesta a tierra	222
Figura 185. Activación de capa de conductor RS	223
Figura 186. Activación de capa de conductor RS – 1	223
Figura 187. Activación de capa de conductor RS – 2	224
Figura 188. Activación de capa de conductor RS – 3	224
Figura 189. Activación de capa de conductor RS – 4	225
Figura 190. selección del tipo de estructura y soporte	225
Figura 191. Robot supervisor de diseño	226
Figura 192. Observaciones del robot supervisor	226
Figura 193. Vista herramientas ver en planeta	227
Figura 194. Lotes en Google Earth	227
Figura 195. Earth Cuadro de resumen	228

Figura 196. Importar el plano DXF Tankarpata	228
Figura 197. Distribución de estructuras y datos del transformador	229
Figura 198. Distribución de armado fin de línea	229
Figura 199. Distribución de armado fin de línea	230
Figura 200. Armado de punto de diseño	230
Figura 201. Cuadro de resumen	231
Figura 202. Activación de caída de tensión	231
Figura 203. Cuadro de resumen	232
Figura 204. Reportes de planos en AutoCAD	232
Figura 205. Reportes de planillas en Excel	233
Figura 206. Distribución de los armados con vano máximo de 70 metros	233
Figura 207. Selección el tipo de armados, soportes, retenidas, acometidas, puesta a tierra y luminarias	234
Figura 208. Selección de acometidas largas y vanos flojos	234
Figura 209. Cuadro de resumen	235
Figura 210. Caída de tensión en fin de línea	235
Figura 211. Cuadro de observaciones del robot supervisor	236
Figura 212. Reportes de planos en AutoCAD	236
Figura 213. Reportes de planillas en Excel	236
Figura 214. Importando topografía	237
Figura 215. Importando topografía en Excel	237
Figura 216. Delimitando puntos topográficos por coma	238
Figura 217. Puntos topográficos de LP en Vista de planta	238

Figura 218. Insertando punto en la localidad Barrio Jorongo	239
Figura 219. Selección de LP Barrio Jorongo y activar vista de perfil	239
Figura 220. Selección de LP Barrio Jorongo y Accobado y activar vista de perfil	240
Figura 221. Selección de LP Suyturrumi Bajo y Villanueva y activación de vista de perfil	240
Figura 222. Selección de LP Barrio Accobado 2 y activar vista de perfil	241
Figura 223. Importando topografía a RED LIN 2020 e hipótesis de estado	241
Figura 224. Resumen de datos de hipótesis del proyecto	242
Figura 225. Selección de la LP y activar vista de perfil	242
Figura 226. Agregar punto de derivación en el punto de diseño	243
Figura 227. Distribución de armados	243
Figura 228. Selección del punto de diseño	244
Figura 229. Selección del seccionamiento	244
Figura 230. Selección del conductor y templado de BT	245
Figura 231. Selección del armado BT (PS1-0)	245
Figura 232. Templado del conductor	246
Figura 233. Selección del armado PR3-0	246
Figura 234. Selección del armado TS-0	247
Figura 235. Distribución de armados MT	247
Figura 236. Selección del armado primario a máxima temperatura	248
Figura 237. Selección del armado secundario a máxima temperatura	248
Figura 238. Selección del conductor primario y templado	249
Figura 239. Selección del armado fin de línea de BT	249

Figura 240. Selección de alarmas a máxima temperatura	250
Figura 241. Distribución de armados y retenidas	250
Figura 242. Selección de armado angular	251
Figura 243. Selección de un armado de seccionamiento	251
Figura 244. Distribución de armados y retenidas	252
Figura 245. Distribución de un armado fin de línea	252
Figura 246. Activar capa de vista de planta	253
Figura 247. Hipótesis a máxima temperatura	253
Figura 248. Hipótesis a máximo esfuerzo	254
Figura 249. Hipótesis a máximo temperatura	254
Figura 250. Hipótesis a viento con hielo	255
Figura 251. Ver en vista planeta	255
Figura 252. Vista en Google Earth – 1	256
Figura 253. Vista en Google Earth – 2	256
Figura 254. Vista en Google Earth – 3	256
Figura 255. Activar la capa de alertas	257
Figura 256. Reportes de planos	257
Figura 257. Reportes de planillas	257
Figura 258. Tabla de planilla de estructuras para Línea Primaria Barrio Jorongo y Accobado	258
Figura 259. Tabla de planilla de estructuras para Línea Primaria Suyturrumi y Villanueva	259

Figura 260. Tabla de planilla de estructuras para Línea Primaria Barrio Jorongo	
SE02	259
Figura 261. Tabla de planilla de estructuras para Rede Primaria Barrio Jorongo y	
Accobado	260
Figura 262. Tabla de planilla de estructuras para Rede Primaria Tankarpata	261
Figura 263. Tabla de planilla de estructuras para Rede Primaria Suyturrumi y	
Villanueva.	262
Figura 264. Tabla de planilla de estructuras para Redes secundarias de Barrio Jorongo	
total	263
Figura 265. Tabla de planilla de estructuras para Redes secundarias de	
Accobado	264
Figura 266. Tabla de planilla de estructuras para Redes secundarias de Suyturrumi	
Baja.	265
Figura 267. Tabla de planilla de estructuras para Red secundaria de Tankarpata	266
Figura 268. Tabla de planilla de estructuras para Red secundaria de Villa nueva	267
Figura 269. Metrado de suministro de materiales para Líneas primarias	269
Figura 270. Metrado de suministro de materiales para Líneas primarias	
(Continuación 1)	270
Figura 271. Metrado de suministro de materiales para Líneas primarias	
(Continuación 2)	271
Figura 272. Metrado de montaje electromecánico para Líneas primarias	272
Figura 273. Metrado de montaje electromecánico para Líneas primarias	
(continuación 1)	273

Figura 274. Metrado de montaje electromecánico para Líneas primarias (continuación 2)	274
Figura 275. Metrado de transporte de materiales para Líneas primarias	275
Figura 276. Metrado de transporte de materiales para Líneas primarias (continuación 1)	276
Figura 277. Metrado de transporte de materiales para Líneas primarias (continuación 2)	277
Figura 278. Resumen de metrado y costo total de líneas primarias	278
Figura 279. Metrado de suministro de materiales para redes primarias	280
Figura 280. Metrado de suministro de materiales para redes primarias (continuación 1)	281
Figura 281. Metrado de suministro de materiales para redes primarias (continuación 2)	282
Figura 282. Metrado de montaje electromecánico para redes primarias	283
Figura 283. Metrado de montaje electromecánico para redes primarias (continuación)	284
Figura 284. Metrado de transporte de materiales para las redes primarias	285
Figura 285. Metrado de transporte de materiales para las redes primarias (continuación)	286
Figura 286. Resumen de metrado y costo total de redes primarias	287
Figura 287. Metrado de suministro de materiales para redes secundarias	289
Figura 288. Metrado de suministro de materiales para redes secundarias (continuación 1)	290



Figura 289. Metrado de suministro de materiales para redes secundarias (continuación 2)	291
Figura 290. Metrado de montaje electromecánico para redes secundarias	292
Figura 291. Metrado de montaje electromecánico para redes secundarias (continuación 1)	293
Figura 292. Metrado de montaje electromecánico para redes secundarias (continuación 2)	294
Figura 293. Metrado de transporte de materiales para redes secundarias	295
Figura 294. Metrado de transporte de materiales para las redes secundarias (continuación)	296
Figura 295. Resumen de metrado y costo total de redes secundarias	297
Figura 296. Resumen General del metrado y costo total del Proyecto	297
Figura 297. Flechas admisibles en postes de madera para Redes Primarias	300
Figura 298. Trazo del cordel sobre el poste para verificar si la línea recta se encuentra dentro del cuerpo del poste	300
Figura 299. Tabla de datos Garantizados, poste de madera importada	301
Figura 300. Agujeros en el lado superior de la cruceta	303
Figura 301. Agujeros en el lado lateral de la cruceta	303
Figura 302. Cruceta con chamfer en las dos aristas de la cara superior incisiones y partes de la sección	303
Figura 303. Tabla de datos Garantizados, crucetas y brazos de madera importada	304
Figura 304. Lamina de detalle de aisladores de porcelana	306
Figura 305. Tabla de datos Garantizados, aislador tipo pin ANSI 56-3	307

Figura 306. Tabla de datos Garantizados, aislador tipo pin ANSI 56-4	308
Figura 307. Lamina de detalle de aislador tipo suspensión	310
Figura 308. Tabla de datos Garantizados, aislador polimérico tipo suspensión	311
Figura 309. Tabla de datos Garantizados, conductor de aleación de aluminio	313
Figura 310. Lamina de detalle de espigas para aislador tipo pin y espigas para cabeza de poste	315
Figura 311. Lamina de detalle de espigas para aislador tipo pin y espigas para cruceta	316
Figura 312. Tabla de datos Garantizados, espiga recta para cruceta	317
Figura 313. Tabla de datos Garantizados, espiga recta para cabeza de poste	318
Figura 314. Lamina de detalle de accesorios de conductores	320
Figura 315. Tabla de datos Garantizados, accesorios del conductor	321
Figura 316. Tabla de datos Garantizados, accesorios del conductor (continuación 1)	322
Figura 317. Tabla de datos Garantizados, accesorios del conductor (continuación 2)	323
Figura 318. Tabla de datos Garantizados, cable de acero grado siemens-Martín para retenidas	325
Figura 319. Lamina de detalle de accesorios metálicos para postes y crucetas	328
Figura 320. Lamina de detalle de accesorios metálicos para postes y crucetas (continuación)	329
Figura 321. Lamina de detalle de placas de señalización	330
Figura 322. Tabla de datos Garantizados, accesorios metálicos para postes y crucetas	331

Figura 323. Tabla de datos Garantizados, accesorios metálicos para postes y crucetas (continuación)	322
Figura 324. Tabla de datos Garantizados, accesorios metálicos para retenidas	334
Figura 325. Tabla de datos Garantizados, accesorios metálicos para retenidas (continuación)	335
Figura 326. Tabla de datos Garantizados, cable de acero con recubrimiento metalúrgico	337
Figura 327. Tabla de datos Garantizados, electrodo y conectores	338
Figura 328. Tabla de datos Garantizados, transformador de distribución monofásico para conectarse entre fase y neutro	340
Figura 329. Tabla de datos Garantizados, seccionador – fusible expulsión	342
Figura 330. Tabla de datos Garantizados, Pararrayos	344
Figura 331. Tabla de datos Garantizados, interruptores termomagnéticos	346
Figura 332. Tabla de datos Garantizados, contactor electromagnético	347
Figura 333. Tabla de datos Garantizados, medidor totalizador de energía monofásico	348
Figura 334. Tabla de datos Garantizados, medidor de alumbrado público monofásico	349
Figura 335. Flechas Admisibles para postes de madera para Redes secundarias	351
Figura 336. Trazo del cordel sobre el poste para verificar si la línea recta se encuentra dentro del cuerpo del poste	351
Figura 337. Tabla de Datos Garantizados, Poste de madera importada	352
Figura 338. Características de conductor portante de aleación de aluminio	354

Figura 339. Tabla de datos técnicos garantizados, conductor portante de aleación de aluminio	354
Figura 340. Tabla de datos técnicos garantizados, conductor de aluminio aislado	355
Figura 341. Lamina de detalle de grapas de suspensión angular y de anclaje para cables Autoportantes	357
Figura 342. Lamina de detalle de caja de derivación y acometidas con conductores autoportantes	358
Figura 343. Tabla de datos técnicos garantizados, grapa de suspensión angular	359
Figura 344. Tabla de datos técnicos garantizados, grapa de anclaje cónica	359
Figura 345. Tabla de datos técnicos garantizados, caja de derivación de Acometidas	359
Figura 346. Tabla de datos técnicos garantizados, conductores de cobre aislado tipo n2xy para conexión de acometidas	360
Figura 347. Tabla de datos técnicos garantizados, correa plástica de amarre	360
Figura 348. Tabla de datos técnicos garantizados, cinta autofundente	361
Figura 349. Tabla de datos técnicos garantizados, cinta aislante	361
Figura 350. Tamaños de conectores, por sección de conductores	364
Figura 351. Tabla de datos técnicos garantizados, conectores de derivación tipo perforación de aislamiento para conductores aislados de baja tensión	364
Figura 352. Tabla de datos técnicos garantizados cable de acero grado siemens - Martín para retenidas	366
Figura 353. Lamina de detalle de elementos de ferretería para postes para usarse con cables autoportantes	368

Figura 354. Lamina de detalle de distribución secundaria, pastoral y accesorios para alumbrado público	369
Figura 355. Lamina de detalle de distribución secundaria, porta línea unipolar	370
Figura 356. Lamina de detalle de distribución secundaria, perno Maquinado y perno doble armado	371
Figura 357. Lamina de detalle de distribución secundaria, elementos para retenidas 1	372
Figura 358. Lamina de detalle de distribución secundaria, elementos para retenidas 2	373
Figura 359. Tabla de datos técnicos garantizados, accesorios metálicos para postes y retenidas 1	374
Figura 360. Tabla de datos técnicos garantizados, accesorios metálicos para postes y retenidas 2	375
Figura 361. Tabla de datos técnicos garantizados, accesorios metálicos para postes, aisladores y retenidas 3	376
Figura 362. Tabla de datos técnicos garantizados, accesorios metálicos para postes, aisladores y retenidas 4	377
Figura 363. Tabla de datos técnicos garantizados, luminaria para lampara led de 30W	380
Figura 364. Tabla de datos técnicos garantizados, cables de cobre aislado tipo n2xy para conexión de alumbrado público	381
Figura 365. Tabla de datos técnicos garantizados, cable de acero con recubrimiento metalúrgico de cobre	383

Figura 366. Tabla de datos técnicos garantizados, electrodo y conectores	384
Figura 367. Tabla de datos técnicos garantizados, medidor de energía activa monofásico 1	386
Figura 368. Tabla de datos técnicos garantizados, medidor de energía activa monofásico 2	387
Figura 369. Tabla de datos técnicos garantizados, medidor de energía activa monofásico 3	388
Figura 370. Tabla de datos técnicos garantizados, caja metálica porta medidor para medidor de inducción	390
Figura 371. Tabla de datos técnicos garantizados, caja metálica porta medidor para medidor estático	391
Figura 372. Tabla de datos técnicos garantizados (ITEM 13.1.8), conductor de cobre concéntrico, 2x4 mm <sup>2</sup> , para conexiones domiciliarias	393
Figura 373. Lamina de detalle 01, de soporte suspensión 0° - 5°, monofásico retorno por tierra ps1-0	395
Figura 374. Lamina de detalle 02, de soporte suspensión 0° - 5°, monofásico retorno por tierra ps1-0	396
Figura 375. Lamina de detalle 03, soporte de Angulo 60° - 90°, monofásico retorno por tierra PA3-0	397
Figura 376. Lamina de detalle 04, soporte de retención o anclaje, monofásico retorno por tierra PR3-0	398
Figura 377. Lamina de detalle 05, soporte de retención/suspensión, monofásico retorno por tierra TS-0	399

Figura 378. Lamina de detalle 06, soporte de derivación no tensada, monofásico retorno por tierra DS-0	400
Figura 379. Lamina de detalle 07, soporte de seccionamiento, monofásico retorno por tierra TSEC-0P	401
Figura 380. Lamina de detalle 08, S.E monofásico monopastos en alimentación con pararrayo SMM-0P	402
Figura 381. lamina de detalle 09, diagrama unifilar tablero de distribución monofásico 440/220v, 60 hz nivel de tensión 13,2 kv (F+N)	403
Figura 382. Lamina de detalle 10, detalle de poste de madera importada 12m, clase 6 y 12m, clase 5	404
Figura 383. Lamina de detalle 11, detalle de puesta a tierra tipo PAT-1C, para estructuras de madera	405
Figura 384. Lamina de detalle 12, detalle de crucetas de madera	406
Figura 385. Lamina de detalle 13, aislador de porcelana	407
Figura 386. Lamina de detalle 14, aislador tipo suspensión polimérico	408
Figura 387. Lamina de detalle 15, espigas para aislador tipo pin, espigas para cabeza de poste	409
Figura 388. Lamina de detalle 16, espigas para aislador tipo pin, espigas para cruceta	410
Figura 389. Lamina de detalle 17, platina de soporte separador para aislador tipo pin 56-4	411
Figura 390. Lamina de detalle 18, accesorios de conductores	412
Figura 391. Lamina de detalle 19, accesorios metálicos para postes y crucetas-1	413

Figura 392. Lamina de detalle 20, accesorios metálicos para postes y crucetas-2	414
Figura 393. Lamina de detalle 21, detalle de amarre típico tipo DAT1	415
Figura 394. Lamina de detalle 22, placas de señalización en postes de madera	416
Figura 395. Lamina de detalle 23, disposición de amortiguadores de tipo Stockbridge	417
Figura 396. Lamina de detalle 24, retenida inclinada aislada/sin aislar tipo RI-A/RI	418
Figura 397. Lamina de detalle 25, volumen de excavación y relleno de retenida inclinada simple	419
Figura 398. Lamina de detalle 26, elementos de retenidad-1	420
Figura 399. Lamina de detalle 27 elementos de retenidas-2	421
Figura 400. Lamina de detalle 28, puesta a tierra tipo PAT-1C	422
Figura 401. Lamina de detalle 29, detalle de instalacion de puesta a tierra tipo PAT-1	423
Figura 402. Lamina de detalle 30, detalle de instalacion de puesta a tierra de tipo PAT-2	424
Figura 403. Lamina de detalle 31, detalle de instalacion de puesta a tierra de tipo PAT-3	425
Figura 404. Lamina de detalle 32, materiales para puesta a tierra	426
Figura 405. Lamina de detalle 33, detalle de caja de registro de concreto	427
Figura 406. Lamina de detalle 34, volumen de excavación y relleno de las puestas a tierra	428



Figura 407. Lamina de detalle 35, detalle de cimentación en postes de madera directamente enterrados tipo: CM1	429
Figura 408. Lamina de detalle 01, estructura de alineamiento y ángulo para red aérea con conductores autoportantes tipo E1, E'1, E1/S, E'1/S	431
Figura 409. Lamina de detalle 02, estructura de cambio de sección para red aérea con conductores autoportantes tipo E2, E'2, E2/S, E'2/S	432
Figura 410. Lamina de detalle 03, estructura de extremo de línea con conductores autoportantes tipo E3, E'3, E3/S, E'3/S	433
Figura 411. Lamina de detalle 04, estructura de extremo de línea con derivación para red aérea con conductores tipo E4, E'4, E4/S, E'4/S	434
Figura 412. Lamina de detalle 05, estructura de alineamiento con derivación para red aérea con conductores autoportantes tipo E5, E'5, E5/S, E'5/S	435
Figura 413. Lamina de detalle 06, estructura de anclaje y/o derivación para red aérea con conductores autoportantes tipo E6, E'6, E6/S, E'6/S	436
Figura 414. Lamina de detalle 07, retenida inclinada	437
Figura 415. Lamina de detalle 08, volúmenes de excavación y relleno para retenida inclinada	438
Figura 416. Lamina de detalle 09, retenida vertical	439
Figura 417. Lamina de detalle 10, volúmenes de excavación y relleno para retenida vertical	440
Figura 418. Lamina de detalle 11, elementos de retenidas-1	441
Figura 419. Lamina de detalle 12, elementos de retenidas-2	442
Figura 420. Lamina de detalle 13, puesta a tierra para estructuras de madera	443

Figura 421. Lamina de detalle 14, volúmenes de excavación y relleno para puesta a tierra	444
Figura 422. Lamina de detalle 15, detalle de la porta línea unipolar	445
Figura 423. Lamina de detalle 16, detalle del perno maquinado y perno doble armado	446
Figura 424. Lamina de detalle 17, caja de derivación y acometidas con conductores autoportantes	447
Figura 425. Lamina de detalle 18, detalle de utilización de cable N2XY para cajas de derivación	448
Figura 426. Lamina de detalle 19, grapas de suspensión angular y de anclaje para cables autoportantes	449
Figura 427. Lamina de detalle 20, elementos de ferretería para postes para usar con cables autoportantes	450
Figura 428. Lamina de detalle 21, detalle de abrazaderas de A°G° para estructuras de alumbrado público	451
Figura 429. Lamina de detalle 22, pastoral y accesorios para alumbrado público	452
Figura 430. Lamina de detalle 23, acometidas domiciliarias para red aérea con conductores autoportantes, figuración corta	453
Figura 431. Lamina de detalle 24, acometidas domiciliarias para red aérea con conductores autoportantes, figuración larga	454
Figura 432. Lamina de detalle 25, acometidas domiciliarias para red aérea con conductores autoportantes, utilización de portalineas	455
Figura 433. Lamina de detalle 26, detalle de tubos galvanizados	456

Figura 434. Lamina de detalle 27, detalle caja metálica porta medidor	457
Figura 435. Lamina de detalle 28, detalle de cimentación en postes de madera directamente enterrados	458
Figura 436. Lamina de detalle 29, detalle de señalización en postes de madera	459
Figura 437. Lamina de detalle 30, detalle de instalacion de doble armado para red aérea con conductores autoportantes	460
Figura 438. Padrón de usuarios de la localidad Accobado	462
Figura 439. Padrón de usuarios de la localidad Barrio Jorongo	462
Figura 440. Padrón de usuarios de la localidad Suyturrumi Baja	463
Figura 441. Padrón de usuarios de la localidad Tankarpata	463
Figura 442. Padrón de usuarios de la localidad Villanueva	464
Figura 443. Especialista trabajando en la localidad Barrio Jorongo	466
Figura 444. Punto de alimentación para las localidades Barrio Jorongo y Accobado (BJ-V0).	466
Figura 445. Perfilamiento de la línea primaria a las localidades Barrio Jorongo y Accobado (BJ-V1)	467
Figura 446. Perfilamiento de derivación a Tankarpata (DV-TK)	467
Figura 447. Perfilamiento de la línea primaria a las localidades Barrio Jorongo y Accobado (BJ-V2)	468
Figura 448. Perfilamiento de derivación a Suyturrumi y Villanueva (DV-SV).	468
Figura 449. Perfilamiento de la línea primaria a las localidades Barrio Jorongo y Accobado (BJ-V3)	469

Figura 450. Perfilamiento de la línea primaria a las localidades Barrio Jorongo y Accobado (BJ-V4)	469
Figura 451. Hito en fin de Línea Primaria (BJ-FL) de la Localidades Barrio Jorongo y Accobado	470
Figura 452. Derivación hacia Suyturrumi Bajo y Villanueva (DV-SV)	470
Figura 453. Topógrafo trabajando en la localidad Suyturrumi Bajo y Villanueva	471
Figura 454. Hito en fin de Línea Primaria (SV-FL) de la Localidad Suyturrumi Bajo y Villanueva	471
Figura 455. Derivación hacia Barrio Jorongo 2	472
Figura 456. Topógrafo realizando trabajos en la localidad Barrio Jorongo 2	472
Figura 457. Vivienda beneficiada de adobe, lote N°1 de la localidad Accobado.	473
Figura 458. Vivienda beneficiada de adobe, lote N°2 de la localidad Accobado.	473
Figura 459. Vivienda beneficiada de adobe, lote N°3 de la localidad Accobado	474
Figura 460. Vivienda beneficiada de adobe, lote N°4 de la localidad Accobado.	474
Figura 461. Vivienda beneficiada de adobe, lote N°1 de la localidad Suyturrumi Bajo	475
Figura 462. Vivienda beneficiada de adobe, lote N°2 de la localidad Suyturrumi Bajo	475
Figura 463. Vivienda beneficiada de adobe, lote N°3 de la localidad Suyturrumi Bajo	476
Figura 464. Vivienda beneficiada de adobe, lote N°4 de la localidad Suyturrumi Bajo	476

Figura 465. Vivienda beneficiada de adobe, lote N°5 de la localidad Suyturrumi	
Bajo	477
Figura 466. Vivienda beneficiada de adobe, lote N°1 de la localidad Villanueva	477
Figura 467. Vivienda beneficiada de adobe, lote N°2 de la localidad Villanueva	478
Figura 468. Vivienda beneficiada de adobe, lote N°3 de la localidad Villanueva	478
Figura 469. Vivienda beneficiada de adobe, lote N°4 de la localidad Villanueva	479
Figura 470. Vivienda beneficiada de adobe, lote N°5 de la localidad Villanueva	479
Figura 471. Vivienda beneficiada de adobe, lote N°6 de la localidad Villanueva	480
Figura 472. Vivienda beneficiada de adobe, lote N°7 de la localidad Villanueva	480
Figura 473. Vivienda beneficiada de adobe, lote N°1 de la localidad Tankarpata	481
Figura 474. Vivienda beneficiada de adobe, lote N°2 de la localidad Tankarpata	481
Figura 475. Vivienda beneficiada de adobe, lote N°3 de la localidad Tankarpata	482
Figura 476. Vivienda beneficiada de adobe, lote N°4 de la localidad Tankarpata	482
Figura 477. Vivienda beneficiada de adobe, lote N°5 de la localidad Tankarpata	483
Figura 478. Vivienda beneficiada de adobe, lote N°6 de la localidad Tankarpata	483
Figura 479. Vivienda beneficiada de adobe, lote N°7 de la localidad Tankarpata	484
Figura 480. Vivienda beneficiada de adobe, lote N°8 de la localidad Tankarpata	484
Figura 481. Vivienda beneficiada de adobe, lote N°10 de la localidad Tankarpata	485
Figura 482. Resultado de prueba de resistividad en la línea Suyturrumi Bajo y Villa	
Nueva a 2 metros de distancia.	485
Figura 483. Resultado de prueba de resistividad en la línea Suyturrumi Bajo y Villa	
Nueva a 4 metros de distancia.	486

Figura 484. Resultado de prueba de resistividad en la línea Suyturrumi Bajo y Villa Nueva a 6 metros de distancia.	486
Figura 485. Resultado de prueba de resistividad en la línea Suyturrumi Bajo y Villa Nueva a 8 metros de distancia.	487
Figura 486. Resultado de prueba de resistividad en las localidades Barrio Jorongo y Accobado a 2 metros de distancia.	487
Figura 487. Resultado de prueba de resistividad en la localidad Barrio Accobado a 4 metros de distancia.	488
Figura 488. Resultado de prueba de resistividad en la localidad Barrio Accobado a 6 metros de distancia.	488
Figura 489. Resultado de prueba de resistividad en la localidad Barrio Accobado a 8 metros de distancia	489
Figura 490. Resultado de prueba de resistividad en la localidad Barrio Jorongo a 2 metros de distancia	489
Figura 491. Resultado de prueba de resistividad en la localidad Barrio Jorongo a 4 metros de distancia	490
Figura 492. Resultado de prueba de resistividad en la localidad Barrio Jorongo a 6 metros de distancia	490
Figura 493. Resultado de prueba de resistividad en la localidad Barrio Jorongo a 8 metros de distancia.	491
Figura 494. Resultado de prueba de resistividad en la localidad Suyturrumi y Villanueva a 2 metros de distancia	491

Figura 495. Resultado de prueba de resistividad en la localidad Suyturrumi y Villanueva a 4 metros de distancia	492
Figura 496. Resultado de prueba de resistividad en la localidad Suyturrumi y Villanueva a 6 metros de distancia	492
Figura 497. Resultado de prueba de resistividad en la localidad Suyturrumi y Villanueva a 8 metros de distancia	493
Figura 498. Resultado de prueba de resistividad en la localidad Tankarpata a 2 metros de distancia	493
Figura 499. Resultado de prueba de resistividad en la localidad Tankarpata a 4 metros de distancia	494
Figura 500. Resultado de prueba de resistividad en la localidad Tankarpata a 6 metros de distancia	494
Figura 501. Resultado de prueba de resistividad en la localidad Tankarpata a 8 metros de distancia	495
Figura 502. Mediciones de resistividad del terreno en seccionamiento de líneas primarias, hechas en campo	497
Figura 503. Estratificación del suelo, Línea primaria Barrio Jorongo SE01	498
Figura 504. Estratificación del suelo, Línea primaria Suyturrumi Bajo y Villa Nueva.	499
Figura 505. Estratificación del suelo, Línea primaria Suyturrumi Bajo y Villa Nueva.	500
Figura 506. Mediciones de resistividad del terreno en las localidades, hechas en campo	501

Figura 507. Estratificación del suelo, localidad Barrio Jorongo SE01	502
Figura 508. Estratificación del suelo, localidad Barrio Jorongo SE02	503
Figura 509. Estratificación del suelo, localidad Suyturrumi Baja y Villa Nueva	504
Figura 510. Estratificación del suelo, localidad Tankarpata	505



## **I. Introducción**

En el mundo se observa que los pueblos ubicados lejos de las grandes ciudades, no disponen con servicio de energía eléctrica, según un estudio elaborado por el Banco Mundial, mil millones de personas, es decir que el 13% de las personas en todo el mundo, no tienen acceso al servicio eléctrico y alrededor del 87% de ellos, viven en zonas rurales.

En América latina, a pesar que desde el 2002 hasta el 2018, la cobertura de provisión de electricidad en la región se ha ampliado de un 88 % a 97% según las estadísticas de la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE 2019), aún existen lugares rurales aislados o fuera del área de concesión donde no se ha realizado una extensión de las redes de distribución eléctrica debido principalmente a dificultades técnicas y financieras, y esto ha llevado al retraso en el desarrollo de los países.

En el Perú, según las estadísticas del organismo supervisor de la inversión en energía y minería (OSINERGMIN ), en las últimas dos décadas, la cobertura eléctrica nacional paso de 69.8% a 92%, y en las zonas rurales, de 24% a 75.2% aproximadamente, sin embargo como en el resto de países latinoamericanos, el país aún está lejos de proveer servicio eléctrico de forma total, actualmente hay pueblos y localidades mayormente en zonas rurales que por dificultades ya mencionadas no fue posible ampliar las redes de distribución eléctrica hasta esos lugares, La falta de acceso a la electricidad y la escasez de otros servicios han limitado el desarrollo económico y han impedido mejorar el nivel de vida en el Perú. Así mismo se ve limitada la atención médica y oportunidades educativas de calidad limitada.

En Huancavelica, específicamente las localidades de Tankarpata, Suyturrumi Bajo, Villa Nueva, Accobado y Barrio Jorongo, ubicadas en el centro de Chaynapampa distrito de Acoria, no cuentan con servicio eléctrico de calidad.

Este problema en las localidades se debe a varios factores como las dificultades técnicas y financieras ya mencionadas, que impiden hacer llegar energía eléctrica a ese lugar además que la zona se halla fuera del área de concesión.

Por esta razón, la calidad de vida de las personas en estas localidades mencionadas se verá muy afectada, ya que tendrán que recurrir a otras fuentes de energía, como velas, mecheros o baterías incrementando sustancialmente los costos para obtener energía eléctrica, además del pobre acceso de los alumnos a una mejor calidad de educación que la pequeña escuela del centro poblado de Chaynapampa no puede ofrecer debido a la falta del acceso del maestro a herramientas que apoyen en la formación educativa del alumno, como resultado, los estudiantes no estarán preparados para el mundo globalizado en el que vivimos ahora.

Por otro lado, traen un impacto negativo en el desarrollo de las regiones fuera del área de concesión ya que para algún proceso productivo no contarán con energía eléctrica, tendrán mucho retraso con respecto a otras localidades que si cuentan con servicio eléctrico.

Por todo esto, se buscará solucionar este problema se realizará el diseño óptimo de la electrificación de las localidades de Tankarpata, Suyturrumi Bajo, Villa Nueva, Accobado y Barrio Jorongo, Usando softwares de aplicación para diseñar líneas primarias, redes primarias, redes en baja tensión, iluminación general y conexiones domiciliarias, que beneficiaran a todos los pobladores de las localidades mencionadas. garantizando a las comunidades un servicio eléctrico confiable y de calidad.

En el presente trabajo de investigación se han utilizado los antecedentes que a continuación se mencionan.

De La Cruz (2019) en su tesis acerca de la utilización del software HOMER para diseñar un sistema eléctrico aislado, realizado en el caserío de Santa Rosa de Tumar, esta tesis tuvo como objetivo general diseñar un Sistema Eléctrico Aislado utilizando el software HOMER para electrificar el caserío Santa Rosa de Tumar en el distrito de Huambos, provincia de Chota, departamento de Cajamarca, esta investigación fue de tipo descriptivo no experimental, aplicativo ya que se usó el software HOMER, ya que éste es el encargado de seleccionar, simular y optimizar el diseño como resultado un Sistema Eólico como la mejor alternativa. Con respecto a la base de datos de la velocidad del viento, se obtuvieron del SENAMHI los datos promedios mensuales de un año (2018), con una velocidad promedio anual de 3,62 m/s. Del estudio realizado se determinó la energía total consumida promedio diaria proyectada, el cual, tiene un valor de 23,05 kWh/día y según HOMER, una máxima demanda de 4,28 kW. Luego se procedió a dimensionar los equipos y las redes secundarias para el Sistema Eólico Aislado, como son: un aerogenerador, un controlador de carga, 4 baterías, un inversor, 2 interruptores termomagnéticos y la RS. La implementación del Sistema Eólico Aislado tiene un costo referencial de S/ 234 625,52. Con esto se concluye un estudio de pre factibilidad para suministrar energía eléctrica al caserío Santa Rosa de Tumar, mediante un Sistema Eólico Aislado, como una alternativa de abastecimiento de electricidad.

Valencia (2018) En su investigación relacionada con el diseño de un software aplicativo para el cálculo de parámetros eléctricos de redes en media y baja tensión, realizado en la ciudad de Juliaca, esta tesis tuvo como objetivo Diseñar un prototipo de herramienta computacional eficiente y capaz de realizar el cálculo de parámetros eléctricos de redes de media y baja tensión y adecuado a las normas técnicas de electrificación utilizando AutoCAD, Visual Basic y Excel, permitiendo al ingeniero agilizar sus cálculos de redes eléctricas y por ende sus diseños de redes eléctricas, el tipo de investigación es experimental propiamente dicho, para ello el autor, determinó

los parámetros de diseño, programación y cálculo para lograr el diseño del software aplicativo, definió el algoritmo de solución y la base de datos del software aplicativo e implementó la programación de la herramienta computacional para calcular los parámetros eléctricos y por último aplicó el software para los cálculos eléctricos de redes de media y baja tensión en Juliaca. El autor concluye que el software es técnicamente factible de diseñar y además es económicamente rentable, para su empresa, etc. la funcionalidad del software es disponible para cualquier profesional dedicado a la materia.

Gonzales (2017) En su tesis relacionada con la aplicación de software DIREC-CAD para diseño de Redes secundarias realizada en el distrito de la Victoria-Chiclayo-Lambayeque, la investigación tuvo por objetivo Diseñar un Sistema de Distribución de Redes Secundarias 380/220V para dotar de energía eléctrica en el SED “EN 2205” ubicado en la zona noreste del lugar ya mencionado, el tipo de diseño fue descriptivo, aplicativo, ya que se usó los conocimientos y teorías de ingeniería para desarrollar el proyecto, para ello el autor se valió de los software DIREC-CAD, AUTOCAD, Microsoft Excel, para realizar los cálculos eléctricos y mecánicos para la selección de los materiales, asimismo incluyendo las planillas de estructura, resumen de materiales y el presupuesto total para la ejecución de la obra. Finalmente, el autor considera la importancia de la gestión óptima técnico y económica de nuestra propuesta, se propone la selección de redes de distribución secundaria 380/220V aplicando el software DIREC-CAD para el SED (EN 2205) ubicado en el distrito de La Victoria, en la provincia de Chiclayo, con el objetivo de aprovechar las ventajas de las economías de escala, la continuidad en el tiempo de la empresa y el fortalecimiento empresarial adecuado a lo propuesto por la normatividad vigente.

Tuesta (2017) En su investigación relacionada con el diseño de redes de distribución en baja tensión, realizada en el oasis de la planicie Cieneguilla, departamento de lima, la investigación tuvo por objetivo diseñar las Redes Secundarias para la Urbanización “El Oasis de la Planicie” para contribuir en el proceso de electrificación. a través de la realización de estudios y evaluaciones necesarias para el abastecimiento de energía eléctrica en las viviendas. El tipo de investigación fue de descriptivo, no experimental y aplicada, ya que el autor utilizó sus conocimientos y teorías de ingeniería para realizar este estudio. El autor concluye que logró diseñar las Redes Secundarias para la Urbanización “El Oasis de la Planicie” contribuyendo en el proceso de electrificación a través de los estudios y evaluaciones que se realizaron para el abastecimiento de energía eléctrica de las viviendas incrementando las capacidades educativas, productivas y culturales de la zona.

Zavaleta (2016) en su investigación acerca de la electrificación en zonas rurales, se realizó el estudio en caserío José Olaya, distrito de mache, provincia de Otuzco, Departamento de la Libertad, la investigación tuvo por objetivo Diseñar el Proyecto de Electrificación Rural en el lugar ya mencionado. El tipo de investigación fue descriptivo, no experimental. El autor utilizó estudios y evaluaciones necesarias para abastecer de energía eléctrica a las viviendas, basándose en sus conocimientos y bases teóricas de ingeniería y concluyó que El proyecto del caserío José Olaya, denominado electrificación rural tiene gran importancia porque va a apoyar al desarrollo del caserío, porque de una u otra manera va a articular la economía del país a través de las áreas de la actual producción.

Bremes y Robles (2016) en su investigación acerca del diseño de redes eléctricas en la comunidad tisey municipio de wiwili, tuvo por objetivo general Realizar un diseño y cálculos eléctricos de un proyecto de Electrificación rural para la comunidad Tisey en el municipio de Wiwili el estudio fue de carácter descriptivo-no experimental transversal, para ello el autor realizó tanto un estudio de campo en la zona que le permitió conocer cuál es el punto más cercano para conectarse a la red eléctrica nacional, con el apoyo de GPS levanta la trayectoria de la línea y anotando

las observaciones geográficas del camino, con la información recolectada procede a realizar el diseño de la red eléctrica con postes de 35 o 40 según sea necesario y se colocan retenidas donde los ángulos sean mayores a 5 grados, además se realizó cálculos de caída de tensión, transformador y retenidas, al final se realizó el metrado de materiales y presupuesto global, el autor que el costo de llevar la energía sería de \$ 391.20 por vivienda, además que los niveles de sobretensión y subtensión están dentro de los límites establecidos.

Referencia de la zona de Investigación

Ubicación del área del proyecto.

La presente investigación tiene lugar en la siguiente ubicación:



**Figura 1.** Localización del Departamento de Huancavelica  
Fuente: Historia del Perú



**Figura 2.** Localización de la Provincia de Huancavelica  
 Fuente: Turismo Huancavelica (Mapas Huancavelica)



**Figura 3.** Localización del Distrito de Acoria  
 Fuente: Procesos ejecutados para el año 2006 del departamento de HUANCAMELICA



## Localidades Beneficiadas

El presente trabajo de investigación tendrá un impacto positivo en las siguientes localidades:

**Tabla 1:**

*Localidades Beneficiadas*

<b>N.º</b>	<b>Localidad</b>	<b>Provincia</b>	<b>Distrito</b>
1	Tankarpata	Huancavelica	Acoria
2	Suyturrumi Bajo	Huancavelica	Acoria
3	Villa Nueva	Huancavelica	Acoria
4	Accobado	Huancavelica	Acoria
5	Barrio Jorongo	Huancavelica	Acoria

**Fuente:** Elaboración Propia

La cantidad de beneficiarios para el presente Proyecto de investigación será la siguiente

**Tabla 2:**

*Población y número de viviendas beneficiadas*

<b>N.º</b>	<b>Localidad</b>	<b>Abonados</b>	<b>Población</b>
1	Tankarpata	10	40
2	Suyturrumi Bajo	5	20
3	Villa Nueva	7	28
4	Accobado	4	16
5	Barrio Jorongo	19	76
Total			180

**Fuente:** Elaboración Propia

La presente investigación ha sido desarrollada considerando que la provisión de energía eléctrica no solo es un bien social, sino un insumo para el desarrollo económico y será alimentado por la subestación de potencia de **Huancavelica Norte 10/22.9-13,2 kV; 2.5 MVA – ONAN.**

Para el siguiente trabajo se ha considerado la siguiente fundamentación científica:  
**Softwares de Diseño para Redes de Media y Baja tensión**

### **Res Cad 2020**

“La interfaz simple y fácil de usar de REDCAD permite que las redes de BT y MT trabajen juntas mediante el uso de capas y brinda poderosas herramientas de soporte que permiten a los ingenieros agilizar los diseños de red, así como proporcionar informes completamente automatizados en hojas de cálculo, mediciones y gráficos. . Optimización de los recursos de ingenieros y dibujantes” (De La Cruz, 2020).

- **Facilidades**

Con REDCAD, el tiempo de preparación del diseño de la red se reduce desde el concepto hasta la hoja de cálculo, la medición y el informe esquemático; Como resultado, ahorrará dinero para su empresa, lo que se traduce en un programa que se puede recuperar en el corto plazo. (De La Cruz, 2020).

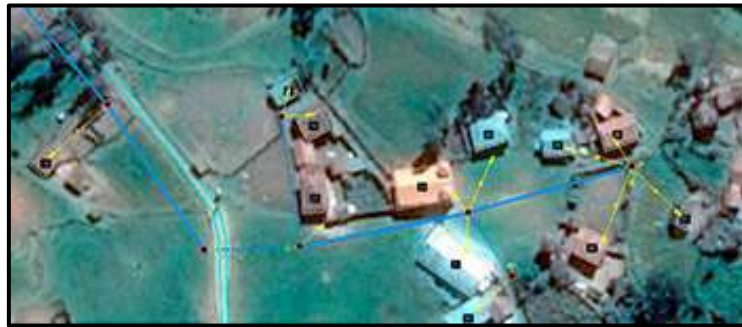
- **Beneficios**

- ✓ El trabajo del ingeniero de redes se ha reducido significativamente, gracias a todas las herramientas de diseño proporcionadas por RED CAD; Poder dedicar ingenieros a realizar diversas tareas.
- ✓ Se requieren menos editores CAD para dibujar, gracias a las herramientas automáticas de formateo y corte.
- ✓ La generación de informes requiere menos trabajo de ingenieros y redactores, ya que el software automatiza muchos procesos de preparación de cuestionarios, hojas de cálculo, planillas y formato de impresión. (De La Cruz, 2020).

- **Mejoras**

**Diseño sobre ortofotos**

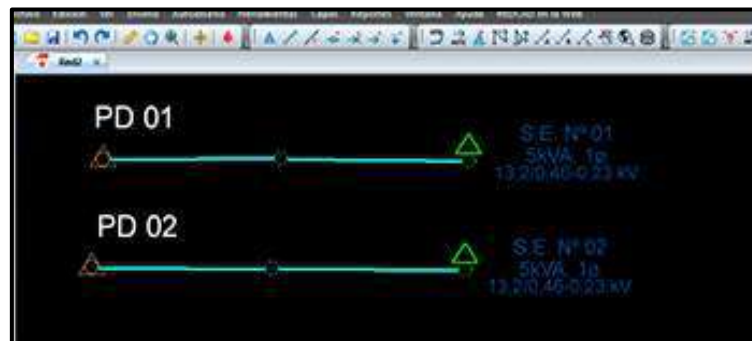
“El diseño ciego es cosa del pasado. Mire hacia el mundo de nuevas posibilidades con ortofotos. Obtenga más información sobre los detalles que existen debajo de las líneas eléctricas, como caminos, cercas, árboles y pantanos. No se podía ver en sus medidas planas. La forma de diseñar cambiará por completo a partir de ahora” (De La Cruz, 2020).



*Figura 4.* Diseño sobre ortofotos 1  
Fuente: Esolutions, 2020

**Múltiples puntos de diseño**

“Di adiós a un único punto de diseño. Si tiene redes eléctricas que no están interconectadas, puede crear varios puntos de diseño en su proyecto. Están marcados con triángulos grises” (De La Cruz, 2020).



*Figura 5.* Múltiples Puntos de Diseño  
Fuente: Esolutions, 2020

**REDLIN 2020**

**Software de Diseño de Líneas de Transmisión y Distribución**

“Tiene una interfaz de usuario moderna que es fácil y rápida de aprender. Utiliza un concepto de diseño de varios niveles que permite separar la edición del terreno de la

topología de la red eléctrica. Base de datos numérica (especificación/entrega) y gráficos. (Símbolos como planos, etiquetas, logotipos de empresas o clientes) son totalmente personalizables y se pueden adaptar a las normativas internacionales o nacionales” (De La Cruz, 2020).

- **Facilidades**

Con REDLIN, puede diseñar de manera rápida y sencilla todo su proyecto de red de transmisión o distribución, incluyendo cálculo mecánico de conductores, verificación de desempeño estructural y distancias de seguridad, cruce de cables de planta y perfil, distribución de retención y replanteo. Estructurar la distribución introduciendo variantes desde Google Earth o Estación Total, informes de planificación de perfiles y vistas en planta, informes de medición de reservas, etc. (De La Cruz, 2020).

- **Beneficios**

- nos brinda resultados en tiempo real de los cálculos mecánicos ya sea de conductores o estructuras, distancias mínimas de seguridad e informes detallados de los cálculos, medidas, láminas estructurales de estructuras de postes cónicos y conductores, y planos de corte automático. (De La Cruz, 2020).
- Calcula si las estructuras esto cónicas completas fallan con la hipótesis de tensión máxima y muestra una advertencia roja junto a cada estructura. Puede simular hormigón, madera, postes de fibra de vidrio y otras estructuras con cargas de rotura definidas. (De La Cruz, 2020).
- Los informes se exportan en formatos MS-Excel y DXF-AutoCAD para un procesamiento posterior rápido y vinculación a otras aplicaciones dentro de la empresa. (De La Cruz, 2020).
- Operar múltiples derivaciones (ruta de línea/perfil topográfico) al mismo tiempo. Estos se pueden administrar fácilmente desde el panel de derivaciones del software. (De La Cruz, 2020)
-

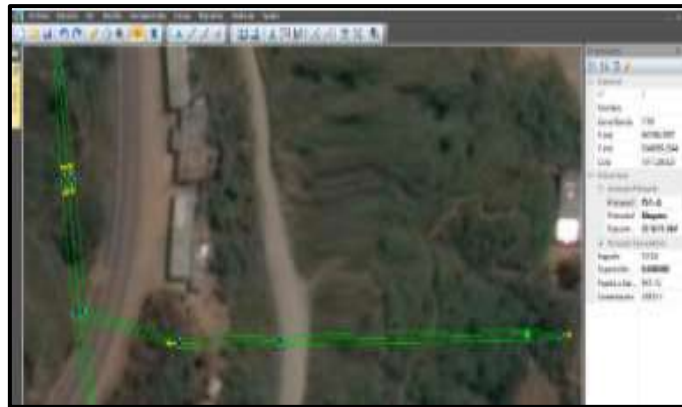
- **Mejoras**

- Vista multifilar en planta**

- Se mejora la presentación de vista en planta con la capa Unifilar, si se deshabilita se habilita el formato enriquecido donde se pueden ver todos los conductores (monofásicos, trifásicos, etc.), soporte (puesto de trabajo, trío, etc.) y crucetas según el tipo. (De La Cruz, 2020).

- Diseño sobre ortofotos**

- Ahora se puede cargar ortofotos de georreferenciación en sus datos geográficos y diseñar encima de las ortofotos. Las ortofotos se cargan en otra capa que se puede ocultar. (De La Cruz, 2020).



**Figura 6.** Diseño sobre Ortofotos 2  
Fuente: Esolutions, 2020

- Ver red en planeta 3D**

- Nuevo formato de visualización al exportar red a Google Earth: las redes se muestran en 3D con soporte, escaleras, cerchas y soporte (De La Cruz, 2020).



**Figura 7.** Ver en planeta 3D  
Fuente: Esolutions, 2020

## **Topomagic 2020**

### **Software para la edición y procesamiento**

“Es especialmente desarrollado para la edición y procesamiento de terrenos. La interfaz simple y fácil de usar de TOPOMAGIC le permite procesar fácilmente el terreno, crear curvas de nivel catastrales o secciones con puntos obtenidos de estaciones totales, navegadores GPS o micro GPS falsos y capturar la elevación de Google Earth para crear curvas de nivel o perfiles. Topográfico” (De La Cruz, 2020).

- **Facilidades**

TOPOMAGIC le permite crear diseños preliminares a partir de datos de Google Earth o GPS y sugerir alternativas. De esta manera, reduce el tiempo y el costo de recopilar información en el campo y se enfoca solo en las mejores opciones. (De La Cruz, 2020).

- **Beneficios**

- Equipado con una interfaz de usuario moderna que es fácil y rápida de entender.
- Cree curvas de nivel, contornos o secciones de terreno utilizando puntos recopilados por una estación total, navegador GPS o GPS diferencial.
- Registra la altura de Google Earth y crea curvas de nivel. Línea o perfil del terreno.

(De La Cruz, 2020).

- **Mejoras**

#### **Captura de ortofotos**

Importe ortofotos de archivos de imagen como JPG, BMP, PNG y colóquelos en una capa separada como base para su terreno (De La Cruz, 2020).



**Figura 8.** Captura de ortofotos  
Fuente: Esolutions, 2020

### **Perfil topográfico desde geo servidor**

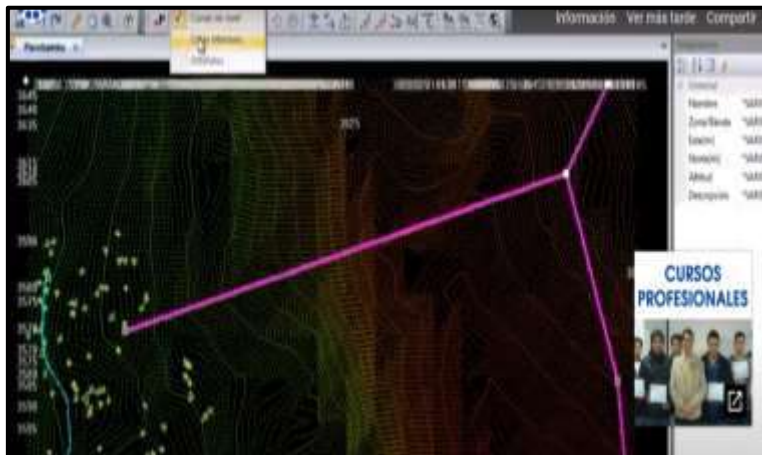
Importe el perfil del terreno desde Geo Server. Las altitudes al nivel del mar se toman de modelos de elevación digital creados a partir de misiones geoespaciales como SRTM3, SRTM1 con resolución espacial de 90 m y ASTERGDEM con resolución espacial de 30 m. (De La Cruz, 2020).



**Figura 9.** Perfil topográfico desde geo servidor  
Fuente: Esolutions, 2020

### **Curvas de nivel desde geo servidor**

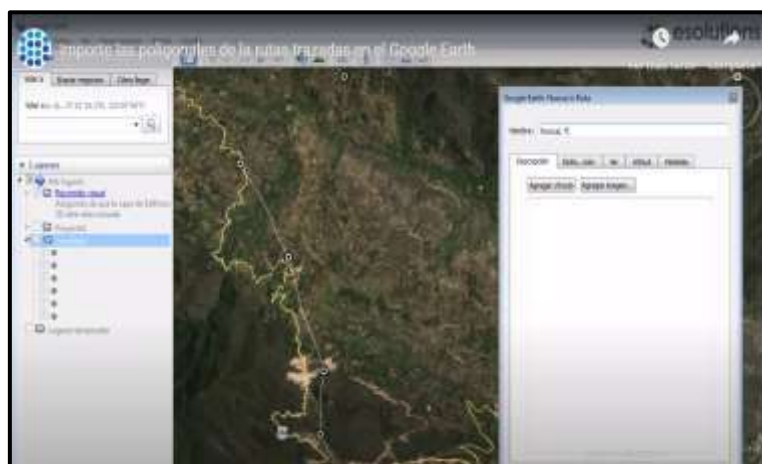
Genere curvas de nivel desde Geo Server. La altitud sobre el nivel del mar se obtiene a partir de modelos digitales de elevación creados a partir de misiones geoespaciales como SRTM3, SRTM1 con una resolución espacial de 90 m y ASTERGDEM con una resolución espacial de 30 m. (De La Cruz, 2020).



**Figura 10.** Curvas de nivel desde geo servidor  
Fuente: Esolutions, 2020

### **Importe las poligonales de las rutas trazadas en el Google Earth**

Utilice la herramienta de ruta de Google Earth para rastrear la ruta alternativa de la línea eléctrica que desea analizar e importar la ruta rastreada a TOPOMAGIC. (De La Cruz, 2020).

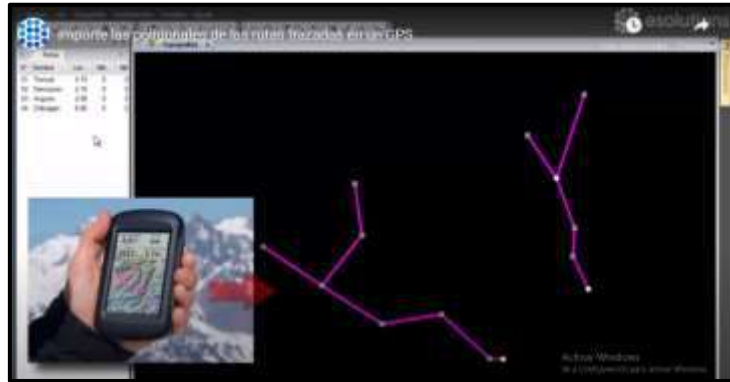


**Figura 11.** Importe las poligonales de las rutas trazadas en el Google Earth  
Fuente: Esolutions, 2020

### **Importe las poligonales de las rutas trazadas en un GPS**

Si ya ha trazado las rutas en el campo usando GPS, expórtelas en formato Universal GPX. Use la opción TOPOMAGIC import topography para seleccionar el archivo GPX y agregue todas las raíces editadas en el campo al proyecto de agregar. (De La Cruz, 2020).





**Figura 12.** Importe las poligonales de las rutas trazadas en un GPS  
Fuente: Esolutions, 2020

### **Google Earth**

Se trata de una herramienta informática virtual con forma de globo terráqueo que permite a los usuarios visualizar un mapa del planeta. Esto es posible gracias a las imágenes de satélite. Inicialmente, el programa se llamaba EarthViewer 3D, pero luego fue adquirido por Google en 2004 y renombrado como Google Earth (Mendez, 2014)

- **Facilidades**

- ✓ Esto permite a los usuarios visualizar virtualmente todo el mundo a través de imágenes satelitales. De esta manera, la búsqueda de una ubicación geográfica específica puede ser más fácil para el usuario. (Melendez, 2014)
- ✓ Permite a los usuarios encontrar calles, avenidas, pasajes, tiendas y hacer zoom de forma muy realista y con gran detalle.. (Melendez, 2014)
- ✓ Proporciona varias funciones 3D para añadir volumen a terrenos y montañas. También se modelaron edificios en algunas ciudades. El método de navegar por la pantalla con la herramienta es simple y fácil de entender, y el panel de control es simple y fácil de manejar sin muchos conocimientos previos..(Melendez, 2014)

- ✓ **Mejoras**

La versión Pro cuenta con herramientas más eficientes y potentes. Las diferencias clave incluyen mediciones más precisas, impresión de imágenes en muy alta resolución (4800 x 3200 píxeles), información demográfica,

catastrales, de tráfico, archivos de cálculo como Excel y soporte mediante correo electrónico. (Mendez, 2014).

### **Funciones**

Entre las funciones más importantes se puede destacar el exportar películas en HD con buena resolución en Full HD (1920x1080 píxeles). Además, el rendimiento es más eficiente, y la visualización de anuncios es a opción del cliente. Los usuarios pueden acceder a estos beneficios de Google Earth (Mendez, 2014).

### **Principales Características**

Enfatice que los usuarios pueden encontrar calles, avenidas, edificios e incluso parques y escalarlos de manera realista y detallada. Además, la vista 3D integrada en el software da una perspectiva y profundidad a los terrenos y montañas. Además de esto, hay una operación fácil y simple del programa con un tablero simple y claro sin ningún conocimiento previo. (Mendez, 2014).

### **AutoCAD**

AutoCAD es un programa de diseño asistido por computadora, utilizado por profesionales de arquitectura, profesionales de ingeniería tales como ingeniería mecánica, eléctrica, y civiles para obtener dibujos de alta precisión en 2D y 3D (Autodesk, 2021).

- **Facilidades**

- ✓ Cree, anote y edite geometría en 2D y modelos en 3D con objetos sólidos, de superficie y de malla o red.
- ✓ Automatice tareas como dibujar comparaciones, contar, agregar bloques y crear horarios de planificación.
- ✓ Personalice con la aplicación complementaria y la API.

(Autodesk, 2021).

- **Mejoras AutoCAD 2022**

Este software incluye conjuntos de herramientas específicas de la industria, experiencia de conectividad mejorada entre productos y plataformas de Autodesk y nuevas automatizaciones añadidas como el conteo. (Autodesk, 2021).

- **Mejoras**

- **Historial de dibujos**

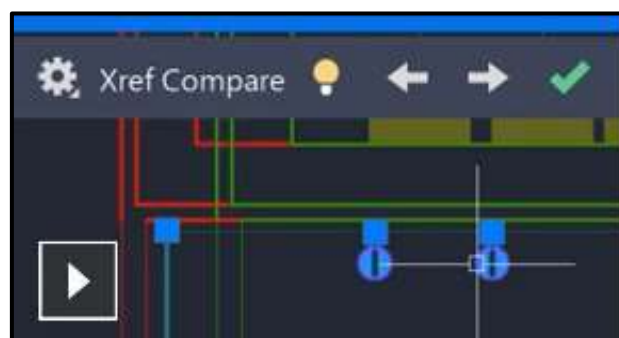
Compare la versión actual del dibujo con la versión anterior para ver el progreso de su trabajo (Autodesk, 2021).



*Figura 13.* Historial de dibujos  
Fuente: AutoCAD, 2021

- **Comparación de Xref**

Compara dos versiones de un archivo de dibujo DWG que contenga una o más referencias externas (comando Xref) (Autodesk, 2021).

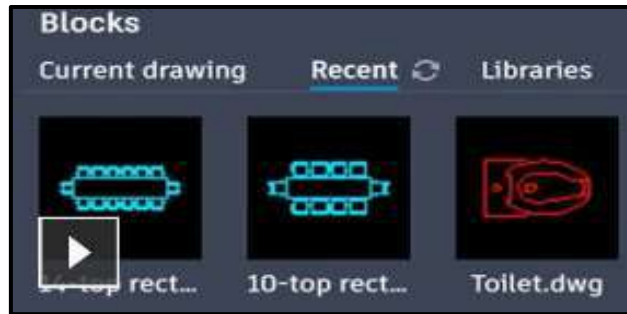


*Figura 14.* Comparación de Xref  
Fuente: AutoCAD, 2021

- **Paleta de bloques**

Vea y acceda al contenido de los bloques desde AutoCAD Desktop o las

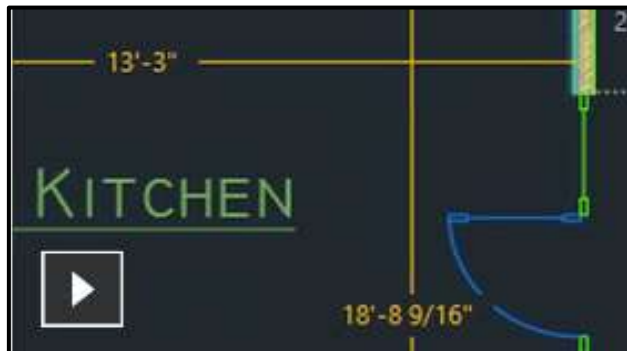
aplicaciones web de AutoCAD para móviles (Autodesk, 2021).



*Figura 15.* Paleta de bloques  
Fuente: AutoCAD, 2021

### Medición rápida

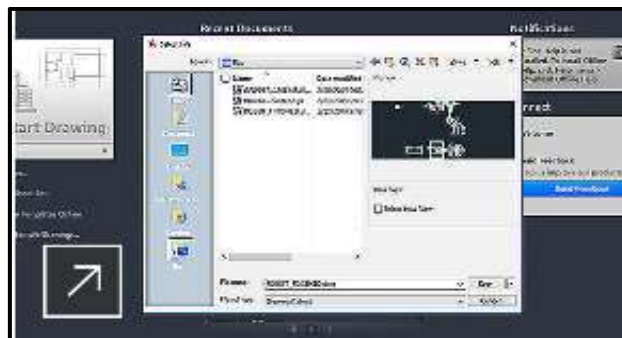
Vea todas las medidas cercanas en un dibujo de AutoCAD con mover solo el cursor del mouse (Autodesk, 2021).



*Figura 16.* Medición rápida  
Fuente: AutoCAD, 2021

### Conectividad de almacenamiento en la nube

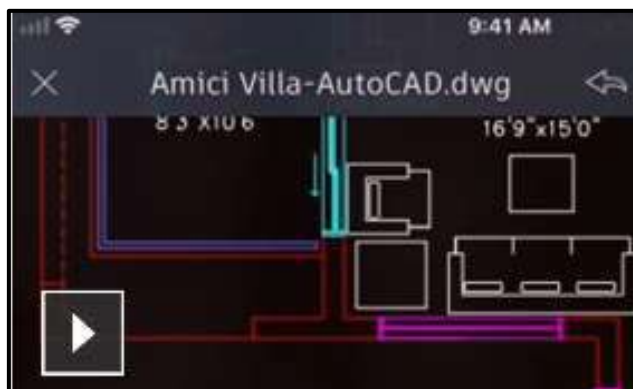
Acceda a cualquier archivo de dibujo DWG del software AutoCAD utilizando Autodesk Cloud y los principales proveedores de almacenamiento en la nube (Autodesk, 2021).



*Figura 17.* Conectividad de almacenamiento en la nube  
Fuente: AutoCAD, 2021

### **AutoCAD: en cualquier momento y en todo lugar**

Cree, edite y visualice dibujos CAD desde cualquier navegador utilizando la aplicación web de AutoCAD o la aplicación para móviles de AutoCAD (Autodesk, 2021)



*Figura 18.* AutoCAD: en cualquier momento y en todo lugar  
Fuente: AutoCAD, 2021

### **Global Mapper**

Es utilizado para el procesamiento de datos SIG (Sistema de Información Geográfica) que incluye cualquier tipo de información cartográfica. Una aplicación GIS poderosa y de un precio asequible que combina un conjunto completo de herramientas de procesamiento de datos espaciales y acceso a múltiples formatos de datos.

Este programa incluye todo lo que necesita de un GIS: interoperabilidad total con soporte de datos sin precedentes; facilidad de instalación y configuración; el equilibrio adecuado entre la amplia gama del procesamiento de datos y lo sencillo de uso; soporte técnico gratuito, ilimitado y realmente asequible (Danysoft, 2021).

- **Principales características**

- solución completa**

- Conjunto completo de herramientas con capacidad avanzada de creación, edición, visualización y análisis de datos (Danysoft, 2021).

- extenso soporte de formatos**

- Brinda soporte para formatos espaciales más populares y acceso a bases de datos espaciales de igual manera, populares (Danysoft, 2021).

### **procesado y análisis de datos geoespaciales**

Fácil manejo de datos de terreno en 3D, incluidas múltiples vistas de modelos, identificación de cuencas hidrográficas, escalado volumétrico, optimización de corte y relleno, creación de cuadrículas y personalización de terrenos, generación de perímetros y más (Danysoft, 2021).

### **procesado vectorial y ráster**

La capacidad de crear y editar datos rasterizados y vectoriales, desde dibujos sencillos e intuitivos hasta edición y enrutamiento de imágenes.

Cuenta con propiedades de edición, visualización de datos visuales y función de crear un detallado mapeo temático (Danysoft, 2021).

### **compartir datos**

Imprima y diseñe herramientas, cree archivos PDF geoespaciales y publíquelos en la web directamente en MangoMap, que es un servicio de mapas en la web muy fácil de usar. (Danysoft, 2021).

- **Facilidades**

El software transforma, edita, publica, imprime, crea series, particiones y permite al usuario realizar análisis espaciales avanzados como el Índice de Vegetación Natural (NDVI), análisis de cuencas, topografía, cálculos volumétricos y más funciones (Danysoft, 2021).

- **Beneficios**

Es completamente flexible. Trabaje con más de 200 formatos de archivo (ráster, vector, elevación. etc.) y al mismo tiempo en un entorno de trabajo (Danysoft, 2021).

- **Funciones relevantes:**

#### **Acceso Incorporado a Datos**

El programa admite más de 250 tipos de datos geoespaciales y brinda soporte

WMS integrado con acceso gratuito directo en línea a numerosos servidores de datos y proporcionan imágenes globales, mapas de topografía y datos de elevación. (Danysoft, 2021).

### **Procesamiento 3D y Herramientas de Elevación**

El visor 3D de Global Mapper le permite cargar cualquier dato en 3D, incluidas nubes de puntos 3D, elevación digital y características 3D. Todos estos se vuelven increíblemente realistas (Danysoft, 2021).

### **Potentes Herramientas de Procesamiento LIDAR**

Para ver y procesar dibujos de puntos LiDAR con más de mil millones de puntos o más. Con velocidades de procesamiento y visualización de datos mucho más rápidas, lo que facilita y agiliza la creación de modelos y rásteres de elevación. Si está en busca de una herramienta avanzada de análisis de nubes de puntos, eche un vistazo al módulo LiDAR. (Danysoft, 2021).

### **Para el Sector de Energía**

Global Mapper ahora incluye todas las funciones que previamente estaban disponibles en GlobalEnergyMapper, incluidos símbolos de petróleo y gas, herramientas de posicionamiento, excavación y relleno (Danysoft, 2021).

### **Geo-referenciación y orto-rectificación de imágenes**

Más rápido y más preciso ya que usa puntos de control existentes o también asignando coordenadas a píxeles previamente seleccionados (Danysoft, 2021).

### **Delimitación de cuencas y red de drenaje**

Analice cuencas hidrográficas, vistas y líneas de visión, y personalice las curvas de nivel que desee generar para cualquier punto geográfico. (Danysoft, 2021).

### **Generación de superficies en 3d y comparación de volúmenes**

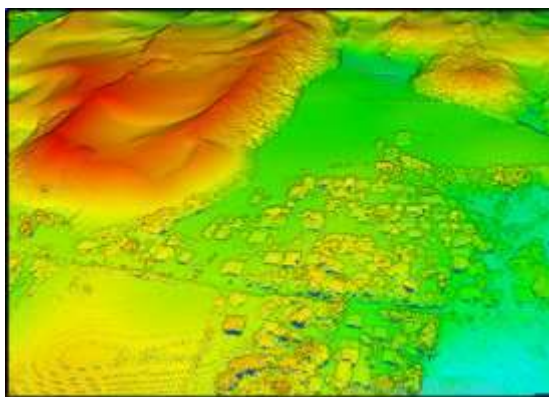
Facilita generar vistas en perspectiva 3D y la posibilidad de personalizar los sombreados. (Danysoft, 2021).

### **Perfiles longitudinales**

Simplemente cree una pista y automáticamente creará un perfil utilizando la cartografía base o un modelo digitalizado creado previamente. (Danysoft, 2021).

### **Nuevas funciones de Global Mapper v.22**

- ✓ los nuevos ajustes de iluminación del domo ocular en el visor 3D mejoran mucho la visualización de datos LiDAR. (Danysoft, 2021)
- ✓ Esta es una nueva función de iluminación del domo ocular. Esta nueva opción de representación en el visor 3D mejora la percepción de la profundidad oscureciendo el renderizado de algunos puntos y mejorando la perspectiva de la textura. (Danysoft, 2021)



**Figura 19.** Nuevas funciones de Global Mapper v.22  
Fuente: Danysoft Global Mapper, 2021

- **Mejoras:**

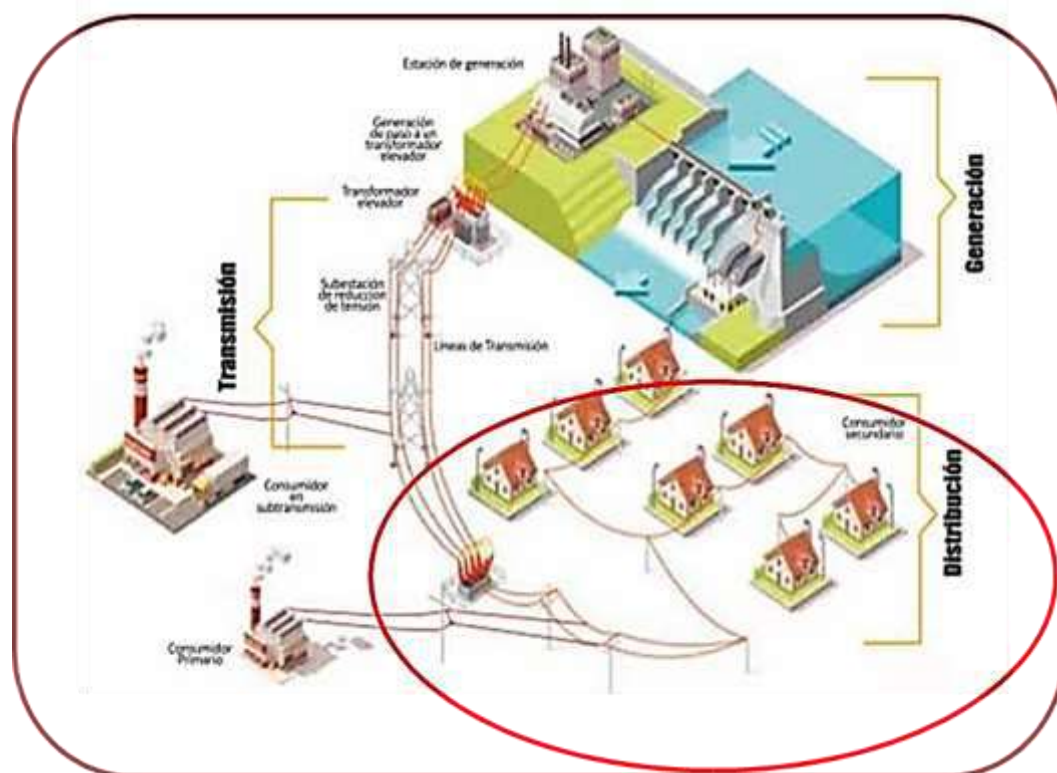
- ✓ Vea, transforme y analice prácticamente cualquier tipo de datos geoespaciales tanto en 2D como 3D, datos en la nube locales o remotos, datos rasterizados o vectoriales, archivos planos o bases de datos espaciales. (Danysoft, 2021)
- ✓ Interfaz completamente rediseñada con nuevas barras de herramientas, botones, ventanas que se modulan y una mejor gestión de los niveles de información. (Danysoft, 2021)



- ✓ Renderizado dinámico de renderizado 3D para mostrar completamente todo el rango geográfico de los datos en la pantalla. (Danysoft, 2021)
- ✓ Se ha mejorado significativamente la velocidad de visualización y exportación de formatos de datos de trama/terreno. (Danysoft, 2021)
- ✓ Potentes capacidades gráficas para crear mapas y atlas impresos de muy alta calidad. (Danysoft, 2021)

## Sistema de Distribución Eléctrico

La instalación de sistemas de distribución incluye la instalación de líneas y redes de transmisión primaria de media tensión (MT), subestaciones de distribución (SED), redes de distribución secundaria (BT), servicios privados y alumbrado público (AP). Las líneas y redes primarias transportan energía eléctrica en media tensión desde las redes de transmisión hasta las redes de distribución secundarias y/o conexiones de consumo masivo. La red de distribución secundaria también transporta energía eléctrica de baja tensión al usuario final. Finalmente, algunas de las conexiones entre la red secundaria y el medidor de electricidad se denominan conexiones. (Osinerming,2016, p. 21)



*Figura 20.* Sistemas de Distribución  
Fuente: OSINERMINING, 2016

## Características de los Sistemas de Distribución Eléctrica.

### Sistema de Distribución Primario (MT)

Es un conjunto de dispositivos o elementos utilizados para transferir electricidad desde una subestación de distribución a una subestación de media tensión y puede formar

parte de una subestación de distribución de MT/MT de menor capacidad o a una subestación de distribución que son tipo poste. (Bremes y Robles, 2016, p. 9)

### **Sistema de Distribución Secundario (BT)**

Las redes de distribución de electricidad en el sector público transmiten electricidad a los centros de transmisión. Allí se reduce el voltaje al valor de uso normal y se distribuye a los lugares de consumo, tales como viviendas unifamiliares, apartamentos, establecimientos comerciales, edificios de oficinas e industrias, con la tarea básica de proveer de energía al usuario principalmente. (Tuesta, 2017, p. 16)

### **Sistemas de Distribución Eléctrica Según su Ubicación Geográfica.**

#### **Sistema de distribución eléctrica Urbana**

Estas son las redes de distribución que existen dentro de las ciudades y/o dentro de las áreas urbanas de las ciudades. Las principales características de la red de distribución urbana son:

- Usuarios que se encuentran altamente concentrados.
- Cargas que son monofásicas y trifásicas.
- Comúnmente se utilizan postes de concreto armado centrifugado.
- También se deben tener en cuenta los parámetros de construcción y la ruta de la red debe coordinarse con redes como redes telefónicas, redes de agua y alcantarillado.
- Alta concentración de clientes industriales y de comercio.
- La distancia entre el soporte de media tensión y el soporte de baja tensión es hasta 50m.
- El mantenimiento preventivo intenta realizar trabajos en tensión para así evitar interrumpir el servicio. (Bremes y Robles, 2016, p. 10)

#### **Sistema de distribución eléctrica Rural**

Estas redes son responsables de entregar el servicio de electricidad a áreas separadas de ciudades administradas centralmente. Las áreas rurales no tienen carreteras y no están organizadas en bloques. A menudo se encuentran en áreas designadas para la

agricultura y la ganadería. Las principales características de una red de distribución rural son:

- Usuarios que están dispersos, es decir, lugares donde las residencias están lejos.
- Cuenta principalmente usuarios domésticos.
- Requiere de baja potencia.
- La distancia media entre apoyos es superior a 50 m.
- Habrá dificultad para acceder a algunas áreas de la red.
- La presencia de fallas en el circuito eléctrico por el contacto entre la red y las ramas de los árboles.

(Bremes y Robles, 2016, p. 10)

### **Tipos de Sistemas de Distribución según su Construcción**

#### **Subterránea**

Este tipo de red incluye la instalación de conductores eléctricos bajo la calle, fuera de la vista, directamente o a través de tuberías o conductos. Los conductores utilizados están aislados según la tensión de funcionamiento e incluyen unas capas de aislamiento y funda protectora.

Este tipo de red se utiliza principalmente en ciudades donde, por motivos de planificación urbanística, estética o por motivos de seguridad, no se recomienda o imposibilita el uso del sistema de aire. (Bremes y Robles, 2016, p. 11)

#### **Aérea**

En este tipo de red, los conductores apoyados sobre los aisladores se fijan sobre las vigas, a su vez, sobre los postes. En la red aérea también encontramos el uso de torretas o torretas sin travesaños. Los conductores utilizados son en su mayoría desnudos y el material de la estructura varía según el nivel y tipo de contaminación del área.

Estas redes son las que habitualmente se encuentran en los sistemas de distribución de un país. La principal razón para utilizar este tipo de red es el coste inicial de instalación, pero también tiene otras ventajas frente a la red subterránea.

Algunas son:

- Son los más comunes y por lo tanto trabajan con materiales fácilmente disponibles.
- Menor costo inicial de construcción.
- Menor tiempo en la etapa de construcción.
- El mantenimiento es relativamente fácil.
- La localización de las fallas es más sencilla ya que están a la vista.
- Menor tiempo en la reparación por alguna falla o desperfecto.

(Bremes y Robles, 2016, p. 12)

## **Materiales y Equipos para el Sistema de Distribución Eléctrica.**

### **Postes**

Constituyen la columna vertebral de la red de distribución de energía eléctrica, sirviendo de soporte a los suministros de media y baja tensión (dependiendo de: resistencia, longitud y materiales de construcción). (Bremes y Robles, 2016, p. 14)

### **Conductores**

El conductor es responsable de transportar la energía desde la subestación de distribución hasta las subestaciones de poste. es el elemento más delicado de toda la red de distribución ya que de su buen estado depende la calidad del servicio energético. (Bremes y Robles, 2016, p. 14)

### **Aisladores**

Son ellos los encargados de aislar las líneas estructurales o los llamados armados en cada uno de los postes ya sean de concreto, madera o reforzados con fibra de vidrio. Se utilizan según el grado de tensión y tipo de refuerzo de cada soporte. Los aisladores utilizados en anclajes y extremos de líneas difieren de los aisladores utilizados en direcciones de alineación y ángulos pequeños. (ya sean de porcelana, vidrio o polimérico). (Bremes y Robles, 2016, p. 14)

### **Retenidas y Anclaje**

Según el Código Eléctrico Nacional, Tomo IV (2006), nos dice que las retenidas, cuando se utilicen en postes de concreto, madera o reforzados con fibra de vidrio, deben ser suficientes para resistir las fuerzas laterales y minimizar la deflexión, en una posición inclinada, los terminales y conductores cambian en la línea. (p. 23)

El ángulo que forma el cable de la retenida ya sea vertical o inclinada con el eje del poste, de los diferentes materiales que hay en el mercado, no debe ser inferior a 30°.

### **Material de Ferretería**

Todos los elementos de hierro y acero, tales como abrazaderas de suspensión, abrazaderas de anclaje, pernos y herrajes, obligatoriamente serán galvanizados en caliente para protegerlos de la corrosión. (Código Nacional de Electricidad, Tomo IV, 2006, p. 103)

### **Transformador**

En un sistema de distribución, todos los transformadores se utilizan para reducir el nivel de voltaje de la energía eléctrica en ese punto.

Las relaciones de variación de tensión más comunes en la distribución se muestran en la siguiente tabla. (Bremes y Robles, 2016, p. 15)

**Tabla 3:**  
*Potencia nominal de transformadores*

	<b>Monofásico</b>	<b>Trifásico</b>	
	15	50	400
	25	75	500
	37,5	100	630
	50	160	800
	75	250	1000
	100	315	1600

Fuente: (CNE – Tomo IV, pág. 88).

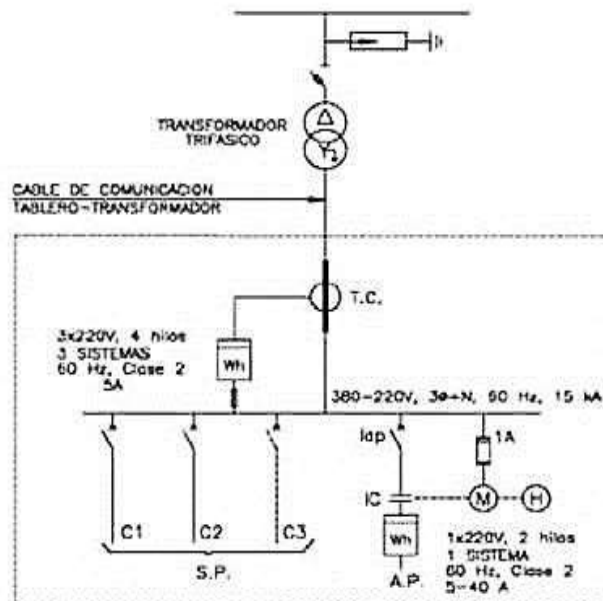
### **Tablero de Distribución**

Es uno de los componentes más importantes de un sistema eléctrico, que comprende los sistemas auxiliares de los circuitos eléctricos.

Para este estudio se diseñarán tableros de distribución de acuerdo a la configuración y capacidad de cada subestación de distribución. Cumplirán con la ETS-LP-26 de la norma de la DGE “Especificaciones técnicas para el suministro de materiales y equipos de líneas y redes primarias para la electrificación rural”.



**Figura 21.** Tableros de distribución  
Fuente: DGER/MINEM, 2003



**Figura 22.** Diagrama unifilar de tablero de distribución.  
Fuente: DGER/MINEM, 2011

## Cálculos eléctricos para el diseño de las redes de distribución en baja tensión

### Características Eléctricas del Sistema

Los beneficiarios serán abastecidos con energía monofásica y para efectos del diseño eléctrico de la red de servicio privado y alumbrado público, se han identificado las siguientes características específicas del sistema:

- Sistema : 440/220 V
- Conductores : Autoportante de AAAC aislado.
- Neutro portante : conductor de Aleación de aluminio desnudo función mecánica y eléctrica
- Tensión fase – neutro : 220 V.
- Frecuencia nominal : 60 Hz.
- Altitud : 2 000 m.s.n.m. a 4 800 m.s.n.m.

La tensión de funcionamiento de una carga monofásica para servicio especial y alumbrado público será de 220 V medida entre el conductor de fase y el conductor neutro.



## Configuración Topológica

Para el diseño de las redes secundarias en esta presente investigación se tendrá en cuenta las siguientes consideraciones para definir su configuración topológica:

- Ubicar los circuitos de tal manera que deben estar radialmente alejados de la subestación, evitando que regresen a la subestación para reducir la caída de voltaje.
- Siempre que sea posible, los circuitos deben colocarse en el frente de una sola calle.
- Deben evitarse los circuitos cruzados de diferentes subestaciones.
- Se debe evitar el cruce de circuitos de diferentes subestaciones.
- En localidades con configuración urbano-rural, se deben establecer circuitos, en la medida de lo posible, para aprovechar las subestaciones de la red principal.

## Cálculo de la Máxima Demanda

La calificación eléctrica para servicios particulares se determina tomando en cuenta los resultados del estudio de mercado eléctrico y los valores especificados en la norma DGE RD 031-2003-MEM

Para la clasificación de las localidades se tiene en cuenta el nivel de desarrollo social y económico, la accesibilidad a las vías de transporte y la formación urbana, entre otros, y con estas premisas se concluye que las localidades corresponden al Tipo II Según los resultados del estudio del mercado eléctrico se puede asignar lo siguiente:

**Tabla 4:**  
*Calificación Eléctrica Servicio Particular*

TIPO	POTENCIA
TIPO II	400W/L

**Fuente:** Elaboración Propia

La calificación eléctrica para cargas especiales se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 5:**  
*Calificación Eléctrica Cargas Especiales*

ITEM	CARGAS USO GENERAL	CÓDIGO	CALIFICACIÓN ELÉCTRICA TIPO II
1	Iglesia	G1	0,8 kW
2	Municipio	G2	0,8 kW
3	Local Comunal	G4	0,8 kW
4	Tienda	G8	0,8 kW
5	Otros	G9	0,8 kW

ITEM	CARGAS ESPECIALES	CÓDIGO	CALIFICACIÓN ELÉCTRICA TIPO II
1	Posta Médica	E2	1 kW
3	I.E Nivel Secundaria	E4	1 kW
4	I.E Nivel Primaria	E5	1 kW
5	I.E Nivel Inicial	E6	1 kW
6	Otros	E9	1 kW

Fuente: Elaboración Propia

### Factor de simultaneidad

Cargas de servicio particular : 0,5  
Cargas de alumbrado público : 1,00

### Cargas Domiciliarias ( $MD_{CD}$ ):

Se tiene la siguiente expresión:

$$MD_{CD} = W_{LOTE} * N_{LOTE} * f * s \dots\dots\dots(1)$$

Dónde:

$W_{LOTE}$  : Calificación eléctrica (W/Lote)

$N_{LOTE}$  : Número total de lotes (Lote)

$f * s$  : Factor de simultaneidad

### **Cargas Especiales (*MDCE*)**

La calificación de la demanda para cargas especiales se basará en esa carga en particular, con un factor de simultaneidad de 1.0. Tenemos la siguiente expresión:

$$MDCE = \sum NCE * WCE * f * s \dots\dots\dots (2)$$

Dónde:

**NCE** : Número de Cargas Especiales (W/Lote).

**WLOTE** : Calificación eléctrica (W/Lote).

**f. s.** Factor de Simultaneidad.

Entonces la demanda máxima para el servicio domiciliario sería:

$$MDSP = MDCE + MDCE \dots\dots\dots (3)$$

### **Cargas de Alumbrado Público y Selección de Luminaria Optima**

Las lámparas de alumbrado que se emplearán serán Lámparas Led de 30 W con el equivalente de lúmenes de las de Vapor de Sodio de Alta Presión con una eficiencia lumínica de 100 Lm/W

**Tabla 6:**  
*Lámparas De Alumbrado Público*

Tipo de	Potencia	Eficiencia lumínica
Lámpara	(W)	(lm/W)
Led	30	100

**Fuente:** Elaboración Propia

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

Según la DGE R.D. N° 017-2003-EM/DGE, el número de Luminarias en una localidad se determina de acuerdo al siguiente procedimiento:

Se tiene la siguiente formula:

$$\text{CMAP} = \text{KALP} \times \text{NU} \dots\dots\dots (4)$$

Donde:

CMAP : Consumo mensual de alumbrado público en kWh

KALP : Factor de AP en kWh/usuario-mes

NU : Número de Usuarios de la localidad

El Factor KALP es el correspondiente al Sector Típico SER (*SER calificados por el MINEM según la Ley General de Electrificación Rural*): KALP= 6,3

Para calcular el número de luminarias o puntos de iluminación, es necesario considerar la potencia promedio de la lámpara y las horas de servicio mensual de alumbrado público (NHMAP). Se aplica la siguiente fórmula

$$\text{PI} = (\text{CMAP} \times 1000) / (\text{NHMAP} \times \text{PPL}) \dots\dots\dots (5)$$

Donde:

PI : Puntos de Iluminación

CMAP : Consumo mensual de alumbrado público en kWh

NHMAP : Número de horas mensuales del servicio alumbrado público (horas/mes)

PPL : Potencia nominal promedio de la lámpara de alumbrado público en Watts

- La cantidad de puntos de iluminación (PI), si es decimal se debe redondear al entero inferior.
- El número de horas al mes del servicio de alumbrado público (NHMAP) dependerá de su control de encendido y apagado:
  - Tipo de control NHMAP (horas/mes)
  - Célula fotoeléctrica 360
  - Horario Número de horas diarias programadas multiplicada por 30

- La potencia nominal promedio de la lámpara de alumbrado público (PPL) comprende la potencia nominal de la lámpara más la potencia nominal de sus accesorios de encendido (50+10 W).
- El número de horas al día de alumbrado público considerado estará comprendido entre 8 y 12 horas.
- La cantidad de luminarias se indica en los planos de red secundaria en los respectivos anexos, con las consideraciones indicadas.

Entonces la máxima demanda de Alumbrado público (**MDap**) se expresaría de la siguiente manera:

$$MDap = \sum WLAMP * NLAMP * f * s \dots\dots\dots(6)$$

Donde:

**WLAMP:** Potencia de lámpara + pérdidas de equipo auxiliar (W/Lamp.)

**NLAMP:** Número total de lámparas.

**f \* s:** Factor de simultaneidad.

**Máxima Demanda Actual**

Se tiene la siguiente expresión  $MDa = MDsp + MDap \dots\dots\dots(7)$

**Máxima Demanda Proyectada (MDp)**

La máxima demanda proyectada se calculará con un horizonte para 20 años.

$$MDp = MDa * (1+i)^n \dots\dots\dots(8)$$

Donde

**MDP:** Máxima demanda proyectada (kW)

**MDa:** Máxima demanda actual (kW)

**i:** Tasa de crecimiento poblacional (%)

**n:** Años proyección (años)

La tasa de crecimiento poblacional (i), es 1,5% según (INEI, 2015)

### **Resistencia de Aislamiento**

La Norma DGE R.D. N° 031-2003-EM/DGE, establece que para determinar el nivel de aislamiento se considerará las condiciones de operación del sistema:

Sistema	Autoportante.
Tensión nominal del sistema	: 440/220 V
Contaminación ambiental	: Ligera

La resistencia de aislamiento entre fases en ningún caso será inferior a 10 MΩ y entre fase y tierra en ningún caso será inferior a 5 MΩ.

### **Cálculo de Impedancia de Conductores**

La impedancia de los conductores es una magnitud que mide cómo un circuito conduce fácilmente la corriente cuando un voltaje funciona con él, esta impedancia depende de la resistencia y reactancia del conductor.

### **Cálculo de Resistencia Eléctrica del Conductor.**

Según la Norma DGE R.D. N° 031-2003-EM/DGE, establece la siguiente formula:

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

Dónde:

r 40° C : resistencia eléctrica del conductor a 40°C

r 20° C : resistencia eléctrica del conductor a 20°C

$\alpha$  : Coeficiente de corrección de temperatura 1/°C: 0,0036

t2 : 40° C

### Cálculo de Reactancia Inductiva.

De acuerdo a la Norma DGE R.D. N° 031-2003-EM/DGE, se tiene:

$$X1 = \frac{0,1746 \times \text{Log}DMG}{RMG}$$

Dónde:

DMG = Distancia media geométrica

RMG = Radio medio geométrico

Los factores de caída de tensión se muestran en las Figuras 23 y 24

FORMACIÓN	RESISTENCIA DEL CONDUCTOR DE FASE (ohms/Km)		ALUMBRADO PÚBLICO (ohms/Km)		RESISTENCIA DEL CONDUCTOR NEUTRO (ohms/Km)	
	A 20° C	A 40° C	A 20° C	A 40° C	A 20° C	A 40° C
2x25+1x16/25	1,200	1,285	1,910	2,045	1,38	1,478
2x25/25	1,200	1,285	-	-	1,38	1,478
2x16+16/25	1,910	2,045	1,910	2,045	1,38	1,478
2x16/25	1,910	2,045	-	-	1,38	1,478
1x16+1x16/25	1,910	2,045	1,910	2,045	1,38	1,478
1x16/25	1,910	2,045	-	-	1,38	1,478

**Figura 23.** Resistencia del conductor

Fuente: Elaboración Propia

FORMACIÓN	REACTANCIA INDUCTIVA (ohms/Km)		FACTOR DE CAIDA DE TENSION K			CAPACIDAD CORRIENTE A 40° C	
	XL(30)	XL(10)	(380-220V)	(440-220)	(220V)AP	Cond. Fase	C
2x25+1x16/25	0,093	0,109	-	3,776	3,272	83	
2x25/25	0,093	0,109	-	3,776	3,272	83	
2x16+16/25	0,095	0,096	3,538	3,765	3,272	64	
2x16/25	-	0,096	-	3,765	3,272	64	
1x16+1x16/25	0,096	0,096	-	3,765	3,272	64	
1x16/25	-	0,094	-	-	3,272	64	

**Figura 24.** Reactancia Inductiva

Fuente: Elaboración Propia

### Cálculo de Caída de Tensión y pérdidas de potencia y energía

#### Cálculo de caída de tensión.

Según la Norma DGE R.D. N° 031-2003-EM/DGE, la fórmula para calcular redes aéreas es la siguiente:

$$\Delta V = K \times I \times L \times 10^{-3}$$

Donde:

I : Corriente que recorre el circuito, en A

L : Longitud del tramo, en m

k : Factor de caída de tensión

Para circuitos trifásicos :  $k = \sqrt{3} \times (r_1 \cos\phi + X_1 \text{sen}\phi)$

Para circuitos monofásicos :  $k = 2 \times (r_2 \cos\phi + X_2 \text{sen}\phi)$

### **Caída de tensión y pérdida de energía.**

Según la Norma DGE R.D. N° 031-2003-EM/DGE, la caída máxima de tensión entre la subestación de distribución y el extremo terminal más alejado de la red no deberá exceder el 7% de la tensión nominal, es así que tenemos:

- Sistema 440/220 V : 30,8V

Y la pérdida de energía no mayor a 3%.

## **CÁLCULOS MECÁNICOS PARA EL DISEÑO DE LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN**

### **Consideraciones del diseño Mecánico**

#### **Distancias de Seguridad**

De acuerdo a la Norma DGE R.D. N° 031-2003-EM/DGE Para el diseño de las redes secundarias se respetará las alturas mínimas sobre la superficie del terreno, las definidas para zonas rurales, las distancias mínimas requeridas se presentan a continuación:

En lugares accesibles sólo a peatones : 5,0 m

En zonas no accesibles a vehículos o personas : 3,0 m

En lugares con circulación de maquinaria agrícola : 6,0 m

A lo largo de calles y caminos en zonas urbanas : 6,0 m

En cruce de calles, avenidas y vías férreas : 6,5 m



En cruce de calles y caminos en zonas rurales : 5,5 m  
 A lo largo de calles y caminos en zonas rurales : 5,0 m

## Calculo Mecánico de Conductores

### Hipótesis de Estado

Los cálculos mecánicos de conductores tienen la finalidad de determinar las tensiones y flechas en las diversas condiciones de operación., y se han calculado sobre la base de las prescripciones de la Norma DGE RD 031 – 2 003 - MEM y las condiciones climatológicas del área del proyecto.

### Condiciones Climatológicas:

Las características climatológicas de las zonas del proyecto registradas por el **SENAMHI** se muestran en la Tabla 09:

NOMBRE DE LA ESTACION METEOROLOGICA	HUANCAVELICA
TIPO	Convencional, Meteorológica
ALTITUD	3 715 m.s.n.m.
TEMPERATURA MEDIA	9,4
TEMPERATURA MAXIMA	22,7
TEMPERATURA MINIMA	-5,4
UTM WGS84 18L (N/E)	8 588 128 / 498 654
PROVINCIA	HUANCAVELICA

*Figura 25.* Datos Climatológicos del SENAMHI en la Zona del Proyecto  
 Fuente: Senamhi

Por otro lado, teniendo en cuenta la zonificación del territorio del Perú y las cargas definidas por el Código Nacional de Electricidad Suministro 2011, se ha planteado las siguientes hipótesis:

HIPOTESIS POR AREA				AREA DE ESTUDIO 3 001 – 4 800 msnm
<b>HIPOTESIS 1</b>	<b>Estado Templado (EDS inicial)</b>	% EDS		15
		Temperatura Media Anual	°C	9,4
		Velocidad del viento	Km/h	0
		Sobre carga del hielo	mm	0
<b>HIPOTESIS 2</b>	<b>De Máximo Esfuerzo</b>	Temperatura Media Anual	°C	9,4
		Velocidad del viento máx.	Km/h	90
		Sobre carga del hielo	mm	0
<b>HIPOTESIS 3</b>	<b>De Máxima Temperatura</b>	Temperatura máx. + CREEP	°C	40
		Velocidad del viento	Km/h	0
		Sobre carga de hielo	mm	0
<b>HIPOTESIS 4</b>	<b>De Mínima Temperatura</b>	Temperatura Mínima	°C	-5,4
		Velocidad del viento máx.	Km/h	0
		Sobre carga de hielo	mm	0

*Figura 26.* Hipótesis de Estado  
Fuente: Elaboración Propia

### **Esfuerzos Permisibles en los Conductores**

El esfuerzo del conductor portante de aleación de aluminio será en todos los casos, de 43,58 N/mm<sup>2</sup>, aproximadamente 15% del esfuerzo de rotura del conductor.

El esfuerzo máximo del conductor no superará 150 N/mm<sup>2</sup>.

Se analizó los esfuerzos en el conductor en la condición EDS, considerando todas las cargas con el fin de que el esfuerzo en el conductor portante no exceda el máximo admitido, finalmente se llegó a la siguiente conclusión:

- Vanos normales: 43,58 N/mm<sup>2</sup> (15% del Esfuerzo de rotura del conductor)
- Vanos flojos : 19,5 N/mm<sup>2</sup> (7% del Esfuerzo de rotura del conductor).

La definición de los esfuerzos en los vanos ha sido para reducir los esfuerzos máximos y no sobrepasar los límites establecidos para estos conductores.

### **Cálculo de Cambio de Estado**

De acuerdo a la Norma DGE R.D. N° 031-2003-EM/DGE, los cálculos de cambio de estado se han efectuado mediante la ecuación cúbica cuya expresión matemática es:

$$T_2^3 - \left[ T_1 - \frac{d^2 E W_1^2}{24 S^2 T_1} - \alpha E (t_2 - t_1) \right] T_2^2 = \frac{d^2 E W^2}{24 S^2}$$

Dónde:

$T_1$  : Esfuerzo en el conductor en el punto más bajo, para la condición i, en N/mm<sup>2</sup>.

$d$  : Vano de cálculo, en m.

$E$  : Módulo de elasticidad final del conductor, en kg/mm<sup>2</sup>

$S$  : Sección del conductor en mm<sup>2</sup>

$W_1$  : Carga en el conductor en la condición i

$t_i$  : Temperatura en la condición i

$\mu$  : Coeficiente de dilatación (1/°C)

Deberán considerarse longitudes de vanos desde 16 m hasta 70 m con incrementos de vano de 2 m y desde 70 m hasta 130 m con incrementos de vano de 5 m.

### **Cálculo de la flecha máxima (f)**

La flecha viene dada por:

$$F = \frac{W_r \cdot L^2}{8 \cdot A \cdot \sigma}$$

### **Cálculo del peso total del conductor en la hipótesis I ( $W_r$ )**

$$W_r = \sqrt{W_c^2 + P_v^2} \text{ N/m}$$

$$P_v = K \cdot V^2 \cdot D \text{ N/m}$$

$W_c$  : Peso propio del conductor (N/m)

$V$  : Velocidad del viento (km/h)

$D$  : Diámetro exterior del conductor (m)

$P_v$  : Peso adicional debido a presión del viento (N/m)

$K$  : Coeficiente de las superficies cilíndricas (0,0042)

## **Selección y Cálculo de Prestaciones de las Estructuras**

### **Cálculo Mecánico De estructuras**

Las estructuras están diseñadas para soportar cargas verticales, transversales, longitudinales y su aplicación simultánea. El objetivo de estos cálculos es determinar las cargas mecánicas en los postes de madera (que se utilizara en este presente estudio), cables de retenidas y accesorios, siendo así que, en las condiciones más críticas, es decir, a temperatura mínima y máxima velocidad de viento, no se superen los esfuerzos máximos previstos en el Código Nacional de Electricidad Suministro 2001 y Norma DGE RD 031 – 2 003 - MEM.

Para el cálculo mecánico de estructuras en hipótesis de condiciones normales, se han considerado las siguientes cargas:

- **Cargas Horizontales:** es la carga debida al viento sobre los conductores y las estructuras y carga debido a la tracción del conductor en ángulos de desvío topográfico, con un coeficiente de seguridad de 2. (Lara, 2020, p. 51)
- **Cargas verticales:** Es debida al peso de los conductores, aisladores, peso adicional de un hombre con herramientas y componente vertical transmitida por las retenidas en el caso que existieran, con un coeficiente de seguridad de 2. (Lara, 2020, p. 51)
- **Cargas Longitudinales:** Son cargas que se producen por diferencia de distancia de vanos en cada conductor. (Lara, 2020, p. 51)

De acuerdo al análisis de los factores mencionados se ha definido que todos los postes serán de 9,14 m. También en todas las estructuras con retenida se ha verificado las cargas verticales con el fin de compararlas con la carga crítica y verificar la falla del poste por pandeo.

## Factores de Seguridad

Los factores de seguridad respecto a la carga de rotura, en condiciones normales, serán las siguientes:

- Postes de Madera : 2,5
- Cables de retenida : 2
- Accesorios de ferretería : 2

No se efectuarán cálculos en condiciones de emergencia, es decir, con rotura de conductor.

## Características de las Estructuras

### Postes de Madera

**Tabla 7**

*Características de los postes de madera*

Longitud del poste (m)	8	11
Grupo / Clase	07	C/6
Diámetro en la punta (mm)	120	140
Diámetro en la línea de empotramiento (mm)	200	240
Coefficiente de Seguridad	2,5	2,5
Carga de Rotura (N)	5000	6670

Fuente: Elaboración Propia

### Cable de Acero de Grado Siemens Martin

**Tabla 8**

*Características de cable de Acero de Grado Siemens Martin*

Clase de Galvanizado según Norma ASTM	B
Diámetro nominal (mm)	10
Nº de alambres	7
Diámetro de cada alambre (mm)	3,04
Sección Nominal (mm <sup>2</sup> )	50
Carga de Rotura Mínima (khl)	30,9
Peso Unitario (kg/m)	0.4

Fuente: Elaboración Propia

### Conductores Autoportantes

Los conductores autoportantes deberán estar a 0,20 m de la cima del poste. Para el presente estudio se tomó en cuenta conductores autoportantes para las condiciones más críticas de las siguientes formaciones:

1x16/25

1x16+1x16/25

**Formulas Aplicables Para el Cálculo de Estructuras de acuerdo a la normativa vigente del Ministerio de Energía y Minas (MINEM)**

Momento debido a la carga del viento sobre los conductores:

$$MVC = (Pv)(d)(\varphi c)(\sum hi) \cos(\alpha/2)$$

Momento debido a la carga de los conductores:

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

Momento debido a la carga de los conductores en estructuras terminales

$$MRT = T_c(\sum hi)$$

Momento debido a la carga del viento sobre la estructura

$$MVP = \frac{[(Pv)(hl)^2(Dm+2D_0)]}{600}$$

Momento debido al desequilibrio de cargas verticales

$$MCW = (Bc)[(Wc)(d)(Kr) + WCA + WAD]$$

Momento total para hipótesis de condiciones normales, en estructura de alineamiento, sin retenidas

$$MRN = MVC + MTC + MCW + MVP$$

Momento total en estructuras terminales

$$MRN = MTC + MVP$$

Carga en la punta del poste de madera, en hipótesis de condiciones normales:

$$R_H = \frac{MRN}{3,13 \cdot 10^{-5} \cdot C^3}$$

Carga crítica en el poste de madera debida a cargas de compresión:

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 x E x I}{(k x l)^2}$$

$$I = \frac{\pi x D m^3 x D o}{64}$$

Deflexión Máxima del Poste

$$\delta = \frac{MRN}{3 \times E \times I} \leq 4\%$$

Donde:

- $P_v$  Presión del viento sobre superficies cilíndricas, en Pa.
- $d$  Longitud del vano-viento, en m
- $T_c$  Carga del conductor, en N
- $\phi_c$  Diámetro del conductor, en m
- $\alpha$  Angulo de desvío topográfico, en grados
- $D_o$  Diámetro del poste en la cabeza, en cm
- $D_m$  Diámetro del poste en la línea de empotramiento, en cm
- $h_l$  Altura libre del poste, en m
- $h_i$  Altura de la carga  $i$  en la estructura con respecto al terreno, en m
- $h_A$  Altura del conductor roto, respecto al terreno, en m
- $B_c$  Brazo de la cruceta, en m
- $K_r$  Relación entre el vano-peso y vano-viento
- $W_c$  Peso del conductor, en N/m
- $W_{CA}$  Peso del aislador tipo PIN o cadena de aisladores, en N
- $W_{AD}$  Peso de un hombre con herramientas, igual a 1 000 N
- $C$  Circunferencia del poste en la línea de empotramiento en cm
- $E$  Módulo de Elasticidad del poste, en  $N/cm^2$
- $I$  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
- $h_c$  Lado de cruceta paralelo a la carga, en cm
- $b$  Lado de cruceta perpendicular a la carga, en cm
- $\Sigma QV$  Sumatoria de cargas verticales, en N (incluye peso de aislador, conductor y de 1 hombre con herramientas).

## **Calculo, Diseño y Configuración de Cimentaciones**

El cálculo de las cimentaciones de los postes se basa en su estabilidad, para ello se utiliza el método de Sulzberger; este método se aplica según la capacidad portante del tipo de terreno donde se va a efectuar la instalación de los Postes de Redes Secundarias. (Tuesta, 2017, p.23)

En los Resultados, se presenta el detalle de cimentación en postes de madera para redes secundarias, donde los postes serán enterrados directamente al terreno y el relleno se realizará con la base de Material Clasificado-Propio compactado para postes de madera, es decir, sin macizo de concreto.

### **Calculo Mecánico de Retenidas.**

Para diseñar la cimentación de las retenidas tanto inclinadas como verticales, se empleó el método de fuerzas en un elemento en equilibrio.

La cimentación para la retenida se compone de una excavación prismática, de dos secciones: triangular y rectangular. Sobre la varilla metálica de la retenida actuará una fuerza de tracción, la cual tratará de arrancar el bloque de concreto enterrado en el extremo de la varilla. (Zavaleta, 2016, p.28)

Para el cálculo de retenidas se considerará cable de acero grado SIEMENS-MARTIN de 10 mm de diámetro. El ángulo de inclinación respecto del cable de retenida respecto al eje vertical será de 30°. (Ministerio de Energía y Minas [MINEM], 2003, p. 12)

### **Bases de cálculo**

El cable de acero de la retenida tendrá una carga de rotura mínima de 30,92 kN.

La retenida deberá soportar la carga mínima ocasionada por el tiro longitudinal de los conductores y sin exceder al 50% de su carga de ruptura (c.s. = 2). Estos para postes terminales de derivación.

La retenida se anclará a una separación promedio de 4m (máximo 6m y mínimo 3m) y a un ángulo al poste superior a 30°.



### **Cálculo de retenida en poste terminal**

Se tendrá en cuenta los siguientes factores

hp	:	Altura de fijación de la retenida (m)
l	:	Altura de la fuerza equivalente(m)
$\alpha$	:	Angulo de la retenida
Tr	:	Tiro de rotura
e	:	Distancia del pie de la retenida al poste(4m)
$\beta$	:	Arctg e/hp

Por la condición de equilibrio se tiene que el momento resultante producido por la  $F_e$  y la componente longitudinal  $F_r$  es nulo alrededor del punto de empotramiento:

$$M = l.F_e - hp.F_r$$

### **Cálculos eléctricos para el diseño de las redes en media tensión**

#### **Aspectos Generales**

La presente investigación se ha desarrollado, en conformidad a las prescripciones de las Normas Técnicas de la Dirección General de Electricidad para Electrificación Rural y el Código Nacional de Electricidad Suministro 2 011 y normas Internacionales:

D 016 – 2 003 - EM: Especificaciones Técnicas de Montaje de Líneas y Redes Primarias para Electrificación Rural.

RD 018 – 2 003 - EM: Bases para el Diseño de Línea y Redes Primarias para Electrificación Rural.

RD 024 - 2 003 - EM: Especificaciones Técnicas de Soportes Normalizados de Líneas y Redes Primarias para Electrificación Rural.

RD 026 - 2 003 - EM: Especificaciones Técnicas para el Suministro de Materiales y Equipos de Líneas y Redes Primarias para Electrificación Rural.

RD 030 – 2 003 - EM: Especificaciones Técnicas para levantamientos Topográficos para Electrificación Rural.

RD 016-2008-EM/DGE: Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos Rurales.

Ley de Concesiones Eléctricas y su Reglamento.

Código Nacional de Electricidad Suministro 2 011.

Guía de Estudios de Impacto Ambiental para las Actividades Eléctricas.

Normas internacionales IEC, ANSI-IEEE, VDE, REA y DIN.

Datos de Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología de Perú (SENAMHI).

### **Características Eléctricas del sistema**

Para los efectos del diseño eléctrico de líneas y redes primarias se tendrán en cuenta las siguientes características:

**Tabla 9**

#### *Características Eléctricas del Sistema*

Tensión nominal del sistema (kV)	22,9/13,2	
Tensión máxima de servicio (kV)	25/14,5	
Frecuencia del sistema	60 Hz	
Factor de potencia	0,90 (atraso)	
Potencia de cortocircuito mínima	200 MVA	
Nivel isoceraúnico	40	
Conexión del neutro	Efectivamente puesta a tierra	Neutro aislado

**Fuente:** Elaboración Propia

### **De la Ruta de Línea**

El planteamiento y selección de la ruta de las líneas primarias se basó en el análisis de los siguientes criterios y normas de seguridad, ordenados según su importancia:

- Evitar el paso por zonas con vestigios arqueológicos.
- Obtener tramos de línea con la menor longitud posible, tanto en los circuitos troncales como en los ramales.
- Procurar la accesibilidad necesaria a fin de facilitar las labores de construcción y mantenimiento.
- Evitar el paso por zonas protegidas por el estado (D.S. N° 010-90-AG).
- Evitar el paso por terrenos inundables, suelos hidro mórficos, cauces naturales

provocados por lluvias, terrenos con pendiente pronunciada en los que sean frecuentes las caídas de piedras y/o árboles y geológicamente inestables.

- Minimizar la afectación de terrenos de propiedad privada.
- Desarrollo del trazo de la ruta cercana a las carreteras, aprovechando accesos existentes como trochas comunales; y respetando los derechos de vía en las carreteras. Esto permitirá la reducción de los impactos al área de influencia del proyecto, que implica crear menos accesos para el transporte, construcción, operación y mantenimiento de la obra.
- Minimizar los fuertes ángulos de desvío, lo cual implica optimizar los suministros de materiales.

#### **Distancias mínimas de seguridad:**

Según la norma **RD – 018 - 2 003 - EM/DGE** (Bases para el Diseño de Línea y Red Primaria para Electrificación Rural) se establece las siguientes distancias mínimas de seguridad, que se deberán respetar para el diseño de líneas y redes primarias:

- En lugares accesibles sólo a peatones : 5,0 m
- En laderas no accesibles a vehículos o personas : 3,0 m
- En zonas donde circule maquinaria agrícola : 6,0 m
- En las calles y caminos en zonas urbanas : 6,0 m
- En cuanto al cruce de calles, avenidas y vías férreas : 7,0 m

La distancia mínima al suelo indicada en el párrafo anterior es perpendicular y determinada a la temperatura máxima esperada, salvo la distancia a taludes inaccesibles, que será radial y determinada a la temperatura de estado final EDS y la declinación con máxima carga del viento.

En áreas no urbanas, las líneas primarias corren fuera del derecho de vías de carreteras. De no existir una ley suprema que dé prioridad a estas vías, se adoptará la distancia mínima del eje vial al eje de línea primaria que dé el CNE de suministro y que será lo siguiente:

En carreteras vecinales	: 15 m
En carreteras departamentales	: 20 m

Las distancias mínimas a terrenos boscosos o a árboles aislados serán:

Distancia vertical entre el conductor inferior y los árboles: 2,50 m

Distancia radial entre el conductor y los árboles laterales: 0,50 m

Estas distancias verticales se determinarán a una temperatura máxima de 40°C, y las distancias radiales se determinarán a la temperatura bajo EDS e inclinación con máximo esfuerzo de viento. En áreas donde existe el riesgo de que los árboles caigan sobre los conductores, se puede aumentar el espaciado radial.

### **Parámetros de los Conductores**

La resistencia de los conductores a la temperatura de operación se calculará mediante la siguiente fórmula.

$$R_1 = R_{20} [1 + 0,0036(t - 20^\circ)]$$

Dónde:

$R_{20}$ : Resistencia del conductor en c.c. a 20 °C

$t$  : 20 °C (Temperatura máxima de operación, en °C).

En la Tabla 34 que se detalla en la parte de los Resultados, se consignan los valores de resistencia de los conductores a 20 °C y 40 °C,

La resistencia equivalente para sistemas con retorno total por tierra será:

$$R_t = R + (60\pi^2 \times 10^{-3}) \quad \Omega / km$$

Reactancia inductiva para sistemas bifásicos equilibrados las fórmulas a emplearse serán las siguientes:

$$X_L = 377 \times \left( 0,5 + 4,6 \times \log \left( \frac{DMG}{r} \right) \right) \times 10^{-4} \dots \quad [\Omega / Km]$$

Dónde:

DMG : Distancia media geométrica, es igual a 1,20 m.

r : Radio del conductor, en m.

Los valores calculados se muestran en la parte de los Resultados, en la Tabla 35

Reactancia Inductiva para sistemas monofásicos a la tensión entre fases

La fórmula es la misma que para sistema trifásico, pero la distancia media geométrica (DMG) será igual a 2,20 mm.

Los valores calculados se consignan en la parte de los resultados, en la Tabla 35

Reactancia inductiva para sistemas monofásicos a la tensión de fase

La fórmula es la misma que para sistemas trifásicos, pero la distancia media geométrica (DMG) será igual a 1,20 m

Los valores calculados se consignan en la parte de los resultados en la Tabla 35

Reactancia inductiva equivalente para sistemas monofásicos con retorno total por tierra.

$$X_{LT} = 0,1734 \times \log \left( \frac{De}{Ds} \right), \text{ en } \Omega / Km$$

Dónde:

$$De = 85 \sqrt{\rho} \text{ Diámetro equivalente, en m}$$

$$Ds = 2,117r' \text{ Radio equivalente del conductor para conductor de 7}$$

alambres.

$\rho$  : Resistividad eléctrica del terreno, se considera 250  $\Omega$ -m

$r'$  : Radio del alambre del conductor, en m

en la Tabla 20 se consignan los valores calculados para los conductores de probable uso,

## Análisis del Sistema Eléctrico

### Caída de Tensión y Perdidas en la Línea Primaria

De acuerdo a la Dirección General De Electricidad (**DGE**), De acuerdo al Código Nacional de Electricidad, se establece que, desde el terminal de salida del sistema alimentador hasta el lado primario de la subestación de distribución, que es el más distante eléctricamente, no debe exceder  $\pm 3.5\%$  de la tensión nominal para alimentadores urbanos y  $6\%$  para alimentadores locales.

La fórmula aproximada empleada para el cálculo de caída de tensión de los tramos monofásicos es la presentada en la Norma DGE RD 018 – 2003 - MEM:

Dónde:

#### Para sistemas trifásicos:

$$\Delta V\% = \frac{PL (r_1 + X_1 \operatorname{tg} \phi)}{10V_L^2}$$

$$\Delta V \% = K_1 PL \quad ; \quad K_1 = \frac{r_1 + X_1 \operatorname{tg} \phi}{10V_L^2}$$

#### Para sistemas monofásicos a la tensión entre fases:

$$\Delta V\% = \frac{PL (r_1 + X_2 \operatorname{tg} \phi)}{10V_L^2}$$

$$\Delta V \% = K_2 PL \quad ; \quad K_1 = \frac{r_1 + X_2 \operatorname{tg} \phi}{10V_L^2}$$

#### Para sistema monofásicos para sistemas monofásicos a la tensión de fase:

$$\Delta V\% = \frac{PL (r_1 + X_3 \operatorname{tg} \phi)}{10V_L^2}$$

$$\Delta V \% = K_3 PL \quad ; \quad K_1 = \frac{r_1 + X_3 \operatorname{tg} \phi}{10V_f^2}$$

**Para sistemas monofásicos con retorno total por tierra:**

$$\Delta V\% = \frac{PL (r_1 + X_t \operatorname{tg} \phi)}{10V_L^2}$$

$$\Delta V\% = K_t PL \quad ; \quad K_t = \frac{r_1 + X_t \operatorname{tg} \phi}{10V_f^2}$$

Simbología:

$\Delta V\%$	:	Caída porcentual de tensión.
P	:	Potencia, en Kw.
L	:	Longitud del tramo de línea, en km.
$V_L$	:	Tensión entre fases, en Kv.
$V_f$	:	Tensión de fase - neutro, en kV.
$r_1$	:	Resistencia del conductor, en $\Omega$ / km.
$X_1$	:	Reactancia inductiva para sistemas trifásicos en $\Omega$ /km.
$X_2$	:	Reactancia inductiva para sistemas monofásicos a la tensión entre fases, en $\Omega$ /km.
$X_3$	:	Reactancia inductiva para sistemas monofásicos a la tensión fase – neutro.
$X_t$	:	Reactancia inductiva para sistema monofásicos con retorno total por tierra.
$\phi$	:	Angulo de factor de potencia.
K	:	Factor de caída de tensión.

**Cálculo, Diseño y Configuración, del sistema de Puesta A Tierra.**

**Premisas de Diseño**

En este estudio, el propósito de la puesta a tierra es proteger a la línea primaria del voltaje inducido cerca de la línea primaria, por los efectos de descargas atmosféricas o rayos.

En caso de caída directa de un rayo en la línea, la protección la proporciona un interruptor general montado en el panel de salida de la línea de alimentación.

Para las subestaciones de distribución, el adecuado diseño de puesta a tierra se crea de acuerdo con las normas de operación del sistema y protección de los equipos, y se selecciona la de menor resistencia que cumpla con los requisitos de la norma DGE RD 018 – 2003 entre una variedad de configuraciones. Se basa en la potencia del transformador.

Los circuitos primario y secundario del transformador utilizan un solo conductor de tierra al conectar directamente los puntos neutrales primario y secundario, que comparten un sistema de tierra común.

El tamaño mínimo del conductor de tierra es 4 AWG (21,15 mm<sup>2</sup>). Esto es equivalente para alambre de acero con recubrimiento metalúrgico de cobre, o para otro tipo de conductor.

Los elementos que constituyen las puestas a tierra son los que se muestran a continuación:

- Electrodo de acero recubierto de cobre de 16 mm Ø x 2,40 m
- Cable de acero con recubrimiento metalúrgico de Cu de 21,15 mm<sup>2</sup>
- Conector de cobre tipo perno partido para cable de acero con recubrimiento metalúrgico de Cu de 21,15 mm<sup>2</sup>
- Caja registro de concreto para puesta a tierra 0,50 X 0,50 X 0,45 m
- Grapa en "U" para fijar conductor de PAT a poste de madera
- Listón de madera tratada 50 x 19 mm sección, 2,7 m longitud (incluye clavos de fijación)

Ignorando la conexión del neutro de la red secundaria, la resistencia de tierra de la subestación de distribución no debe exceder los 25 ohmios.



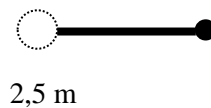
## Configuraciones Empleadas:

### Configuración PAT-1C – Sistema a tierra con un electrodo en disposición vertical

El sistema de puesta a tierra estilo PAT-1C es un contrapeso circular que consta de un conductor de puesta a tierra de acero revestido de cobre metalúrgico de 4 AWG (21,15 mm<sup>2</sup>). Se instalan en estructuras que no cuentan con equipos de seccionamiento, protección y transformadores. (Zavaleta, 2016, p. 42)

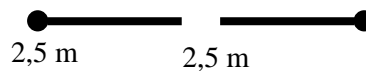
### Configuración PAT-1 – Sistema a tierra con un electrodo en disposición vertical

Esta configuración consiste en un electrodo vertical de acero recubierto de cobre con una longitud de 2,4 m y un diámetro de 16 mm incrustado a una profundidad de 0,3 m sobre el suelo. (Zavaleta, 2016, p. 42)



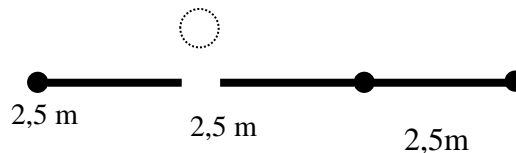
### Configuración PAT-2 – Sistema a tierra con dos electrodos verticales

Este arreglo consta de dos electrodos verticales ubicados a una distancia de 5 m del poste. Estos están conectados entre sí por una varilla horizontal, que está conectada al poste. (Zavaleta, 2016, p. 42)



### Configuración PAT-3 – Sistema a tierra con dos electrodos verticales

Esta configuración consta de tres electrodos verticales ubicados a 5 metros de distancia de los puntales. Estos están conectados entre sí por una varilla horizontal, que está conectada al poste. (Zavaleta, 2016, p. 42)



### **Puesta a Tierra de Línea Primaria y Redes Primarias**

En este estudio, el propósito de la puesta a tierra será proteger la línea primaria de los voltajes de descarga de rayos en las cercanías de la línea primaria y se instalará en todas las estructuras de la red y la línea primaria.

### **Puesta a Tierra en Subestaciones de Distribución**

Los criterios adoptados por la DGE/MEM para la determinación de la configuración de puesta a tierra en las subestaciones de distribución son los siguientes:

Para una protección óptima del transformador de distribución de la sobretensión de origen atmosférico, el conductor inferior debe estar lo más cerca posible del equipo y el terminal de puesta a tierra debe estar conectado a la carcasa o tanque del transformador.

La cláusula 5.1.3 de la norma ANSI C57.12.20 para transformadores de distribución especifica que los terminales neutros del transformador, en los lados de media y baja tensión, deben estar conectados a la carcasa o tanque del transformador; Como se puede apreciar, esta configuración es consistente con lo presentado en el párrafo anterior para la correcta conexión del pararrayos.

De lo dicho en los párrafos anteriores se puede concluir que el neutro de media y baja tensión y los terminales de puesta a tierra del pararrayos deben estar conectados entre sí en el tanque del transformador, y para evitar posibles diferencias entre el tanque del transformador y tierra, se una sola conexión entre ellos.

De acuerdo a la norma DGE RD 018-2003-EM, la máxima resistencia de tierra considerada en una subestación es:

- En trifásicas y monofásicas conectadas en bifásico:  $25 \Omega$ .
- Para transformadores monofásicos en sistemas de retorno total a tierra: Los siguientes valores en función de la potencia del transformador.

**Tabla 10:**  
*Resistencias por transformadores*

Potencia del Transformador kVA	Resistencia de Puesta a Tierra (Ohmios)
5	25
10	25
15	20
25	15

**Fuente:** Elaboración Propia

Con los valores de resistencia de diseño y con la premisa de obtener un valor de resistencia de tierra inferior al especificado en la tabla anterior, se diseñan las puestas a tierra de las subestaciones en los lugares correspondientes.

### **Metodología**

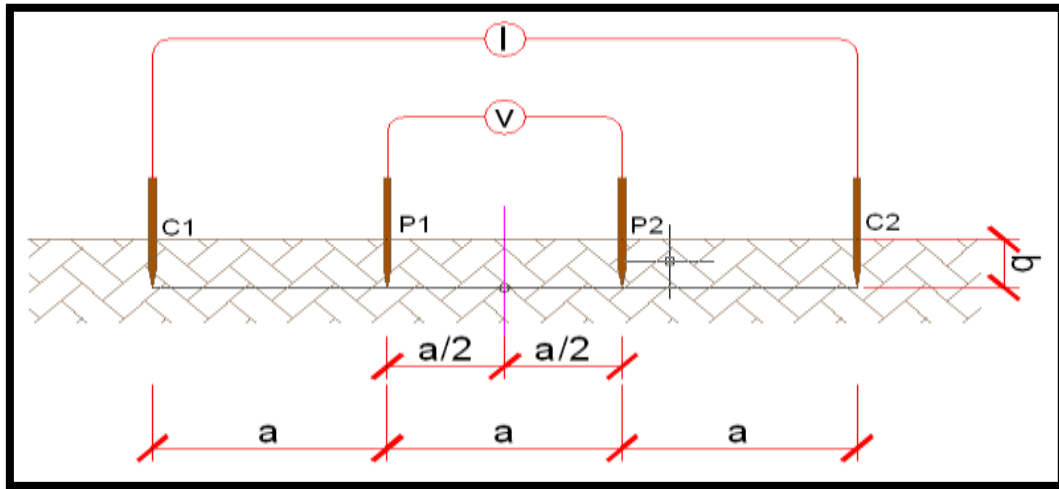
Para el levantamiento de la curva de resistividad del suelo, se ha aplicado el método de Wenner, el cual es internacionalmente aceptado para la consecución de datos para el diseño de puestas a tierra.

Este método consiste en clavar cuatro electrodos que son de exploración a una profundidad de “b”, que deben estar espaciados uniformemente y a una distancia de “a”. La corriente I se inyecta por los electrodos que están a los extremos, mientras que la diferencia de potencial V se mide entre los electrodos intermedios. (Lara, 2020, p. 22)

En estas condiciones mostradas, la fórmula general, que se aplicará, para calcular la resistividad a partir del valor de resistencia medido es:

$$\rho = 2 \times \pi \times a \times R[\Omega - m]$$

La siguiente figura muestra la colocación de los electrodos en el método de Wenner.



**Figura 27.** Disposición de electrodos del método Wenner  
Fuente: Elaboración Propia

Donde:

C1 y C2 : Electrodos de corriente.

P1 y P2 : Electrodos de potencial.

a : Separación equidistante de electrodos en m

b : Profundidad de clavado de los electrodos ( $b \leq a/20$ ) en m

$\rho$  : Resistividad del terreno en Ohm-m

R : Resistencia del terreno en Ohm

Las distancias entre electrodos de medida se realizan con variaciones de 2, 4, 6 y 8 metros.

### Cálculo de la resistividad del terreno

El cálculo de la resistividad del suelo se realiza con los datos de campo de línea primaria para una localidad “X” y se asumen los siguientes datos:

**Tabla 11:**

*Ejemplo de datos de resistividad tomados en campo*

Línea Primaria	Longitud L (m)	Lectura (R)	$r = 2*(\pi)*R*L$ $\Omega.m$
	0		
Línea Primaria loc. X	2	5,91	74,27
	4	4,10	103,04

6	3,63	136,85
8	2,21	111,09

Fuente: Elaboración Propia

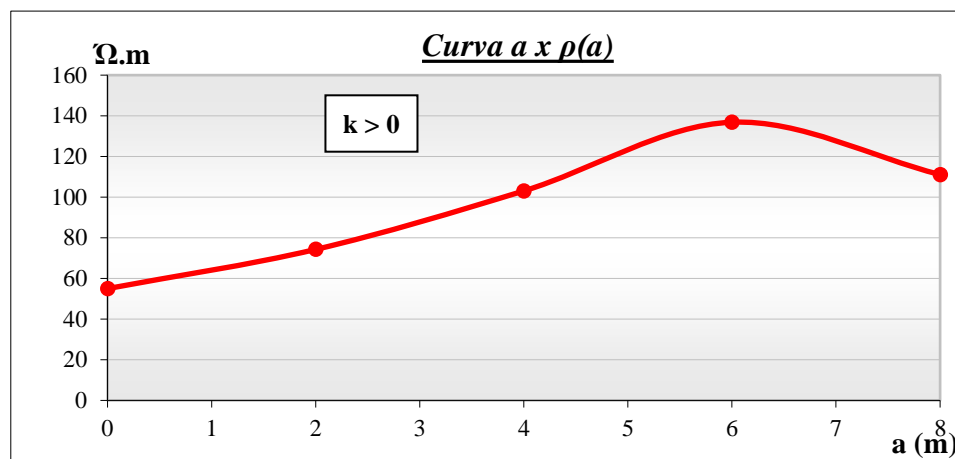


Figura 28. Curva a x  $\rho(a)$   
Fuente: Elaboración Propia

Obtención de coeficiente de puesta a tierra (k) y profundidad (h)

Medición de Campo	a	(m)	2	4	6	8						
	$\rho(a)$	( $\Omega.m$ )	74	103	137	111						
a1=	2	K	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00
$\rho1/\rho(a1)=$	0,741	h/a	0,00	0,25	0,47	0,61	0,73	0,83	0,91	0,99	1,06	1,14
		h (m)	0,00	0,50	0,94	1,22	1,46	1,66	1,82	1,98	2,12	2,28
a2=	4	K	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00
$\rho1/\rho(a2)=$	0,534	h/a	0,00	0,00	0,00	0,25	0,37	0,46	0,54	0,61	0,67	0,75
		h (m)	0,00	0,00	0,00	1,00	1,48	1,84	2,16	2,44	2,68	3,00

Figura 29. -Obtención de coeficiente de puesta a tierra (k) y profundidad (h) - 1  
Fuente: Elaboración Propia

Ítem-1	Ítem-2	k	h1	h2	D
0	0	0,1	0,00	0,00	0,00
0	0	0,2	0,50	0,00	0,50
0	0	0,3	0,94	0,00	0,94
1	0	0,4	1,22	1,00	0,22
0	2	0,5	1,46	1,48	-0,02
0	0	0,6	1,66	1,84	-0,18
0	0	0,7	1,82	2,16	-0,34
0	0	0,8	1,98	2,44	-0,46
0	0	0,9	2,12	2,68	-0,56
0	0	1	2,28	3,00	-0,72
	k2	0,4	1,22	1	
	k1	0,5	1,46	1,48	

Figura 30 -Obtención de coeficiente de puesta a tierra (k) y profundidad (h) - 2  
Fuente: Elaboración Propia

Si:

$$m1 = \frac{h1_1 - h1_2}{k2 - k1} = \frac{1,22 - 1,46}{0,4 - 0,5} = 2,4$$

$$m2 = \frac{h2_1 - h2_2}{k2 - k1} = \frac{1,00 - 1,48}{0,4 - 0,5} = 4,8$$

Tenemos:

$$k = \frac{h1_2 - h2_2}{m2 - m1} + 0,9 = \frac{1,46 - 1,48}{4,8 - 2,4} + 0,9 = 0,49$$

$$h = h1_2 + m1 * (k - k1) = 1,46 + 2,4x(0,4 - 0,5) = 1,44$$

Con lo cual obtenemos los valores de  $\rho1$  y  $\rho2$

$$\rho1 = 55,00 \Omega\text{-m}$$

$$\rho2 = -\rho1 * \frac{1 + k}{k - 1} = -55 * \frac{1 + 0,49}{0,49 - 1} = 161,4 \Omega - m$$

Calculamos la resistividad de terreno equivalente ( $\rho\alpha$ ):

$$\rho_{\infty} = \left[ \frac{h + (2,7 - h)}{\frac{h}{\rho1} + \frac{(2,7 - h)}{\rho2}} \right] = \left[ \frac{1,44 + (2,7 - 1,44)}{\frac{1,44}{55} + \frac{(2,7 - 1,44)}{161,4}} \right] = 79,4 \Omega - m$$

**Determinamos la resistencia de puesta a tierra y su configuración – sin aditivos:**

Se realiza el cálculo para la línea primaria Casa Blanca

$$R_{PAT-1} = \frac{\rho_{\infty}}{2 * \pi * L_V} * \left[ LN \left( \frac{4 * L_V}{1,36 * D_v / 1000 * (2 * P_c + L_V / 4 * P_v + L_V)} \right) \right]$$

Dónde:

$\rho_{\infty}$ : Resistividad de terreno

$L_v$ : Longitud de la Varilla

$D_v$ : Diámetro de la Varilla

$P_c$ : profundidad de enterramiento del conductor

$$R_{PAT-1} = \frac{79,44}{2 * \pi * 2,4} * \left[ LN \left( \frac{4 * 2,4}{1,36 * 16 / 1000 * (2 * 0,3 + 2,4 / 4 * 0,3 + 2,4)} \right) \right]$$

$$R_{PAT-1} = 33,04 \Omega$$

$$R_{PAT-2} = (R_{PAT-1}) * \left( \frac{1 + [L_V / LN((4 * L_V) / (D_V / 1000))] / 3}{2} \right)$$

$$R_{PAT-2} = 33,04 * \left( \frac{1 + [2,4 / LN((4 * 2,4) / (16 / 1000))] / 3}{2} \right)$$

$$R_{PAT-2} = 18,59 \Omega$$

Dado que el valor de Rpat-1 es de 33,04Ω, el cual es mayor a lo que indica la norma se selecciona el PAT-2 cuya resistencia indica 18,59 Ω.

### **Evaluación técnica – económico de uso de cemento conductor como aditivo para puesta a tierra del proyecto**

En el caso de los PAT con valor de resistencia superen los valores establecidos en la norma de DGE y de acuerdo al CÓDIGO NACIONAL DE ELECTRICIDAD - SUMINISTRO 2011 / SECCIÓN 3: MÉTODOS PARA PUESTA A TIERRA PARA INSTALACIONES DE SUMINISTRO ELÉCTRICO Y COMUNICACIONES:

036.D. *“Cuando tenga que disminuirse la resistencia de puesta a tierra, se podrá usar otros métodos, como puede ser el empleo de tratamiento químico o suelos artificiales, que deberán ser aceptables y certificados por una entidad especializada e imparcial competente, asegurándose que dicho tratamiento no atente en contra el medio ambiente”*

Como se ha señalado, el uso de cemento conductor es un método y/o aditivo para reducir la resistencia de puesta a tierra, ya que tiene los siguientes beneficios según los fabricantes:

- Vida útil de al menos 20 años y no requiere mantenimiento.
- Resistividad del cemento conductor entre 0,05 - 5 Ω-m.

- Cumple con norma:
  - IEC 62561 - 7 Componentes de los sistemas de protección contra el rayo (CPCR). Parte 7: Requisitos para los compuestos que mejoran las puestas a tierra.
  - ASTM G57-06 Standard Test Method for Field Measurement of Soil Resistivity Using the Wenner Four-Electrode Method
  - ASTM G 102 Standard Practice for Calculation of Corrosion Rates and Related Information from Electrochemical Measurements
  - IEC 62561 - 2 Componentes de los sistemas de protección contra el rayo (CPCR). Parte 2: Requisitos para los conductores y los electrodos de puesta a tierra
- Protege las varillas o cables de cobre de la corrosión.
- Amigable con el medio ambiente.
- Evita el robo del electrodo.
- Fácil instalación.
- Los electrodos de cobre recubiertos de cemento conductor, duran 10 veces más que el cable de tierra de cobre sin recubrimiento.

**Tabla 12:**

*Cobertura estimada por electrodos:*

<b>Disposición</b>	<b>Diámetro</b>	<b>Longitud (m)</b>	<b>Producto</b>	<b>Cantidad (und)</b>	<b>Unidad (Kg)</b>
Puesta a	4 pulgadas	2,4	Varilla	1 saco	
Tierra	4 pulgadas	3,0	Varilla	1 ½ saco	Dosis
Vertical	6 pulgadas	2,4	Varilla	2 sacos	25
	6 pulgadas	3,0	Varilla	3 sacos	

**Fuente:** Especificaciones técnicas de fabricantes

El uso de cemento conductor como aditivo para mejorar la resistencia en las puestas a tierra del proyecto no incrementa el valor referencial del proyecto, la siguiente figura muestra los costos comparativos de la instalación de una puesta a tierra sin aditivo con su equivalente que contiene cemento conductor como aditivo:



Descripción de Materiales y Montaje para la Puesta a Tierra	Caso 1		Caso 2		Caso 3	
	PAT-2 (sin aditivo) S/.	PAT-1 (con aditivo) S/.	PAT-3 (sin aditivo) S/.	PAT-2 (con aditivo) S/.	PAT-3 (sin aditivo) S/.	PAT-3 (con aditivo) S/.
Electrodo de Acero Recubierto de Cobre de 16 mm Ø x 2,40 m	96,88	48,44	145,32	96,88	145,32	145,32
Conector de Bronce para Electrodo de 16 mm ø y Cable de Acero con Recubrimiento Metalúrgico de Cobre de 4 AWG (21,15 mm <sup>2</sup> )	11,48	5,74	17,22	11,48	17,22	17,22
Caja Registro de Concreto para Puesta a Tierra 0,50 x 0,50 x 0,45 m	94,62	47,31	141,93	94,62	141,93	141,93
Grapa en "U" para fijar conductor de PAT a Poste de Madera	18,90	18,90	18,90	18,90	18,90	18,90
Listón de madera tratada 50 x 19 mm sección, 2,7 m longitud (incluye clavos de fijación)	20,51	20,51	20,51	20,51	20,51	20,51
Cemento Conductivo bolsa de 25 Kg		124,90	-	249,80	-	374,70
Cable de Acero con Recubrimiento Metalúrgico de Cu de 4 AWG (21,15 mm <sup>2</sup> ), para Puesta a Tierra	146,02	122,62	169,42	146,02	169,42	169,42
Excavación en Terreno Tipo I (Arcilloso y Conglomerado) para puesta a tierra	221,79	110,90	332,69	221,79	332,69	332,69
Instalación de Puesta a Tierra en Poste de Madera	142,14	75,60	247,52	142,14	247,52	247,52
Relleno y compactación de puesta a tierra con material adecuado	279,23	123,04	369,11	279,23	369,11	369,11
<b>Total:</b>	<b>1 031,57</b>	<b>697,95</b>	<b>1 462,62</b>	<b>1 281,37</b>	<b>1 462,62</b>	<b>1 837,32</b>

**Figura 31.** Cuadro Comparativo del Costo de Instalación entre un PAT sin aditivo y su equivalente con aditivo

Fuente: Valor referencial de un proyecto “ampliación de redes de distribución en el departamento de Huancavelica

Como se aprecia en la figura 31 anterior, para los casos 1 y 2 es más económica (333, 62 y 181,24 soles respectivamente) la instalación de un PAT con cemento conductivo como aditivos en comparación a su equivalente sin aditivo. Sin embargo, para el caso 3 el aspecto técnico tendrá relevancia para la validación el uso del cemento conductivo.

Definimos la resistencia de puesta a tierra y su configuración, con aditivos:

### **CASO 1: PAT- 2 SIN ADITIVO A PAT-1 CON ADITIVO**

Se evalúa la Línea Primaria de una **localidad Y** (asumiendo:  $R_{pat\ 2} = 11\ \Omega$ , sin aditivo):

$$R_{PAT-1} = \frac{1}{2 * \pi * L_V} * \left[ \rho_{\infty} * \left( LN \left( \frac{8 * L_V}{2 * r_1} \right) - 1 \right) + \rho_1 * \left( LN \left( \frac{8 * L_V}{2 * r} \right) - 1 \right) - \rho_1 * \left( LN \left( \frac{8 * L_V}{2 * r_1} \right) - 1 \right) \right]$$

Dv: Diámetro de conductor en 16 mm

Lv: Longitud de la varilla 2,4m

r: Radio de la varilla 0,008 m

$\rho_{\infty}$ : Resistividad de terreno: 48,31  $\Omega$  -m

r1: radio de recubrimiento con cemento conductorio 0,05 m

$\rho_1$ : resistividad cemento conductorio 5  $\Omega$  -m

$$R_{PAT-1} = \frac{1}{2 * \pi * 2,4} * \left[ 48,31 * \left( LN \left( \frac{8 * 2,4}{2 * 0,05} \right) - 1 \right) + 5 * \left( LN \left( \frac{8 * 2,4}{2 * 0,008} \right) - 1 \right) - 5 * \left( LN \left( \frac{8 * 2,4}{2 * 0,05} \right) - 1 \right) \right]$$

$$R_{PAT-1} = 14 \Omega \quad \dots \text{Cumple}$$

El valor obtenido  $R_{PAT-1} = 14 \Omega$  se encuentra dentro del rango aceptado en la norma, además como se detalla en la figura 124 su precio de instalación es menor a su equivalente PAT-2 sin aditivo.

## CASO 2: PAT- 3 SIN ADITIVO A PAT-2 CON ADITIVO

Se evalúa la Línea Primaria Línea Primaria para una **localidad Z** (Asumiendo Rpat 3 = 21  $\Omega$ , sin aditivo)

$$R_{PAT-1} = \frac{1}{2 * \pi * L_V} * \left[ \rho_{\infty} * \left( LN \left( \frac{8 * L_V}{2 * r_1} \right) - 1 \right) + \rho_1 * \left( LN \left( \frac{8 * L_V}{2 * r} \right) - 1 \right) - \rho_1 * \left( LN \left( \frac{8 * L_V}{2 * r_1} \right) - 1 \right) \right]$$

Dv: Diámetro de conductor en 16 mm

Lv: Longitud de la varilla 2,4m

r: Radio de la varilla 0,008 m

$\rho_{\infty}$ : Resistividad de terreno: 142,40  $\Omega$  -m

$r_1$ : radio de recubrimiento con cemento conductorio 0,05 m

$\rho_1$ : resistividad cemento conductorio 5  $\Omega$  -m

$$R_{PAT-1} = \frac{1}{2 * \pi * 2,4} * \left[ 142,40 * \left( LN \left( \frac{8 * 2,4}{2 * 0,05} \right) - 1 \right) + 5 * \left( LN \left( \frac{8 * 2,4}{2 * 0,008} \right) - 1 \right) - 5 * \left( LN \left( \frac{8 * 2,4}{2 * 0,05} \right) - 1 \right) \right]$$

$$R_{PAT-1} = 40,81 \Omega \quad \dots \text{No cumple}$$

$$R_{PAT-2} = (R_{PAT-1}) * \left( \frac{1 + \lfloor L_V / LN((4 * L_V) / (Dv / 1000)) \rfloor / 3}{2} \right)$$

$$R_{PAT-2} = 40,81 * \left( \frac{1 + \lfloor 2,4 / LN((4 * 2,4) / (16 / 1000)) \rfloor / 3}{2} \right)$$

$$R_{PAT-2} = 22,96 \Omega \quad \dots \text{Cumple}$$

El valor obtenido  $R_{PAT-2} = 22,96 \Omega$  se encuentra dentro del rango aceptado en la norma, además como se detalla la figura 124 su precio de instalación es menor a su equivalente PAT-3 sin aditivo.

### CASO 3: PAT- 3 SIN ADITIVO A PAT-3 CON ADITIV

Se evalúa la Línea Primaria Línea Primaria para una **Localidad W** (Asumiendo  $R_{pat} 3 = 62 \Omega$ , sin aditivo)

$$R_{PAT-1} = \frac{1}{2 * \pi * L_V} * \left[ \rho_{\infty} * \left( LN \left( \frac{8 * L_V}{2 * r_1} \right) - 1 \right) + \rho_1 * \left( LN \left( \frac{8 * L_V}{2 * r} \right) - 1 \right) - \rho_1 * \left( LN \left( \frac{8 * L_V}{2 * r_1} \right) - 1 \right) \right]$$

Dv: Diámetro de conductor en 16 mm

Lv: Longitud de la varilla 2,4m

r: Radio de la varilla 0,008 m

$\rho_{\infty}$ : Resistividad de terreno: 142,40  $\Omega$  -m

r1: radio de recubrimiento con cemento conductivo 0,05 m

$\rho_1$ : resistividad cemento conductivo 5  $\Omega$  -m

$$R_{PAT-1} = \frac{1}{2 * \pi * 2,4} * \left[ 420,27 * \left( LN \left( \frac{8 * 2,4}{2 * 0,05} \right) - 1 \right) + 5 * \left( LN \left( \frac{8 * 2,4}{2 * 0,008} \right) - 1 \right) - 5 * \left( LN \left( \frac{8 * 2,4}{2 * 0,05} \right) - 1 \right) \right]$$

$$R_{PAT-1} = 119,27\Omega \quad \dots \text{No cumple}$$

$$R_{PAT-2} = (R_{PAT-1}) * \left( \frac{1 + [L_V / LN((4 * L_V) / (Dv / 1000))] / 3}{2} \right)$$

$$R_{PAT-2} = 119,27 * \left( \frac{1 + [2,4 / LN((4 * 2,4) / (16 / 1000))] / 3}{2} \right)$$

$$R_{PAT-2} = 67,09\Omega \quad \dots \text{No cumple}$$

Debido a que el valor obtenido de la resistencia del PAT-2 usando cemento como aditivo es mayor a la norma, se evaluara el uso de PAT-3 con cemento conductivo:

rv: Diámetro de conductor en 0,008 m

Lv: Longitud de la varilla 2,4m

$\rho$ : resistividad cemento conductivo 5  $\Omega$  -m

$$R_{PAT-3} = \frac{\rho}{6 * \pi * L_V} * \left[ \left( LN \left( \frac{4 * L_V}{r_v} \right) - 1 \right) + \frac{L_V}{6\sqrt{3}} * \left( \frac{1}{\text{sen } \pi/3} - \frac{1}{\text{sen } 2\pi/3} \right) \right]$$

$$R_{PAT-3} = \frac{5}{6 * \pi * 2,4} * \left[ \left( LN \left( \frac{4 * 2,4}{0,008} \right) - 1 \right) + \frac{2,4}{6\sqrt{3}} * \left( \frac{1}{\text{sen } \frac{\pi}{3}} - \frac{1}{\text{sen } \frac{2\pi}{3}} \right) \right]$$

$$R_{PAT-3} = 0,79 \Omega \quad \dots \text{Cumple}$$

Durante la evaluación se determinó que el PAT-3 junto con el cemento conductor cumplieron con los valores de resistencia de puesta a tierra.

### **Estudio de Coordinación de Aislamiento**

Se entiende por coordinación de aislamientos todas las medidas adoptadas para evitar que las sobretensiones dañen los equipos eléctricos y cuando los arcos de defecto no puedan evitarse por medios económicos, se localicen en puntos del sistema que generen mínima asignación al proceso e instalarlo más tarde.

Por este motivo, es imprescindible la instalación de pararrayos que proteja adecuadamente el aislamiento interior del transformador. El pararrayos debe conectarse al transformador de la forma más directa y rápida posible, tanto entre los terminales de alta tensión como entre los terminales de tierra. (Lara, 2020, p. 32)

El parámetro característico del pararrayos debe incluirse convenientemente (considerando un margen de seguridad) entre el valor del nivel de tensión que puede soportar el aislamiento y el valor de una determinada sobretensión que no se pretende provocar ni mantener el interior descarga de pararrayos.

Los márgenes de seguridad mínimos recomendados por ANSI de acuerdo con la Guía de aplicación C62.2-1981 son:

- MP1 : Margen del nivel de onda cortada = 120 %
- MP2 : Margen del nivel básico de aislamiento (BIL) = 120 %
- MP3 : Margen por maniobra = 115 %

Donde:

$$MP1 = \frac{TSIACF}{NPFO + \Delta V}$$

TSIACF : Tensión soportable de impulso atmosférico cortado  
 NPFO : Nivel de protección del pararrayos para frente de onda  
 $\Delta V$  : Valores de tensión a ser adicionados para los niveles de protección del pararrayo, debido al efecto de la distancia de separación de la conexión del pararrayo al equipo protegido.

$$MP2 = \frac{TSNIA}{NPFA + \Delta V}$$

TSNIA : Tensión soportable nominal de impulso atmosférico del equipo  
 NPFA : Nivel de protección del pararrayos para impulso atmosférico

$$MP3 = \frac{TSNIM}{NPIM}$$

TSNIM : Tensión soportable nominal de impulso maniobra del equipo  
 NPIM : Nivel de protección del pararrayos para impulso de maniobra

En este estudio se utiliza un método determinista de ajuste de aislamiento para determinar el margen de protección que proporciona el pararrayos para un dispositivo con una tensión máxima de operación de 25 kV. Corresponde a una tensión soportada de impulso atmosférico de 125 kV.

### **Criterios para la Selección del Nivel de Aislamiento**

Para determinar el nivel de aislamiento es importante tener en cuenta los siguientes aspectos según la norma IEC71-1:

- sobretensiones a frecuencia industrial seca
- Sobretensiones por descargas atmosféricas
- Polución o Contaminación ambiental

### **Condiciones de Operación del Sistema:**

Tensión nominal del sistema	:22.9kV - 13.2kV
Tensión máxima del sistema	:25kV - 14.5KV

Contaminación ambiental del área del proyecto :16mm/KV

Altitud máxima sobre el nivel del mar : 4800

### Factor de Corrección

Según las normas vigentes y las recomendaciones de la norma IEC71-1, para líneas por encima de los 1000 m sobre el nivel del mar, el aislamiento se mejora mediante un factor

de corrección determinado por la siguiente relación:

$$F_c = 1 + \frac{1,25 \times (h - 1000)}{10000}$$

Donde:

Fc : factor de corrección por altitud

h : altitud en metros sobre el nivel del mar

ZONA	ALTITUD m.s.n.m.	FACTORES DE CORRECCION Según C.N.E. Tomo IV-Norma IEC 137		FACTOR DE CORRECCION RESULTANTE
		POR ALTITUD	POR TEMPERATURA	
I	1000 - 2000	1,1250	1,00	1,00
II	2001 - 3500	1,3125	1,00	1,31
III	3501 - 4800	1,4750	1,00	1,48

**Figura 32.** Factores de corrección  
Fuente: Elaboración Propia

Se utilizará como factor de corrección resultante 1,31 ya que la altura del área del proyecto es  $\geq 3500$  msnm

### Determinación del Nivel de Aislamiento

La siguiente tabla muestra los niveles de aislamiento exterior normalizados a nivel del mar para líneas y redes primarias calculados según las recomendaciones de la norma IEC 71-1.

**Tabla 13:***Nivel de aislamiento requerido*

DESCRIPCIÓN	UND.	Condiciones ambientales Estándar	Alturas $\geq$ 3500 msnm (FCh:1,31)
Tensión nominal del sistema del proyecto	kV	22,9/13,2	30,1/17,3
Tensión máxima del sistema	kV	25	33
Tensión de sostenimiento a la onda 1,2/50 entre fases y fase a tierra	kVp	150	170
Tensión de sostenimiento a frecuencia industrial entre fases y fase a tierra	kV	50	50
Línea de fuga total	mm	336	336

**Fuente:** elaboración Propia**Contaminación ambiental.**

Se ha encontrado que las impurezas afectan el comportamiento de la línea en condiciones normales. Por tanto, se comprueba el correcto funcionamiento del aislamiento frente a la contaminación. Se utilizan como base las recomendaciones de la norma IEC 815 “GUIDE FOR THE SELECTION OF INSULATORS IN RESPECT OF POLLUTED CONDITIONS”

La norma IEC 815 nos define los siguientes requisitos específicos de distancia de fuga, según el grado de contaminación:

**Tabla 14:***Niveles de Contaminación*

Nivel de Contaminación	Descripción del Ambiente	Distancia de fuga Nominal mínima (mm/kV)
Ligero Nivel I	Áreas sin industrias y con baja densidad de casas equipadas con calefacción. Áreas con baja densidad de industrias o casas, pero sujetas a frecuentes vientos o lluvia. Áreas agrícolas Áreas montañosas Todas las áreas situadas de 10 km a 20 km del mar y no expuestas a vientos directos provenientes del mar.	16
Medio Nivel II	Áreas con industrias que no producen humo contaminante y/o con densidad moderada de casas equipadas con calefacción. Áreas con alta densidad de casas, pero sujetas a frecuentes vientos y/o lluvia. Áreas expuestas a vientos del mar, pero no cercanas a la costa (al menos varios kilómetros de distancia).	20



Nivel de Contaminación	Descripción del Ambiente	Distancia de fuga Nominal mínima (mm/kV)
Alto Nivel III	Áreas con alta densidad de industrias y suburbios de grandes ciudades con alta densidad de casas con calefacción que generen contaminación. Áreas cercanas al mar o expuestas a vientos relativamente fuertes procedentes del mar.	25
Muy Alto Nivel IV	Áreas generalmente de extensión moderada, sujetas a contaminantes conductivos, y humo industrial, que produzca depósitos espesos de contaminantes. 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. Áreas desérticas, caracterizadas por falta de lluvia durante largos períodos, expuesta a fuertes vientos que transporten arena y sal, y sujetas a condensación con regularidad.	31

**Fuente:** Norma IEC 815

En el área del proyecto existe un nivel de contaminación Clase I, según Tabla 12, de la norma IEC-815, correspondiente a la distancia mínima de fuga nominal especificada: 16 mm/kV

La distancia mínima de fuga de un aislador sólido (tipo pin) o de una serie de aisladores conectados entre fase y tierra, según el grado de contaminación del lugar, se determinará utilizando la siguiente relación:

Distancia mínima de fuga = distancia mínima de fuga específica (según la tabla 12 de la Norma IEC-815) x la máxima tensión de servicio entre fases corregida por la altitud.

### **Criterios para Selección de Aisladores**

La selección y aplicación de los aisladores depende de los requisitos específicos del sistema en el que se utilizan, y dependiendo del entorno en el que se utilizan los aisladores, su correcta selección garantiza un funcionamiento perfecto. (Lara, 2020, p. 36)

Las variables importantes a considerar al seleccionar y aplicar son las que se mencionan a continuación:

### **Voltaje de operación.**

El voltaje de operación del aislador es siempre el voltaje de fase del sistema, y se puede seleccionar un voltaje de ruptura en húmedo de baja frecuencia basado en este valor. (Lara, 2020, p. 36)

### **Sobretensiones por operaciones internas.**

Si tenemos en cuenta que en las redes eléctricas actuales las sobretensiones desde sus internos pueden llegar a 3,5 veces la tensión de operación, una pieza con una tensión de flameo en húmedo sea 4 veces mayor a la tensión de operación (fase), entonces se asegurará que, bajo esta condición de perturbación interna de la red, no resultará en flameos. (Lara, 2020, p. 37)

### **Sobretensiones de origen externo provenientes de descargas atmosféricas.**

Se determina el nivel de aislamiento de la línea y, según sus características, se examina la corriente generada (durante la descarga), que es el requerimiento de tensión dado. La probabilidad de que las emisiones atmosféricas excedan el valor de amperaje calculado se examina luego en los registros estadísticos existentes.

El valor de esta probabilidad y el valor de la probabilidad de que la línea sea golpeada por una descarga directa puede proporcionar una base confiable para determinar los beneficios del nivel de aislamiento seleccionado. (Lara, 2020, p. 37)

### **Zonas geográficas - altura sobre el nivel del mar.**

Las áreas geográficas donde se cruzan las líneas propuestas deben investigarse con especial cuidado, ya que la reducción de la presión atmosférica afecta las condiciones de ionización del aire y la altitud sobre el nivel del mar afecta la clasificación de voltaje de descarga disruptiva del aislador.

Para corregir el valor de flameo debido a los efectos de la altura, debe utilizar los factores de corrección estándar ANSI C29.1 e IEEE 4. (Lara, 2020, p. 37)

### **Cargas mecánicas estáticas y dinámicas.**

Cada tipo de aislador tiene una resistencia mecánica estandarizada, y está diseñado para ello. Es importante tener en cuenta que, para lograr un rendimiento perfecto, se debe exigir al componente el factor de seguridad, tanto en términos de esfuerzo mecánico estático como dinámico.

Para aisladores de suspensión, este valor mecánico se refiere al valor de la resistencia electromecánica combinada, y para aisladores de espiga y soporte de línea, se refiere al valor de la resistencia mecánica al voladizo. (Lara, 2020, p. 37)

### **Condiciones de contaminación atmosférica.**

Cuando las líneas deban pasar por áreas donde las condiciones de contaminación son un factor importante en las consideraciones de aislamiento, se debe verificar la posibilidad de sobre aislamiento o usar aisladores con diseño especial anticontaminación o bien aisladores con esmaltes de resistencia graduada (esmaltes RG). En cualquier caso, debe hacerse una investigación económica seria para tomar la decisión final. Ver norma IEC 815. (Lara, 2020, p. 38)

### **Niveles de radio – ruido**

Los niveles tolerables de ruido de radio están expuestos a más y más condiciones, y se debe prestar más atención a medida que la comunicación y su recepción en condiciones óptimas se vuelven cada vez más importantes.

En vista de esto, los aisladores que requieren mayor cuidado en su selección son aquellos con terminales de media y alta tensión.

En este caso, y donde se requiera ruido, se debe utilizar un aislador semiconductor esmaltado, RF (Radio Freed), que reduce significativamente el nivel de interferencias de radio y reduce las pérdidas de potencia. (Lara, 2020, p. 38)

### **Cálculo del Nivel de Aislamiento de Estructuras**

La principal causa de los cortes de energía son los rayos provocados por la descarga de rayos y truenos, lo que conlleva a la ocurrencia de sobretensiones directas y también inducidas en las líneas de distribución, las cuales dependen de los siguientes factores:

- Si la Intensidad, continuidad y duración de descargas atmosféricas en la zona son intensas en época de tormenta eléctrica (si los hubiere)
- Los obstáculos que hubiera en la franja de servidumbre de las líneas son limitados, teniéndose algunas lomas que contribuyen a amortiguar las descargas directas, y reducir la magnitud de las indirectas.
- La tasa de pérdida de energía por cada 100 km/año se reduce cuando se alcanza el valor de la tensión crítica de pico CIFO (VFIC, o Critical Impulse flashovervoltage-CIFO) de la línea de 300 kV, por lo que los proyectos de construcción deben apuntar a lograr este valor, mediante el uso de aisladores y crucetas de madera. (Lara, 2020, p. 39)

El aumento del aislamiento de la línea puede causar sobretensiones graves en el equipo, por lo que no es práctico superar los 300 kV.

Debido a que los pararrayos en las subestaciones de distribución reducen hasta cierto punto el flameo debido al voltaje inducido, el SER tiene múltiples ubicaciones a lo largo de la línea donde los pararrayos ayudan a mejorar el rendimiento eléctrico. (Lara, 2020, p. 39)

Las estructuras están aisladas por un conjunto CIFO de sus componentes: aislamiento y barras transversales de madera, que aumentan el aislamiento de la línea y mejoran las propiedades eléctricas frente a descargas atmosféricas de la zona. (Lara, 2020, p. 39)

El pararrayos debe instalarse lo más cerca posible del equipo y puede acoplarse a la carcasa del transformador, reduciendo así la longitud del conductor conectado desde el pararrayos hasta el terminal y reduciendo la caída de tensión debido a la corriente de descarga de rayos. (Lara, 2020, p. 39)

### **Selección de Aisladores**

De acuerdo a los criterios mencionados, deben ser cuidadosamente analizados para llegar a la correcta selección del aislador utilizado, pues en muchos casos es importante tener en cuenta las características necesarias, para poder tomar decisiones que produzcan resultados confiables y económicos. para los sistemas. Teniendo en cuenta los análisis de coordinación de aislamiento realizados y en base a la norma RD-026-2003-EM/DGE, se seleccionaron los aisladores

Se recomiendan aisladores de porcelana de tipo Pin y de tipo suspensión. Los primeros mencionados se deberán instalar en estructuras de alineamiento y estructuras de ángulo de desvío topográfico moderado. (Lara, 2020, p. 39)

Los aisladores de suspensión se utilizarán en estructuras terminales, y en estructuras de ángulo y retenciones, aisladores de porcelana

### **Seccionador Fusible Unipolar Tipo Expulsion**

El fusible unipolar se considera como el principal elemento de protección, y para este estudio será de Tipo Expulsion (Cut-Out) de 27/38 kV, 100A, 170 kV-BIL (Altitud >3500 m.s.n.m.) y 150 kV-BIL (Altitud <=3500 m.s.n.m.) para nivel de tensión de 22,9/13,2 kV.

### **Pararrayos**

Los pararrayos utilizados en este estudio protegerán los transformadores de distribución y seccionamiento para evitar destellos de aisladores en la línea primaria, debido a sobretensiones transitorias por descargas atmosféricas de la zona.

Lo básico asumido a la teoría de aplicación presentada son:

- Los terminales de puesta a tierra del pararrayos están conectados a las partes de puesta a tierra del dispositivo a proteger.
- Las conexiones de los pararrayos de línea y tierra son cortos y prácticos
- La consideración del tiempo y del nivel de protección determinará el grado de

pararrayos elegido: distribución estacional, intermedia o irregular. Por lo tanto, se utilizará pararrayo auto valvular de óxido metálico, clase 1.

### **Cálculo de Tensión máxima de operación continua (MCOV)**

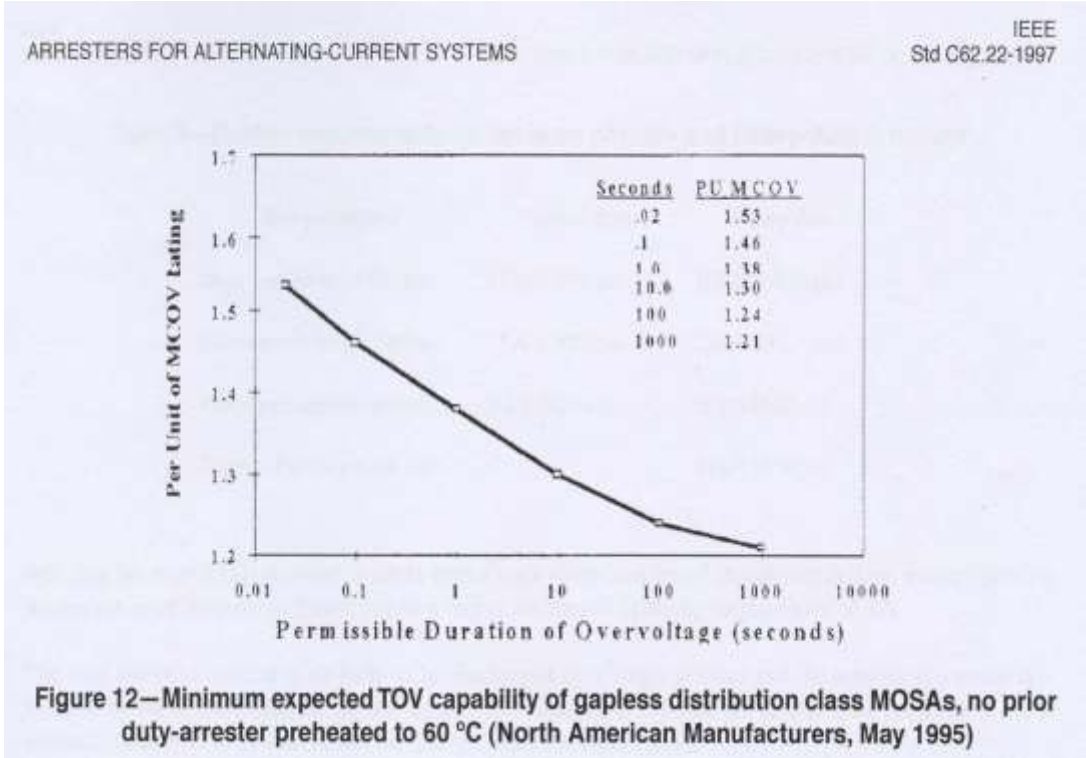
Para cada determinación de pararrayo, su MCOV debe ser igual o mayor que el MCOV del sistema. La aplicación correcta requiere la evaluación de la configuración del sistema (sea: monofásico, delta, estrella) y las conexiones de pararrayo (sea: fase a tierra, fase a fase, fase a neutro).

Por ejemplo, en un sistema de alto voltaje, el pararrayos generalmente está conectado de fase a tierra y, por lo tanto, está sujeto a voltajes de fase a tierra. Sin embargo, cuando la conexión a un sistema delta tiene una falla en una sola fase, se somete a un voltaje de fase a fase.

Por lo tanto, para que el pararrayos cumpla con los requisitos de la red, se deben cumplir dos condiciones al elegir el MCOV:

El MCOV debe ser mayor que la sobretensión de frecuencia de corriente constante en los terminales del pararrayos.

$T \times \text{MCOV}$  debe ser mayor que la sobretensión transitoria prevista en los terminales del pararrayo. De acuerdo con la Figura 20, T (solicitud de sobretensión temporal) está determinado por la duración “t” de la sobretensión transitoria. Por lo tanto, para determinar T, debemos tener en cuenta “t”.



**Figura 33.** Curva TOV Típica Para Pararrayos.

Fuente: IEEE Std C62.22-1997.

**Cálculo de la capacidad de sobretensión temporal (TOV)**

Además de las consideraciones que influyen en la selección del MCOV específica del pararrayo, el especialista debe seleccionar un pararrayo que sea tolerante a las elevaciones sistémicas transitorias en el sitio donde se ubica. El requisito previo es que la tensión a la frecuencia de la potencia - la característica de tiempo del pararrayo, sea mayor que la característica de sobretensión transitoria (TOV), que es una función del tiempo del sistema durante todo el período de falla.

**La figura 07,** Es una curva TOV típica para los pararrayos de distribución, utilizados en estos cálculos. Durante la realización del trabajo, estos valores deben verificarse, tomando datos TOV del fabricante.

El pararrayos seleccionado deberá tener la capacidad MCOV adecuada y la protección contra sobretensiones para el sistema operativo. *A veces, MCOV es la decisión y, a veces, TOV es la decisión.*

Un cambio en la configuración del relé o el uso de interruptores de acceso rápido a veces puede permitir el uso de un pararrayo basado en MCOV cuando el TOV es crítico.

### **Selección del pararrayo**

La elección de un SPD apropiado incluye la consideración de la tensión máximo de funcionamiento continuo; propiedades protectoras (conmutación de pulsos y detonadores); Temporización (sobretensiones temporales y maniobras), condiciones de servicio, etc.

La consideración del tiempo y el nivel de protección determinará el grado del pararrayos seleccionado: distribución estacional, media o irregular. En esta oportunidad, se utilizan pararrayos tipo distribución para proteger transformadores y líneas de baja tensión cuando el trabajo impuesto al sistema es mínimo y se requiere un diseño rentable.

La tensión de sostenimiento se puede seleccionar para encontrar las características del pararrayos, o se seleccionará el pararrayos para el aislamiento actual. Las características típicas de los pararrayos distribuidos se muestran en la siguiente tabla:



**Table 8—Distribution arrester protective characteristics**

Voltage ratings		Protective level—range of industry maxima (kV)					
Duty cycle (kV-rms)	MCOV (kV-rms)	Front-of-wave protective level			Discharge voltage with 8/20 wave		
		5 kA normal duty	10 kA heavy duty	10 kA riser pole	5 kA normal duty	10 kA heavy duty	10 kA riser pole
3	2.55	11.2–17	13.5–17	10.4	10.2–16	9.1–16	8.2
6	5.1	22.3–25.5	26.5–35.3	17.4–18	20.3–24	18.2–25	16.2
9	7.65	33.5–36	26.5–35.3	22.5–36	30.0–33.5	21.7–31.5	20.0–24.9
10	8.4	36.0–37.2	29.4–39.2	26.0–36	31.5–33.8	24.5–35	22.5–26.6
12	10.2	44.7–50	35.3–50	34.8–37.5	40.6–44	32.1–44	30.0–32.4
15	12.7	54.0–58.5	42.0–59	39.0–54	50.7–52	35.9–52	33.0–40.2
18	15.3	63.0–67	51.0–68	47.0–63	58.0–60.9	43.3–61	40.0–48
21	17.0	73.0–80	57.0–81	52.0–63.1	64.0–75	47.8–75	44.0–56.1
24	19.5	89.0–92	68.0–93	63.0–72.5	81.1–83	57.6–83	53.0–64.7
27	22.0	94.0–100.5	77.0–102	71.0–81.9	87.0–91.1	65.1–91	60.0–72.1
30	24.4	107.0–180	85.0–109.5	78.0–85.1	94.5–99	71.8–99	66.0–79.5
36	29.0	125.0	99.0–136	91.0–102.8	116.0	83.7–125	77.0–96

**Figura 34.** Características de protección del descargador de distribución  
Fuente: IEEE Std C62.22-1997.

### **Cálculos Mecánicos para el Diseño de las Redes en Media Tensión**

Este estudio se construye de acuerdo con los requisitos de las normas técnicas de electrificación rural de la Administración General de Electricidad, el código nacional de suministro 2011 y las normas internacionales aplicables. RD 018 - 2 003 - EM: Bases para el Diseño de Línea y Redes Primarias para Electrificación Rural.

### **Calculo Mecánico de Conductores**

Estos cálculos tienen como objetivo determinar las siguientes magnitudes relacionadas con los conductores de la red y las líneas aéreas primarias en todas las hipótesis de trabajo:

Esfuerzo horizontal del conductor.

- Esfuerzo tangencial del conductor en los apoyos.
- Flecha del conductor.
- Parámetros del conductor.
- Coordenadas de plantillas de flecha máxima (sólo en hipótesis de máxima temperatura).
- Ángulos de salida del conductor respecto a la línea horizontal, en los apoyos.

Vano - peso de los apoyos.

Vano - medio de los apoyos.

Los cálculos mecánicos se basan en los lineamientos de la Norma Base RD-018-2003 para el diseño de líneas y redes primarias de electrificación rural y de acuerdo con las condiciones ambientales de la zona, según se describe en el código nacional de electricidad suministro

### Condiciones de la Zona del Estudio

Las características climáticas del área de estudio reveladas por el **SENAMHI** se muestran en la siguiente figura:

NOMBRE DE LA ESTACION METEOROLOGICA	HUANCAVELICA
TIPO	Convencional, Meteorológica
ALTITUD	3 715 m.s.n.m.
TEMPERATURA MEDIA	9,4
TEMPERATURA MAXIMA	22,7
TEMPERATURA MINIMA	-5,4
UTM WGS84 18L (N/E)	8 588 128 / 498 654
PROVINCIA	HUANCAVELICA

*Figura 35.* Datos Climatológicos del SENAMHI en la Zona del Proyecto  
Fuente: Senamhi

## Características de los Conductores Normalizados

El conductor para redes y líneas primarias aéreas será desnudo, de aleación de aluminio AAAC y fabricado de acuerdo con los requisitos de ASTM B398, ASTM B399 o IEC 589. Se usan conductores de estas características debido a su área de diseño, Sin salinidad ni contaminación industrial.

Las características del conductor utilizado se muestran a continuación:

DESCRIPCION	UNIT	CONDUCTOR AAAC	
Sección	mm <sup>2</sup>	35	70
Nº de alambres		7	19
Diámetro exterior	mm	7,57	10,7
Diámetro alambre	mm	2,52	3,57
Masa total	kg/m	0,0957	0,192
Coef. Expansión Térmica		23 x 10 <sup>-6</sup>	
Módulo de elasticidad Final	N/mm <sup>2</sup>	60 760	
Carga de rotura mínima	kN	10,81	20,95

**Figura 36.** Características de los conductores  
Fuente: Elaboración Propia

La sección utilizada de acuerdo al análisis del sistema eléctrico es 35 mm<sup>2</sup> y 70 mm<sup>2</sup> para vanos mayores a 400m.

### Esfuerzos Máximos en el Conductor

Para determinar vanos máximos donde el conductor no supere el 60% de la carga de rotura, para EDS 15% y para vanos que son especiales superiores a 400 m se debe utilizar EDS de 12%; Para vanos cortos o también llamados vanos flojos, se utilizará el 7% EDS.

Los cálculos mecánicos de los conductores ayudan a determinar las fuerzas máximas y mínimas de los conductores bajo varias hipótesis propuestas, para determinar un tamaño satisfactorio de las estructuras de la línea.

### Esfuerzos Máximos en el Conductor

Según la normativa vigente, el esfuerzo máximo admisible en el conductor no debe superar el 60% del esfuerzo de rotura del conductor “Sr”. Es así que para nuestro

conductor AAAC:

Esfuerzo Mínimo de Rotura :  $S_r = 300 \text{ N/mm}^2$

Esfuerzo Máximo Admisible :  $S_{\max} = 180 \text{ N/mm}^2$

En este estudio se consideró como esfuerzo EDS inicial de tal manera que el esfuerzo EDS final resultante venga a ser menor o igual a  $44 \text{ N/mm}^2$ , tal como recomienda la VDE 0201, y para evitar el uso de amortiguadores a vanos regulares. Con las consideraciones anteriores en mente, en este estudio se ha tomado en cuenta un esfuerzo EDS inicial 15% de rotura del conductor. Con este esfuerzo de salida se calculará la capacitancia mecánica de la estructura y se determinará el desempeño de la estructura.

### Formulación de Hipótesis de Cálculo

Para proponer una hipótesis de tensión que determine el cambio de estado de un conductor, examinamos las propiedades específicas del conductor seleccionado y la curva de esfuerzo-deformación-creep del fabricante para el conductor AAAC.

Las hipótesis de carga que determina el cambio de estado de los conductores seleccionados para la línea primaria y la red vienen a ser:

HIPOTESIS POR AREA				AREA 0-3 000 m.s.n.m.	AREA 3001- 4800 m.s.n.m.
HIPOTESIS 1	Estado Templado (EPS inicial)	%EDS		15	15
		Temperatura Media Anual	°c	10,9	9,4
		Velocidad Del Viento	Km/h	0	0
		Sobrecarga de Hielo	mm	0	0
HIPOTESIS 2	De Máximo esfuerzo	Temperatura Media Anual	°c	10,9	9,4
		Velocidad Del Viento máx.	Km/h	90	90
		Sobrecarga de Hielo	mm	0	0
HIPOTESIS 3	De Máxima Temperatura	Temperatura máx. + CREEP	°c	40	40
		Velocidad Del Viento	Km/h	0	0
		Sobrecarga de Hielo	mm	0	0

HIPOTESIS POR AREA				AREA 0-3 000 m.s.n.m.	AREA 3001- 4800 m.s.n.m.
HIPOTESIS 4	De Mínima Temperatura	Temperatura Mínima	°c	-3	-5,4
		Velocidad Del Viento	Km/h	0	0
		Sobrecarga de Hielo	mm	0	0
HIPOTESIS 5	De Viento con Hielo	Temperatura Mínima	°c	-3	-5,4
		Velocidad Del Viento máx.	Km/h	0	60
		Sobrecarga de Hielo	mm	3	6

**Figura 37.** Resumen de las Hipótesis de estado

Fuente: Elaboración Propia

Para efectuar los cambios de estado se ha empleado un programa de cómputo que utiliza el método exacto de cálculo.

### **Consideraciones para el Cálculo:**

El modo de tracción del conductor corresponde principalmente a las condiciones de EDS o resistencia a la tracción diaria promedio, temperatura mínima, presión máxima, formación de hielo y presión máxima.

#### **• Condiciones de Esfuerzo Medio (EDS):**

Para conductores AAAC en condiciones de esfuerzo moderado (EDS), se considerará como esfuerzo inicial el 15% del esfuerzo de fractura, según lo recomendado por la norma DGE. “Bases para el Diseño de Líneas y Redes Primarias para Electrificación Rural”. (Lara, 2020, p. 47)

#### **• Condición de Máximo Esfuerzo:**

En este caso se tiene en cuenta la temperatura ambiente media, la velocidad máxima del viento y la ausencia de sobrecarga de hielo. Esta condición suele determinar el límite de rendimiento mecánico de las estructuras seleccionadas; Su valor corresponde a las condiciones específicas en las que el esfuerzo longitudinal es generado por el conductor, es decir, hasta el 60% del esfuerzo de fractura. (Lara, 2020, p. 48)

#### **• Condición de Máxima Temperatura:**

Esta condición corresponde a CREEP además de la máxima expansión térmica

esperada en el conductor (hasta que se desarrolle una metodología para tratar el fenómeno CREEP, se considerará la temperatura equivalente a 10 °C. Por tanto, considerar en la localización de estructuras, este aumento de temperatura), con temperatura máxima y sin tener en cuenta la sobrecarga de viento. Por lo tanto, la temperatura de diseño se considera de 50 °C. (Lara, 2020, p. 48)

• **Condición de Mínima Temperatura**

Corresponde a los esfuerzos que se producen en las condiciones mínimas de temperatura ambiente, definidas en la hipótesis de cambio de estado. (Lara, 2020, p. 47)

• **Condición de Máxima Velocidad de Viento y Carga de Hielo:**

Corresponde a la fuerza que se produce en las condiciones de máxima velocidad del viento y carga de hielo sobre el conductor, teniendo en cuenta la temperatura mínima, el exceso de carga de hielo con un espesor de 6 mm y la velocidad del viento cero.

**Carga unitaria resultante del conductor: ( $W_r$ )**

$$W_r = \sqrt{\left( (W_c + 0,0029(2c + \phi_c))^2 + \left( P_v \left( \frac{\phi_c + 2c}{1000} \right) \right)^2 \right)}$$

$$P_L = K \times V^2$$

Dónde:

- $W_c$  : Peso propio del conductor
- $V$  : Velocidad del viento
- $\phi_c$  : Diámetro exterior del conductor
- $c$  : Espesor de hielo sobre el conductor
- $P_v$  : Carga adicional debido a la presión del viento
- $K$  : Constante de los Conductores de Superficie Cilíndrico (0,041)

**Esfuerzo del conductor en el extremo superior derecho: (T<sub>D</sub>)**

$$T_D = T_o \cosh\left(\frac{X_D}{p}\right)$$

Dónde:

$$p = T_o \frac{S}{W_r}$$

W<sub>r</sub> : Carga resultante del conductor

X<sub>D</sub> : Distancia del punto más bajo de la catenaria al apoyo derecho

S : Sección del conductor

T<sub>0</sub> : Tensión horizontal en la hipótesis Analizada

**Esfuerzo del conductor en el extremo superior izquierdo: (T<sub>I</sub>)**

$$T_D = T_o \cosh\left(\frac{X_I}{p}\right)$$

**Angulo del conductor respecto a la línea horizontal en el apoyo derecho: (θ<sub>D</sub>)**

$$\theta_D = \cos^{-1}\left(\frac{T_o}{T_D}\right)$$

**Angulo del conductor respecto a la línea horizontal en el apoyo izquierdo: (θ<sub>I</sub>)**

$$\theta_D = \cos^{-1}\left(\frac{T_o}{T_I}\right)$$

**Distancia del punto más bajo de la catenaria al apoyo izquierdo: (X<sub>I</sub>)**

$$X_I = -p \left[ \operatorname{senh}^{-1} \left( \frac{h/d}{\sqrt{(\operatorname{senh}(d/p))^2 - (\cosh(d/p) - 1)^2}} \right) - \operatorname{tgh}^{-1} \left( \frac{\cosh(d/p) - 1}{\operatorname{senh}(d/p)} \right) \right]$$

Dónde:

$$p = T_o \frac{S}{W_r}$$

- $W_r$  : Carga resultante del conductor  
 $S$  : Sección del conductor  
 $T$  : Esfuerzo en la hipótesis considerada  
 $d$  : Vano  
 $h$  : Desnivel del vano.

**Distancia del punto más bajo de la catenaria al apoyo izquierdo: ( $X_D$ )**

$$X_D = d - X_I$$

**Longitud del conductor: (L)**

$$L = \sqrt{\left(2ps \sinh \frac{d}{2p}\right)^2 + h^2}$$

**Flecha del conductor: (f)**

$$f = p \left( \cosh \frac{X_I}{p} - \cosh \frac{d/2 - X_I}{p} \right) + \frac{h}{2}$$

**Saeta del conductor: (s)**

**Formula Exacta**

$$s = p \left( \cosh \left( \frac{X_I}{p} \right) - 1 \right)$$

**Formula Aproximada**

$$s = f \left( 1 - \left( \frac{h}{4f} \right)^2 \right) ; s = \frac{X_I^2}{2p}$$

**Vano - Peso: (Vp)**

$$V_p = X_D(i) + X_I(i+1)$$

**Vano - Medio: (VM)**

$$VM = \frac{di + d(i+1)}{2}$$



### **Cálculo del Vano Equivalente ( $V_{eq}$ )**

El vano base o vano equivalente es igual a cada vano real para estructuras con aisladores rígidos de tipo PIN. En estructuras con cadenas de aisladores suspendidos, el vano idéntico será único para las secciones entre las estructuras de anclaje, y una fuerza horizontal constante corresponderá a este vano equivalente.

La fórmula empleada es la siguiente: 
$$V_{eq} = \sqrt{\frac{\sum di^3 \cos\psi}{\sum (di/\cos\psi)}}$$

### **Selección y Calculo de Prestaciones de Estructuras**

#### **Consideraciones de Diseño**

El objeto de estos cálculos es determinar los esfuerzos mecánicos sobre los postes, cable de las retenidas y sus accesorios, de forma que no se sobrepase los esfuerzos máximos esperado según la norma indicada y otras normas aplicables en las condiciones más severas.

En el cálculo mecánico de la estructura de soporte se tuvieron en cuenta las siguientes cargas:

**Cargas Horizontales:** Cargas de viento sobre conductores y estructuras y cargas de tracción sobre conductores en esquinas fuera de carretera, con un factor de seguridad de 2,2. Solo en condiciones normales y carga máxima de viento. (Lara, 2020, p. 51)

**Cargas Verticales:** Carga vertical debida al peso del conductor, aislador, sección transversal, peso adicional de persona con herramienta y componente vertical transmitido por el conductor, si lo hubiere. El vano peso se determinará en cada estructura y para cada hipótesis de diseño (ya sean las Hipótesis I, II, III y IV), el cual determinará el uso de estructuras suspendidas o ancladas. (Lara, 2020, p. 51)

**Cargas Longitudinales:** Cargas generadas por cada vano a cada lado de la estructura y cada hipótesis de diseño (ya sean las Hipótesis I, II, III y IV). (Lara, 2020, p. 51)

## **Tipos de Estructuras**

La estructura de la línea primaria consta de un poste y se configura de acuerdo a la función a ejecutar. (Lara, 2020, p. 52)

Los parámetros que definen la estructura y sus propiedades mecánicas son:

Distancia mínima al suelo asumiendo una mayor flecha (con la ayuda de programas informáticos, la distancia mínima al suelo se puede simular de acuerdo con los criterios establecidos)

Angulo de desvío topográfico

Vano – viento

Vano – peso.

(Lara, 2020, p. 52)

Según la función de la línea, las estructuras serán seleccionadas como sigue:

**Estructuras de alineamiento:** Básicamente, se utilizarán para soportar la línea. También se considera estructura alineada aquella estructura intercalada entre dos eslabones distintos que forman un ángulo de deflexión de hasta 5°. (Lara, 2020, p. 52)

**Estructuras angulares:** Se utilizarán para apoyar la línea en los vértices de los ángulos para formar dos rectas distintas cuyo Angulo supere los 5 grados. (Lara, 2020, p. 53)

**Estructuras terminales:** Se utilizará para soportar la máxima resistencia a la tracción de todos los conductores del mismo lado del chasis en la dirección de la línea. (Lara, 2020, p. 53)

**Estructuras especiales:** Tendrán funciones diferentes a la estructura definida anteriormente. Entre ellos está la estructura de derivación utilizada para derivar la línea en la dirección que cruza la ruta principal. (Lara, 2020, p. 53)

### **Hipótesis de Cálculo**

En este estudio, para líneas y redes electrificadas rurales primarias, solo se consideran condiciones normales en los cálculos estructurales. Por lo tanto, según la norma DGE rd018-2003-EM, no se considera una hipótesis de rotura de conductor.

### **Factores de Seguridad**

Los factores de seguridad para estructuras y crucetas serán las siguientes:

Postes de Madera	:	2,5
Cruceta de madera	:	4
Retenidas	:	2

### **Cargas Previstas**

Para el cálculo de prestaciones mecánicas de las estructuras, de acuerdo al tipo de estructura, para este estudio, se ha previsto las siguientes cargas

#### **Estructuras de alineamiento: PS1-0 (0° - 5°)**

Conductor sano

Viento máximo perpendicular al eje de la línea

#### **Estructuras de ángulo: PA1-0 (5° - 30°)**

Conductor sano

Resultante angular del tiro máximo

Carga del viento correspondiente al estado de tiro máximo en la dirección de la resultante.

#### **Estructuras de ángulo: PA2-0 (30° - 60°)**

Conductor sano

Resultante angular del tiro máximo

Carga del viento correspondiente al estado de tiro máximo en la dirección de la resultante.

**Estructuras de ángulo: PA3-0 (60° - 90°)**

Conductor sano

Resultante angular del tiro máximo

Carga del viento correspondiente al estado de tiro máximo en la dirección de la resultante.

**Estructuras de anclaje: PR3-0 / TS-0**

Conductor sano

Tiro Máximo del conductor

Carga del viento correspondiente al estado de tiro máximo en dirección perpendicular a la línea.

**Características de los Postes**

Para el presente estudio, la estructura de soporte de la Línea y Redes Primarias tendrán las siguientes características:

**Tabla 15:**

Estructuras de Soporte

Descripción	Madera	
	12 C5	12 C6
Longitud (m)	: 12	12
Diámetro Cima(mm)	: 152,8	136,8
Diámetro Base(mm)	: 268,5	245,2
Carga de rotura (N)	: 8450	6670
Esfuerzo máximo de flexión (Mpa)	40	40
Peso Aprox.(kg)	: 530	398

Fuente: Elaboración Propia

**Consideraciones Para el Cálculo de acuerdo a la norma Técnica R.D. N° 016-2003-EM/DGE**

Momento debido a la carga del viento sobre los conductores:

$$MVC = Pv \times d \times \varphi_c \times \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right) \left(\sum h_i\right)$$

Momento debido a la carga de los conductores en estructuras de alineamiento y

ángulo:

$$MTC = 2 \times T_C \times \text{sen}\left(\frac{\alpha}{2}\right) \times \left(\sum h_i\right)$$

Momento debido a la carga de los conductores en estructuras terminales:

$$MTR = T_C \times \left(\sum h_i\right)$$

Momento debido a la carga del viento sobre la estructura:

$$MVP = \frac{[P_V * h_l^2 * (D_m + 2D_0)]}{600}$$

Momento debido al desequilibrio de cargas verticales:

$$MCW = (W_C \times L \times K_r + WCA + WAD) \times B_C$$

Momento total para hipótesis de condiciones normales en estructuras de alineamiento y ángulo sin retenidas:

$$MRN = MVC + MTC + MCW + MVP$$

Momento total en estructuras terminales:

$$MRN = MTC + MVP$$

Esfuerzo del poste de madera en la línea de empotramiento en hipótesis de condiciones normales:

$$R_H = \frac{MRN}{3,13 * 10^{-5} * C^3}$$

Carga crítica en el poste de madera debida a cargas de compresión:

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 x E x I}{(k x l)^2}$$

$$I = \frac{\pi x D m^3 x D o}{64}$$

Deflexión máxima del poste de madera:

$$\delta = \frac{MRN}{3 \times E \times I} \leq 4\%$$

Esfuerzo de Flexión en Crucetas de madera:

$$R_c = \frac{Ma}{W_s}$$

$$W_s = \frac{b (hc)^2}{6}$$

$$Ma = (\Sigma Qv) \times (B_c)$$

Dónde:

Pv : Presión de viento sobre superficies cilíndricas en Pa.

D : Longitud del vano viento en m.

Tc : Carga del conductor en N.

Øc : Diámetro del conductor en mm.

α : Angulo de desvío topográfico.

Do : Diámetro del poste en la punta en cm.

Dm : 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 cruceta en m.

Kr : Relación entre el vano peso y vano viento.

Rc : Peso del conductor en N/m.

WCA : Peso de la cruceta, aisladores y accesorios en N.

WAD : Peso de un hombre con herramientas igual a 1 000 N.

C : Circunferencia del poste en la línea de empotramiento en cm.

E : Módulo de elasticidad del poste en N/cm<sup>2</sup>.

I : Momento de inercia del poste en cm<sup>4</sup>.

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 en m.

hc : Lado de la cruceta paralelo a la carga en cm.

b : Lado de la cruceta perpendicular a la carga en cm.

$\Sigma Q_v$  : Sumatoria de cargas verticales en N.

## Calculo Mecánico de Espigas y Aisladores de Anclaje

### Aisladores Pin

Los aisladores de este tipo, son utilizados en los armados para ángulos comprendidos entre  $0^\circ - 30^\circ$  de la línea.

La fuerza de tracción que están sometidos los aisladores tiene la siguiente relación:

$$F_c = F_{vc} + T_c$$
$$F_c = L \times Pv \times \varphi_c \times \cos(\alpha/2) + 2 \times T \times \text{sen}(\alpha/2)$$
$$Q = Cs \times Fc$$

Según tabla de datos garantizados: **Resistencia a la flexión: 13 kN**

### Aisladores de Anclaje:

Los aisladores de anclaje, son utilizados en los armados para ángulos comprendidos entre  $30^\circ - 90^\circ$  de la línea.

Sabemos que:

$$F_c = F_{vc} + T_c$$
$$F_c = L \times Pv \times \varphi_c \times \cos(\alpha/2) + 2 \times T \times \text{sen}(\alpha/2)$$
$$Q = Cs \times Fc$$

Según tabla de datos garantizados en el Anexo 9: **Carga mecánica de rotura: 35 kN**

### Cálculo de Espigas Rectas:

Considerando las características del acero A36 y de la tabla de datos garantizados se tiene las siguientes características mecánicas:

DESCRIPCION		Unidad	56-4		56-3	
			En cruceta	En cabeza de poste	En cruceta	En cabeza de poste
R	: Resistencia a la flexión	N	13 500		12 040	
CTT	: Carga de Tracción Transversal	N		6 670		6 670
CTL	: Carga de Tracción Longitudinal	N		5 400		5 400
W	: Peso	Kg	2,15	1,95	2,00	1,95
h	: Longitud	cm	43,2	60,9	38,10	60,9

**Figura 38.** Características de Espigas Rectas  
Fuente: Elaboración Propia

Según tabla de datos garantizados: **Carga de prueba a 10° de flexión: 13,50 y 12,04 kN**

### **Cálculo, Diseño y Configuración de Cimentaciones**

En el presente proyecto se utilizarán como estructuras de soporte postes de madera 12/C5 y 12/C6.

En el diseño de cimentaciones se ha considerado las condiciones reales del terreno, las cargas críticas por tipo de soporte y conductor; y para el cálculo de las cimentaciones se ha utilizado el método de cálculo de Sulzberger, los cuales permiten determinar las dimensiones de la excavación y verificar las presiones laterales y verticales según corresponda el caso. (Tuesta, 2017, p 23)

Para el diseño de cimentaciones de los postes sin retenida se verifica la presión lateral que ejerce la estructura sobre el terreno, la cual se compara con la presión del terreno natural.

En el caso de los postes con retenida se verifica la presión vertical que ejerce la retenida y fuerzas verticales del poste sobre el terreno. (Lara, 2020, p.72)

En la parte de Resultados, se presenta el detalle de cimentación en postes de madera para las redes de Media Tensión.



### **Calculo Mecánico de Retenidas**

Para compensar los esfuerzos que excedan las cargas de fractura del eje de la línea base y la malla, se utilizarán retenidas cuyas características se especifican a detalle en las especificaciones de materiales.

Los terminales serán de cable de acero Siemens Martin de 10 mm de diámetro, con una resistencia a la rotura de 30,90 kN.

Una retenida en disposición longitudinal:

$$F_R \text{sen}\phi \times H_R = F_P \times H_e$$
$$F_R = \frac{MRN}{H_R \times \text{sen}\phi}$$

Donde:

- $F_R$  : Tiro de trabajo de la retenida  
 $H_R$  : Altura de la retenida  
 $H_e$  : Altura de aplicación de la fuerza equivalente  
 $F_P$  : Fuerza equivalente en la punta  
 $\phi$  : Angulo de la retenida  
MRN : Momento total resultante.

### **Soluciones Prácticas al Problema de Vibración de Conductores**

#### **Efecto de la tensión de cada día (EDS)**

Las dos variables de diseño de líneas de alta y media tensión que tienen gran impacto en los problemas de vibración de conductores son el esfuerzo final de templado (EDS) y la longitud del vano. Estas dos variables, tratadas individualmente o en combinación pueden reducir el fenómeno de vibración a un nivel no peligroso, siendo innecesaria la utilización de dispositivos para amortiguar las vibraciones. (Consortio Cordillera de los Andes, s.f. p.31)

El Manual de Diseño de Líneas de Alta Tensión del Rural Utilities Service (RUS

Bulletin 1724E-200 – Set 92) indica que para conductores de aluminio y aleación de aluminio se logra minimizar los efectos vibratorios templando la línea (EDS inicial) con valores de hasta el 20% del tiro de rotura del conductor, sin necesidad de recurrir a amortiguadores de vibración. (Consortio Cordillera de los Andes, s.f. p.32)

La Norma VDE 0210/5.69 “Determinaciones para la Construcción de Líneas Aéreas de Energía Eléctrica mayores de 1 kV” determina las tracciones medias admisibles sin protección anti vibrante (amortiguadores) en función a los vanos y al tipo de conductor, siendo estos valores los siguientes: (Consortio Cordillera de los Andes, s.f. p.32)

**Tabla 16:**

*Características de espiga de rectas*

<b>Vanos en metros</b>	<b>0-150</b>	<b>200</b>	<b>300</b>	<b>400</b>	<b>500</b>	<b>700</b>
Templado (%)	16,4	16,1	15,5	14,9	14,3	12,9
(kg/mm <sup>2</sup> )	4,6	4,51	4,3	4,2	4	3,6

**Fuente:** Elaboración Propia

Asimismo, define la Tracción Media como la componente horizontal de la tensión de tracción en el conductor que aparece a temperatura media anual sin carga de viento en su estado final (luego de dos años).

### **Uso de Dispositivos de Amortiguamiento.**

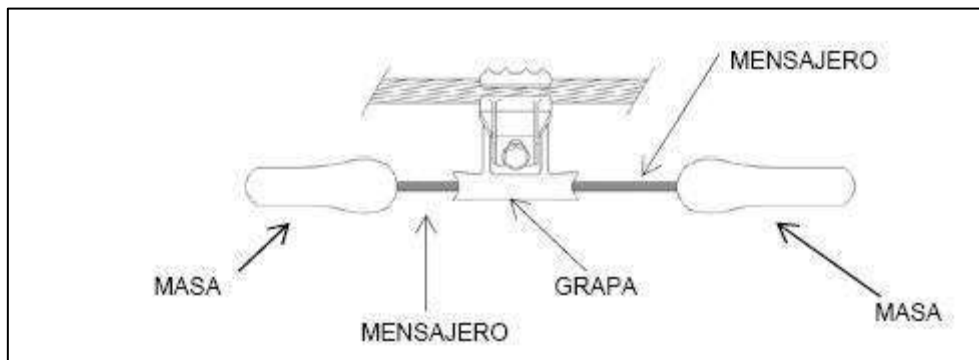
**Las Varillas de Armar** son un refuerzo para el conductor en los puntos de soporte incidiendo en la reducción de la amplitud de las vibraciones debido al aumento aparente del diámetro del conjunto conductor-varilla. Según el “Manual de diseño de Líneas de Alta Tensión RUS Bulletin 1724E-200” la aplicación de Varillas de Armar es una solución eficaz al problema de vibración eólica para líneas con conductores de menor sección, sometidos a bajo esfuerzo y para vanos cortos. Indica a su vez que estos dispositivos proveen un amortiguamiento suficiente evitando la fatiga de los alambres del conductor. (Consortio Cordillera de los Andes, s.f. p.31)

**Los Amortiguadores** son dispositivos efectivos para controlar la vibración. El dimensionamiento, selección y ubicación de los amortiguadores en los vanos depende del

diseño del amortiguador, tensión, peso y diámetro del conductor, así como del rango de velocidades de viento. (Consortio Cordillera de los Andes, s.f. p.31)

Existen en el medio diversos tipos de amortiguadores, describiéndose a continuación las características y aplicación de los más comunes.

### Características:



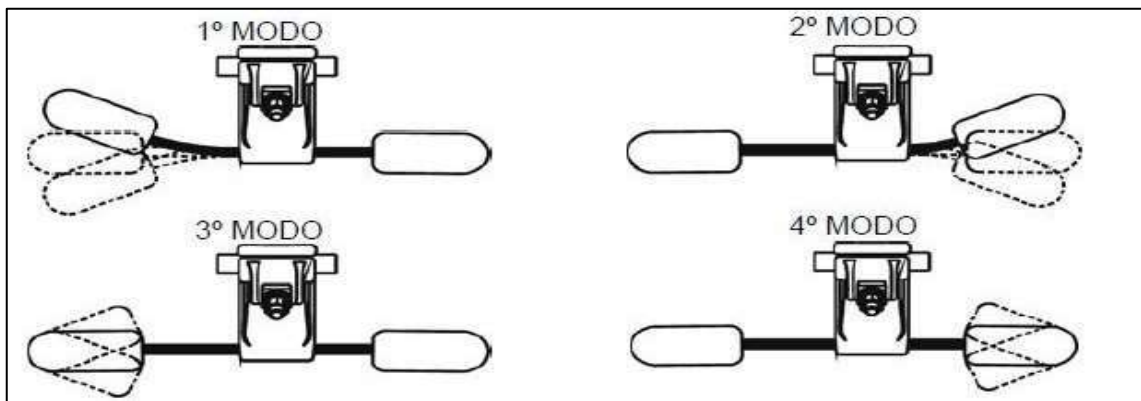
**Figura 39.** amortiguador tipo Stock bridge  
Fuente: página web “Ingeniería Eléctrica Explicada”

**Masa o Contrapeso:** Aleación de zinc (zamak), que proporciona suficiente inercia y una alta resistencia a la corrosión

**Grapa:** Aleación de aluminio comúnmente utilizada en la fabricación de morsetería.

**Cable mensajero:** Elementos fabricados con hilos de acero de alta resistencia galvanizados en caliente.

El diseño del amortiguador Stockbridge es asimétrico, es decir, con diferentes contrapesos, lo que permite obtener cuatro frecuencias de resonancia y patrones de vibración. Esto los hace más eficientes, lo que da como resultado una amortiguación que se extiende a través de un rango más amplio de frecuencias de viento para las líneas.



**Figura 40.** frecuencias resonantes y modos de vibrar de los amortiguadores Stockbridges

Fuente: página web “Ingeniería Eléctrica Explicada”

### **Instalación:**

Los Amortiguadores stockbridges pueden ser instalados directamente sobre la mayoría de los conductores de aluminio, incluyendo ACSR y ACAR. Debe considerarse la aplicación de Armaduras Preformadas para Protección en conductores de aluminio que tengan la capa externa relativamente blanda. Las Armaduras Preformadas están destinadas a reducir la tensión de amarre en cables susceptibles a daños en la superficie ó en el núcleo. (Consortio Cordillera de los Andes, s.f. p.32)

### **Selección del EDS de la Amortiguación de la Vibración:**

Con la finalidad de reducir el efecto de la vibración de los conductores, se plantea como EDS el asumido en la distribución de estructuras, lo cual permite evitar el uso de amortiguadores en los vanos normales, tal como lo recomienda la **Norma VDE 0210/5.69** y el **Boletín RUS 1724E-200**. Este valor de templado tiene una incidencia económica positiva por los siguientes factores:

- 1° Evita el uso de amortiguadores en los vanos normales
- 2° Reducción en el dimensionamiento de las estructuras y conductores
- 3° La configuración topográfica accidentada del terreno contribuye a no afectar el vano promedio de las estructuras.

(Consortio Cordillera de los Andes, s.f. p.32)

Esta investigación se sustenta en seis aspectos importantes, el primero es la justificación teórica, porque resume los aportes teóricos de los autores más importantes referentes a las variables de investigación. Asimismo, tiene justificación práctica en la medida en que ayuda a solucionar el problema, ya que es necesario dotar de energía eléctrica a las ciudades de la provincia de Acoria, en la provincia de Huancavelica. De igual forma brinda una justificación económica ya que coopera con el ahorro o evita costos económicos elevados a los habitantes de la sociedad ya que con un servicio eléctrico eficiente no tendrán que optar por otras fuentes de energía costosas. También tiene justificación social ya que ayuda a quienes integran la sociedad, incluidos niños, adolescentes, adultos y adultos mayores, a tener una mejor vida y una educación de calidad, no solo para ellos sino para las generaciones futuras. También tiene como justificación legal que este estudio debe cumplir con las normas técnicas de calidad para los servicios eléctricos rurales, cuyo propósito es determinar el nivel mínimo de calidad para un sistema eléctrico rural (SER) desarrollado y/u operado de acuerdo al marco de la Ley General de Electrificación Rural y sus disposiciones. Además de la justificación investigatoria, dado que los resultados obtenidos darán lugar a más estudios en este campo y posiblemente al estudio de otras variables no consideradas aquí, este estudio tendrá un impacto positivo en estudiantes, docentes y personas externas que deseen conocer y comprender una comprensión más profunda del diseño y cálculo de la electrificación rural de acuerdo con las normas técnicas de calidad para los servicios eléctricos antes mencionados.

El problema de la investigación se ha formulado de los siguientes términos:  
¿La utilización de software para el diseño de Redes en media y baja tensión, Contribuirá a la electrificación de cinco localidades en el distrito de Acoria – Huancavelica?

También para el presente trabajo, se han considerado como variable dependiente la Electrificación de las Localidades y la variable independiente las Redes en Media y Baja Tensión, como se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 17:***Conceptualización y operacionalización de las Variables*

<b>VARIABLES</b>	<b>DEFINICION CONCEPTUAL</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>
Electrificación de las Localidades	- Este es el proceso de tratar de suministrar energía a diferentes puntos del país que no tienen el suministro suficiente, porque tienen que cubrir sus necesidades de suministro con fuentes de energía. Inestable y menos eficiente.	De Razón	- instalaciones suficientemente dimensionadas, para satisfacer la máxima demanda. -Frecuencia e interrupción de la energía eléctrica en los usuarios.
Redes en Media y Baja Tensión	- Incluye la ruta de la red desde la subestación de distribución hasta el usuario final	De Razón	- Subestación de Distribución - Km de línea primaria - Km de Redes Primarias - Km de Redes Secundarias

**Fuente:** Elaboración Propia

La Hipótesis de la presente investigación es lo siguiente: La utilización de software para el diseño de Redes en Media y Baja tensión, permitirá realizar la electrificación óptima de cinco localidades en el distrito de Acoria – Huancavelica.

El objetivo General de la investigación fue: Utilizar software para diseñar Redes en media y baja tensión, para electrificar cinco localidades en el distrito de Acoria – Huancavelica.

Así mismo los objetivos específicos fueron:

- a) Realizar un estudio de campo de la zona que nos permita, por medio de la observación, conocer la situación de las localidades a electrificar
- b) Identificar el punto más cercano para conectar a la red a las cinco localidades y poder realizar el levantamiento topográfico de las líneas y redes primarias.
- c) Realizar el levantamiento topográfico de las de las cinco localidades, además de realizar un padrón de usuarios que permita saber la cantidad de beneficiarios que tendrá el presente proyecto, en el distrito de Acoria – Huancavelica
- d) Realizar el diseño de las redes en media y baja tensión con ayuda de los softwares correspondientes para cada caso (Red Lin y Topomagic para media

tensión y Red Cad para redes secundarias) para electrificar cinco localidades en el distrito de Acoria – Huancavelica

- e) Calcular la máxima demanda de energía eléctrica y dimensionar la potencia de los transformadores de cada una de las cinco localidades consideradas en el distrito de Acoria – Huancavelica
- f) Realizar los cálculos eléctricos y mecánicos para la selección de materiales de las redes en Baja tensión, para electrificar cinco localidades en el distrito de Acoria – Huancavelica
- g) Realizar los cálculos eléctricos y mecánicos para la selección de materiales de las redes en media tensión, para electrificar cinco localidades en el distrito de Acoria – Huancavelica
- h) Realizar el metrado y presupuesto para la ejecución del proyecto, “utilización de software para diseño de redes en MT y BT para electrificar cinco localidades en el distrito de Acoria - Huancavelica 2021”
- i) Elaborar los planos de distribución de las redes en media tensión y secundarias de las cinco localidades en el distrito de Acoria – Huancavelica.

## II. Metodología

La presente investigación es de dos tipos, primero es descriptiva ya que a partir de la observación y analizando la realidad del problema de las 5 localidades del centro poblado de Chaynapampa sin alterar nada en el lugar, sino más bien se describirá las causas y las consecuencias de la falta de energía eléctrica en las zonas de investigación, al final de los resultados se describirá el óptimo diseño de las redes en media y baja tensión que beneficiaran a los pobladores de las localidades de estudio.

Por otro lado, esta investigación viene a ser Aplicativa ya que parte de los conocimientos establecidos (Resultados de la investigación Básica), donde a partir de las leyes, conocimientos y bases teóricas de ingeniería para dar solución al problema planteado

También en la presente investigación se trabajará con una población que vendría a ser Redes eléctricas en Media y Baja Tensión en el Distrito de Acoria – Huancavelica. Y la muestra que sería Redes de media y baja Tensión en cinco localidades en el Distrito de Acoria – Huancavelica.

Los instrumentos y técnicas de recolección se detallan la tabla siguiente:

**Tabla 18:**

*Técnicas e instrumentos de investigación*

<b>Técnica</b>	<b>Instrumento</b>
Observación en Campo	Fotografías, Estación Total, para tomar coordenadas
Diseño de redes y planos	-Software de ingeniería: Red Cad, AutoCAD Topomagic, Red Lin
Análisis documental	Padrón de Usuarios

**Fuente:** Elaboración Propia



### **III. Resultados**

#### **a) Descripción de la zona de estudio**

las cinco localidades que son, Accobado, Barrio Jorongo, Suyturrumi Baja, Tankarpata y Villanueva, que comprende el presente estudio está ubicado dentro del centro poblado de Chaynapampa en el distrito de Acoria en el departamento de Huancavelica. Tales localidades, en la actualidad, no cuentan con energía eléctrica desde su fundación hace 30 años, debido a problemas técnicos y financieros, además de la poca accesibilidad de ese entonces, ya que recientemente se realizó una obra de carretera que permitió al lugar conectarse con el distrito de Huancavelica, debido a la falta de electricidad, los pobladores arriesgan sus propias vidas recurriendo a velas o mecheros arriesgando sus viviendas ante un probable incendio, además la calidad de educación en la pequeña escuela ubicada en la localidad de Barrio Jorongo es muy pobre ya que sin electricidad las posibilidades de enseñanza disminuye mas hoy en día en un mundo globalizado.

se observó que todas las viviendas están hechas de adobe, el terreno en la zona es mayormente llano además que cruza carretera hacia el distrito de Huancavelica cosas que beneficio a los trabajos de campo como levantamiento de terreno y lotización ya que el terreno es muy apropiado.

Se observo también que hay una línea existente monofásica de 13,2 Kv que pasa muy cerca a las 5 localidades por lo que se tomara un punto de alimentación de esa línea para alimentar a las 5 localidades beneficiadas.

#### **b) Punto de alimentación o Punto de diseño**

De acuerdo a la información obtenida por la empresa concesionaria ELECTROCENTRO S.A., el punto de alimentación para el suministro total de 10,82 kW de potencia de las cinco localidades beneficiadas será la estructura existente de Concreto a 12 m sin código y coordenada UTM X = 513 847; Y = 8 605 994, que se ubica en el Distrito de Acoria, en el centro poblado de Chaynapampa; la misma que pertenece al alimentador de media tensión A 4111, de SEP HUANCAVELICA NORTE (ELECSA).

□ Troncal Alimentador: Circuito A4111 perteneciente a SEP HUANCVELICA NORTE (ELECSA).

□ Tensión Primaria Servicio: 13,2 Kv monofásico MRT

#### **c) Lotización de las 5 localidades beneficiadas**

El levantamiento topográfico de las viviendas en las cinco localidades se muestra en fotografías en el Anexo 13.

La cantidad total de viviendas beneficiadas son 46 (45 conexiones domiciliarias y 1 carga especial) los padrones de usuarios se ven con detalle en el Anexo 12

#### **d) Diseño de redes en media y baja tensión**

el diseño de redes en media y baja tensión del presente estudio utilizando los softwares correspondientes se detallan en el Anexo 1

#### **e) Resultados de la Demanda Máxima De Potencia Proyectada:**

Para saber la demanda máxima de potencia en cada una de las localidades nos valdremos del software RED CAD para diseño de las redes secundarias, previamente configurado y con los parámetros correspondientes cargados, tomando en cuenta lo que se mencionó en la fundamentación Científica, como la calificación eléctrica que se considerara como demanda máxima 400w/lote con un factor de simultaneidad de 0,5 y para las cargas especiales serán de acuerdo a las cargas existentes de cada usuario

Tenemos entonces:

## TANKARPATA:

Resumen de cargas – SE N° 01					
Circuito	Cant. de Lotes		Demandas – kW		
	Viviv.	C. Esp.	SP	AP	Total
C-1	10	0	2,00	0,12	2,12
Total	10	0	2,00	0,12	2,12
Cargas a alimentar					
Sectores		Calif-kW	Cant.	F.S.	Tot-kW
Doméstico		0,40	10	0,5	2,00
A.Público		0,060	2	1,0	0,120
Cargas Especiales:		–	–	–	0,00
Sub-Total					2,12
Pérdidas de Potencia					0,00
Potencia Total					2,12

**Figura 41.** Cuadro de cargas de la localidad de Tankarpata  
Fuente: Elaboración Propia – RED CAD

Entonces la demanda máxima total vendría a ser **2,12 KW**

De acuerdo a las características eléctricas del sistema, el factor de potencia es de **0,9 (Atraso)**

Entonces para calcular la Potencia del transformador:  $T = \frac{2,12}{0,9} = 2,35 \text{ KVA}$

Por lo tanto, el transformador adecuado es **5 KVA**

## SUYTURRUMI BAJO Y VILLANUEVA

Resumen de cargas – SE N° 01					
Circuito	Cant. de Lotes		Demandas – kW		
	Viviv.	C. Esp.	SP	AP	Total
C-1	12	0	2,40	0,18	2,58
Total	12	0	2,40	0,18	2,58
Cargas a alimentar					
Sectores		Calif-kW	Cant.	F.S.	Tot-kW
Doméstico		0,40	12	0,5	2,40
A.Público		0,060	3	1,0	0,180
Cargas Especiales:		–	–	–	0,00
Sub-Total					2,58
Pérdidas de Potencia					0,02
Potencia Total					2,60

**Figura 42.** Cuadro de cargas de la localidad de Suyturrumi Bajo y Villanueva  
Fuente: Elaboración Propia – RED CAD

Entonces la demanda máxima total vendría a ser **2,60 KW**

De acuerdo a las características eléctricas del sistema, el factor de potencia es de **0,9 (Atraso)**

Entonces para calcular la Potencia del transformador:  $T = \frac{2,60}{0,9} = 2,88 \text{ KVA}$

Por lo tanto, el transformador adecuado es **5 KVA**

### **BARRIO JORONGO Y ACCOBADO:**

Resumen de cargos - SE N° 01					
Circuito	Cant. de Lotes		Demandas - kW		
	Viviv.	C. Esp.	SP	AP	Total
C-1	17	1	4,40	0,30	4,70
Total	17	1	4,40	0,30	4,70
Cargas a alimentar					
Sectores	Calif-kW	Cant.	F.S.	Tot-kW	
Doméstico	0,40	17	0,5	3,40	
A.Público	0,060	5	1,0	0,300	
Cargas Especiales:					
C.E. Primario	1,00	1	1,0	1,00	
Sub-Total					4,70
Pérdidas de Potencia					0,07
Potencia Total					4,77

**Figura 43.** Cuadro de cargas de las localidades Barrio Jorongo y Accobado SE01  
Fuente: Elaboración Propia - RED CAD

Entonces la demanda máxima total vendría a ser **4,77 KW**

De acuerdo a las características eléctricas del sistema, el factor de potencia es de **0,9 (Atraso)**

Entonces para calcular la Potencia del transformador:  $T = \frac{4,77}{0,9} = 5 \text{ KVA}$

Por lo tanto, el transformador adecuado es **5 KVA**

Resumen de cargas – SE N° 02					
Circuito	Cant. de Lotes		Demandas – kW		
	Viviv.	C. Esp.	SP	AP	Total
C-1	6	0	1,20	0,12	1,32
Total	6	0	1,20	0,12	1,32
Cargas a alimentar:					
Sectores		Calif-kW	Cant.	F.S.	Tot-kW
Doméstico		0,40	6	0,5	1,20
A.Público		0,060	2	1,0	0,120
Cargas Especiales:		–	–	–	0,00
Sub-Total					1,32
Pérdidas de Potencia:					0,01
Potencia Total					1,33

**Figura 44.** Cuadro de cargas de las localidades Barrio Jorongo y Accobado SE02  
Fuente: Elaboración Propia – RED CAD

Entonces la demanda máxima total vendría a ser **1,33 KW**

De acuerdo a las características eléctricas del sistema, el factor de potencia es de **0,9 (Atraso)**

Entonces para calcular la Potencia del transformador:  $T = \frac{1,33}{0,9} = 1,47 \text{ KVA}$

Por lo tanto, el transformador adecuado es **5 KVA**

#### **f) Cálculos eléctricos y mecánicos de redes en baja tensión**

- **Cálculos eléctricos**

##### **Determinación del número de puntos de iluminación (Alumbrado Público)**

Para la determinación del número de luminarias se tuvo en consideración Norma Técnica Vigente

**DGE RD 017-2003-EM "Alumbrado de Vías Públicas en Áreas Rurales".**

**RM 074 - 2009 -MEM/DM**

Las zonas rurales están consideradas dentro del sector de distribución típico SER1 II. III. IV.

La cantidad de puntos de iluminación en una localidad se debe determinar con el procedimiento mostrado

a continuación:

Se determina un consumo de energía mensual por alumbrado público de acuerdo a la fórmula:

$$\text{CMAP} = \text{KALP} \times \text{NU}$$

Donde:

CMAP : Consumo mensual de alumbrado público en KWh

KALP: Factor de AP en kWh/usuario-mes

NU: Número de usuarios de la localidad

**Tabla 19:**

*Sector Típico y Factor KALP*

Sector Típico	Factor KALP
5	6,3

**Fuente:** Elaboración Propia

El número de luminarias o puntos de iluminación se determina considerando una potencia promedio de lámpara de AP y el número de horas de servicio mensuales del alumbrado público (NHMAP). Se aplica la siguiente fórmula:

$$\text{PI} = (\text{CMAP} \times 1000) / (\text{NHMAP} \times \text{PPL})$$

Donde:

PI ;Puntos de Iluminación

CMAP ;Consumo mensual de alumbrado público en kWh

NHMAP: Número de horas mensuales del servicio de alumbrado público (horas/mes)

PPL: Potencia nominal promedio de lámpara de AP en Watt.

La cantidad de puntos de iluminación (PI) se debe redondear al entero inferior en el caso de ser decimal

El número de horas mensuales del servicio de alumbrado público (NHMAP) dependerá de su control de encendido y apagado:

**Tabla 20:***NHMAP (horas/mes)*

Tipo de control	NHMAP (horas/mes)
Célula fotoeléctrica	360
Horario	N° de horas diarias programadas multiplicadas por 30

**Fuente:** Elaboración Propia

La potencia nominal promedio de la lámpara de Alumbrado Público comprende la potencia nominal de la lámpara más la potencia nominal de sus accesorios de encendido.

La distribución de las luminarias o puntos de iluminación se realizará de acuerdo a las características de las zonas a iluminar según el siguiente orden de prioridad:

- I. Plazas principales o centro comunal de la localidad
- II. Vías públicas en el perímetro de las plazas principales
- III. Vías públicas importantes
- IV. Áreas restantes de la localidad

N°	LOCALIDAD	Factor KALP	N° DE USUARIOS (NU)	CMAp kWh	NHMAP (horas/mes)	PPL (watts)	PI Lamp (50 W)	TOTAL kW
1	ACCOBADO	6,3	4	25	360	60,0	1	0,06
2	BARRIO JORONGO	6,3	20	126	360	60,0	5	0,30
3	SUYTURRUMI BAJA	6,3	5	32	360	60,0	1	0,06
4	TANKARPATA	6,3	10	63	360	60,0	2	0,12
5	VILLA NUEVA	6,3	7	44	360	60,0	2	0,12

**Figura 45.** Resultados del Número de Puntos de Iluminación

Fuente: Elaboración Propia

### Resistencia de Puesta a Tierra

El valor de resistencia de la puesta tierra del conductor neutro en los puntos más desfavorables, estando conectado todo el sistema de puesta a tierra, no deberá superar los siguientes valores:

Sistema Monofásico 440/220 V : 10 Ohm

La puesta a tierra deberá consistir en un electrodo PAT-1 enterrado, según el detalle mostrado en los armados típicos adjuntado en los anexos y en los planos de diseño.

**Caída de Tensión:**

La máxima caída de tensión entre la subestación y el extremo terminal más alejado de la red no deberá exceder el 7% de la tensión nominal, es decir:

Sistema 440/220 V : 30,8V

Y la pérdida de energía no mayor a 3%.

Los cálculos de caída de tensión y perdidas de energía para cada localidad se presentan en las siguientes Figuras:



Localidad TANKARPATA		Subestación N° S.E. N° 01																								
Sistema 0.44/0.22 kV 1f 3-																										
Circuito		C-1																								
Servicio	Total	Tablero	Particular	Alumbrado																						
M.D. - kW	2.12		2.00	0.12																						
Pérdidas - kW (%)	0.00	0.00	0.00	0.00																						
Pérdidas kWh-año (%)	0 (0.0)	0.00	0	0																						
%DV max	0.8%		0.8%	0.1%																						
Servicio Particular										Alumbrado Público																
Nodo	Long. (m)	N° de Lotes		Potencia (kW)			Formación del Conductor	K (Ohm/km)	Resist. (Ohm/km)	Corr. (A)	Caída de Tensión				Pérdidas (W)	Carga		K (Ohm/km)	Resist. (Ohm/km)	Corr. (A)	Caída de Tensión			Pérdidas (W)		
		SP	CE	SP	CE	Acum.					Fase-Fase(V)	Fase-Neutro(V)	Tensión Fase-Neutro(V)	%D V		N° de Lámp.	Acum. kW				DV (V)	Tensión (V)	%D V			
																									DV (V)	Tensión (V)
Bornes	0.0	0	0	0.00	0.00	0.00		0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	220.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	220.00	0.00	0.00
Tablero	2.0	10	0	2.00	0.00	2.00	1x16+1x16/25	3.530	1.910	9.10	0.00	0.06	219.94	0.00	0.32	1	0.12	3.53	1.91	0.60	0.00	220.00	0.00	0.00		
Circuito C-1																										
Salida	0.0	0	0	0.00	0.00	2.00	1x16+1x16/25	3.530	1.910	9.10	0.00	0.00	219.94	0.00	0.00	1	0.12	3.53	1.91	0.60	0.00	220.00	0.00	0.00		
A1	31.0	1	0	0.20	0.00	0.60	1x16+1x16/25	3.530	1.910	2.70	0.00	0.30	219.64	0.20	0.43	0	0.06	3.53	1.91	0.30	0.03	219.97	0.00	0.01		
A2	46.2	1	0	0.20	0.00	0.40	1x16+1x16/25	3.530	1.910	1.80	0.00	0.29	219.35	0.30	0.29	0	0.06	3.53	1.91	0.30	0.05	219.92	0.00	0.01		
A3	46.2	1	0	0.20	0.00	0.20	1x16+1x16/25	3.530	1.910	0.90	0.00	0.15	219.20	0.40	0.07	1	0.06	3.53	1.91	0.30	0.05	219.87	0.10	0.01		
B1	34.0	0	0	0.00	0.00	0.80	1x16/25	3.530	1.910	3.60	0.00	0.43	219.51	0.20	0.84	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	220.00	0.00	0.00		
B2	33.3	1	0	0.20	0.00	0.80	1x16/25	3.530	1.910	3.60	0.00	0.42	219.09	0.40	0.82	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	220.00	0.00	0.00		
B3	12.2	1	0	0.20	0.00	0.60	1x16/25	3.530	1.910	2.70	0.00	0.12	218.97	0.50	0.17	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	220.00	0.00	0.00		
B4	48.8	0	0	0.00	0.00	0.40	1x16/25	3.530	1.910	1.80	0.00	0.31	218.66	0.60	0.30	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	220.00	0.00	0.00		
B5	48.7	2	0	0.40	0.00	0.40	1x16/25	3.530	1.910	1.80	0.00	0.31	218.35	0.80	0.30	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	220.00	0.00	0.00		
C1	19.8	0	0	0.00	0.00	0.60	1x16/25	3.530	1.910	2.70	0.00	0.19	219.75	0.10	0.28	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	220.00	0.00	0.00		
C2	67.1	0	0	0.00	0.00	0.60	1x16/25	3.530	1.910	2.70	0.00	0.64	219.11	0.40	0.93	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	220.00	0.00	0.00		
C3	51.8	1	0	0.20	0.00	0.20	1x16/25	3.530	1.910	0.90	0.00	0.16	218.95	0.50	0.08	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	220.00	0.00	0.00		
C2.1	23.8	2	0	0.40	0.00	0.40	1x16/25	3.530	1.910	1.80	0.00	0.15	218.96	0.50	0.15	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	220.00	0.00	0.00		

Figura 46. Caída de Tensión y Perdidas de energía, Localidad Tankarpata  
Fuente: Elaboración Propia – Software RED CAD

Localidades: SUYTURRUMI Y VILLANUEVA							Subestación N° S.E. N° 01																		
Sistema 0.44/0.22 kV 1f 3-							Circuito C-1																		
Servicio							Total	Tablero	Particular	Alumbrado															
M.D. - kW							2.58		2.40	0.18															
Pérdidas - kW (%)							0.02	0.00	0.02	0.00															
Pérdidas kWh-año (%)							27 (0.4)	0.00	27	0															
%DV max							1.7%		1.7%	0.1%															
Servicio Particular											Alumbrado Público														
Nodo	Long. (m)	N° de Lotes		Potencia (kW)			Formación del Conductor	K (Ohm/k m)	Resist. (Ohm/k m)	Corr. (A)	Caída de Tensión				Pérdidas (W)	Carga		K (Ohm/k m)	Resist. (Ohm/k m)	Corr. (A)	Caída de Tensión			Pérdidas (W)	
		SP	CE	SP	CE	Acum.					Fase- Fase(V)	Fase- Neutro(V)	Tensión Fase-Neutro(V)	%D V		N° de Lámp.	Acum. kW				DV (V)	Tensió n (V)	%D V		
Bornes BT	0.0	0	0	0.00	0.00	0.00		0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	220.00	0.00	0.00
Tablero	2.0	12	0	2.40	0.00	2.40	1x16+1x16/25	3.530	1.910	10.90	0.00	0.08	219.92	0.00	0.45	1	0.18	3.53	1.91	0.90	0.01	219.99	0.00	0.00	
Circuito C-1																									
Salida	0.0	0	0	0.00	0.00	2.40	1x16+1x16/25	3.530	1.910	10.90	0.00	0.00	219.92	0.00	0.00	1	0.18	3.53	1.91	0.90	0.00	219.99	0.00	0.00	
A1	30.4	1	0	0.20	0.00	1.80	1x16+1x16/25	3.530	1.910	8.20	0.00	0.88	219.04	0.40	3.90	0	0.06	3.53	1.91	0.30	0.03	219.96	0.00	0.01	
A2	64.0	0	0	0.00	0.00	1.60	1x16+1x16/25	3.530	1.910	7.30	0.00	1.65	217.39	1.20	6.51	0	0.06	3.53	1.91	0.30	0.07	219.89	0.10	0.01	
A3	68.1	0	0	0.00	0.00	0.40	1x16/25	3.530	1.910	1.80	0.00	0.43	216.96	1.40	0.42	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	219.89	0.10	0.00	
A4	49.9	1	0	0.20	0.00	0.40	1x16/25	3.530	1.910	1.80	0.00	0.32	216.64	1.50	0.31	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	219.89	0.10	0.00	
A5	30.9	1	0	0.20	0.00	0.20	1x16/25	3.530	1.910	0.90	0.00	0.10	216.54	1.60	0.05	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	219.89	0.10	0.00	
A2.1	44.5	1	0	0.20	0.00	1.20	1x16+1x16/25	3.530	1.910	5.50	0.00	0.86	216.53	1.60	2.57	0	0.06	3.53	1.91	0.30	0.05	219.84	0.10	0.01	
A2.2	50.7	2	0	0.40	0.00	0.40	1x16/25	3.530	1.910	1.80	0.00	0.32	216.21	1.70	0.31	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	219.84	0.10	0.00	
A2.1.1	33.5	3	0	0.60	0.00	0.60	1x16+1x16/25	3.530	1.910	2.80	0.00	0.33	216.20	1.70	0.50	1	0.06	3.53	1.91	0.30	0.04	219.80	0.10	0.01	
B1	32.0	0	0	0.00	0.00	0.60	1x16+1x16/25	3.530	1.910	2.70	0.00	0.30	219.62	0.20	0.45	0	0.06	3.53	1.91	0.30	0.03	219.96	0.00	0.01	
B2	64.9	0	0	0.00	0.00	0.60	1x16+1x16/25	3.530	1.910	2.70	0.00	0.62	219.00	0.50	0.90	0	0.06	3.53	1.91	0.30	0.07	219.89	0.10	0.01	
B3	45.3	0	0	0.00	0.00	0.60	1x16+1x16/25	3.530	1.910	2.70	0.00	0.43	218.57	0.70	0.63	0	0.06	3.53	1.91	0.30	0.05	219.84	0.10	0.01	
B3.1	48.3	1	0	0.20	0.00	0.20	1x16+1x16/25	3.530	1.910	0.90	0.00	0.15	218.42	0.70	0.07	1	0.06	3.53	1.91	0.30	0.05	219.79	0.10	0.01	
B4	65.5	0	0	0.00	0.00	0.40	1x16/25	3.530	1.910	1.80	0.00	0.42	218.15	0.80	0.41	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	219.84	0.10	0.00	
B5	65.5	0	0	0.00	0.00	0.40	1x16/25	3.530	1.910	1.80	0.00	0.42	217.73	1.00	0.41	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	219.84	0.10	0.00	
B6	65.5	0	0	0.00	0.00	0.40	1x16/25	3.530	1.910	1.80	0.00	0.42	217.31	1.20	0.41	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	219.84	0.10	0.00	
B7	65.5	1	0	0.20	0.00	0.40	1x16/25	3.530	1.910	1.80	0.00	0.42	216.89	1.40	0.41	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	219.84	0.10	0.00	
B8	62.4	1	0	0.20	0.00	0.20	1x16/25	3.530	1.910	0.90	0.00	0.20	216.69	1.50	0.10	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	219.84	0.10	0.00	

Nota: El porcentaje de pérdidas de potencia y energía es con respecto a la demanda total.

**Figura 47.** Caída de Tensión y Perdidas de energía, Localidad SUYTURRUMI BAJO Y VILLANUEVA  
Fuente: Elaboración Propia – Software RED CAD

Localidades: BARRIO JORONGO Y ACCOBADO							Subestación N° S.E. N° 01																		
Sistema 0.44/0.22 kV 1f3-																									
Circuito							C-1																		
Servicio	Total	Tablero	Particular				Alumbrado																		
M.D. - kW	4.70		4.40				0.30																		
Pérdidas - kW (%)	0.06	0.00	0.06				0.00																		
Pérdidas kWh-año (%)	80 (0.6)	0.00	80				0																		
%DV max	3.8%		3.8%				0.2%																		
Servicio Particular											Alumbrado Público														
Nodo	Long. (m)	N° de Lotes		Potencia (kW)			Formación del Conductor	K (Ohm/km)	Resist. (Ohm/km)	Corr. (A)	Caída de Tensión				Pérdidas (W)	Carga		K (Ohm/km)	Resist. (Ohm/km)	Corr. (A)	Caída de Tensión			Pérdidas (W)	
		SP	CE	SP	CE	Acum.					Fase-	Fase-	Tensión	%DV		N° de Lámp.	Acum. kW				DV (V)	Tensión (V)	%DV		
											Fase(V)	Neutro(V)	Fase-Neutro(V)												
Bornes BT	0.0	0	0	0.00	0.00	0.00		0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	220.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	220.00	0.00	0.00
Tablero	2.0	17	1	3.40	1.00	4.40	1x16+1x16/25	3.530	1.910	20.00	0.00	0.14	219.86	0.10	1.53	1	0.30	3.53	1.91	1.50	0.01	219.99	0.00	0.01	
Circuito C-1																									
Salida	0.0	0	0	0.00	0.00	4.40	1x16+1x16/25	3.530	1.910	20.00	0.00	0.00	219.86	0.10	0.00	1	0.30	3.53	1.91	1.50	0.00	219.99	0.00	0.00	
A1	42.3	1	0	0.20	0.00	1.60	1x16+1x16/25	3.530	1.910	7.30	0.00	1.09	218.77	0.60	4.31	0	0.12	3.53	1.91	0.60	0.09	219.90	0.00	0.03	
A1.1	28.0	1	0	0.20	0.00	0.20	1x16/25	3.530	1.910	0.90	0.00	0.09	218.68	0.60	0.04	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	219.90	0.00	0.00	
A2	51.4	0	0	0.00	0.00	1.20	1x16+1x16/25	3.530	1.910	5.50	0.00	1.00	217.77	1.00	2.97	0	0.12	3.53	1.91	0.60	0.11	219.79	0.10	0.04	
A2.1	59.8	1	0	0.20	0.00	0.40	1x16+1x16/25	3.530	1.910	1.80	0.00	0.38	217.39	1.20	0.37	1	0.06	3.53	1.91	0.30	0.06	219.73	0.10	0.01	
A2.2	28.9	1	0	0.20	0.00	0.20	1x16/25	3.530	1.910	0.90	0.00	0.09	217.30	1.20	0.04	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	219.73	0.10	0.00	
A3	49.7	0	0	0.00	0.00	0.80	1x16+1x16/25	3.530	1.910	3.70	0.00	0.65	217.12	1.30	1.30	0	0.06	3.53	1.91	0.30	0.05	219.74	0.10	0.01	
A4	118.9	0	0	0.00	0.00	0.80	1x16+1x16/25	3.530	1.910	3.70	0.00	1.55	215.57	2.00	3.11	0	0.06	3.53	1.91	0.30	0.13	219.61	0.20	0.02	
A4.1	36.6	2	0	0.40	0.00	0.40	1x16+1x16/25	3.530	1.910	1.90	0.00	0.25	215.32	2.10	0.25	1	0.06	3.53	1.91	0.30	0.04	219.57	0.20	0.01	
A5	56.0	0	0	0.00	0.00	0.40	1x16/25	3.530	1.910	1.90	0.00	0.38	215.19	2.20	0.39	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	219.61	0.20	0.00	
A6	56.4	2	0	0.40	0.00	0.40	1x16/25	3.530	1.910	1.90	0.00	0.38	214.81	2.40	0.39	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	219.61	0.20	0.00	
B1	41.7	0	0	0.00	0.00	2.80	1x16+1x16/25	3.530	1.910	12.70	0.00	1.87	217.99	0.90	12.85	0	0.12	3.53	1.91	0.60	0.09	219.90	0.00	0.03	
B2	70.2	2	0	0.40	0.00	2.80	1x16+1x16/25	3.530	1.910	12.80	0.00	3.17	214.82	2.40	21.97	1	0.12	3.53	1.91	0.60	0.15	219.75	0.10	0.05	
B3	46.7	0	0	0.00	0.00	0.60	1x16/25	3.530	1.910	2.80	0.00	0.46	214.36	2.60	0.70	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	219.75	0.10	0.00	
B3.1	29.5	1	0	0.20	0.00	0.20	1x16/25	3.530	1.910	0.90	0.00	0.09	214.27	2.60	0.05	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	219.75	0.10	0.00	
B4	67.8	0	0	0.00	0.00	0.40	1x16/25	3.530	1.910	1.90	0.00	0.45	213.91	2.80	0.47	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	219.75	0.10	0.00	
B5	67.6	0	0	0.00	0.00	0.40	1x16/25	3.530	1.910	1.90	0.00	0.45	213.46	3.00	0.47	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	219.75	0.10	0.00	
B6	58.1	0	0	0.00	0.00	0.40	1x16/25	3.530	1.910	1.90	0.00	0.39	213.07	3.20	0.40	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	219.75	0.10	0.00	
B7	62.2	0	0	0.00	0.00	0.40	1x16/25	3.530	1.910	1.90	0.00	0.42	212.65	3.30	0.43	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	219.75	0.10	0.00	
B8	62.0	2	0	0.40	0.00	0.40	1x16/25	3.530	1.910	1.90	0.00	0.42	212.23	3.50	0.43	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	219.75	0.10	0.00	
B2.1	52.7	0	0	0.00	0.00	1.80	1x16+1x16/25	3.530	1.910	8.40	0.00	1.56	213.26	3.10	7.10	0	0.06	3.53	1.91	0.30	0.06	219.69	0.10	0.01	
B2.2	38.4	1	0	0.20	0.00	1.80	1x16+1x16/25	3.530	1.910	8.40	0.00	1.14	212.12	3.60	5.18	1	0.06	3.53	1.91	0.30	0.04	219.65	0.20	0.01	
B2.2.1	18.9	2	1	0.40	1.00	1.40	1x16/25	3.530	1.910	6.60	0.00	0.44	211.68	3.80	1.57	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	219.65	0.20	0.00	
B2.3	37.8	1	0	0.20	0.00	0.20	1x16/25	3.530	1.910	0.90	0.00	0.12	212.00	3.60	0.06	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	219.65	0.20	0.00	

Nota: El porcentaje de pérdidas de potencia y energía es con respecto a la demanda total.

Figura 48. Caída de Tensión y Perdidas de energía, Localidad BARRIO JORONGO Y ACCOBADO SE01

Fuente: Elaboración Propia – Software RED CAD

Localidades: BARRIO JORONGO Y ACCOBADO							Subestación N° S.E. N° 02																		
Sistema 0.44/0.22 kV 1f3-							Circuito C-1																		
Servicio	Total	Tablero	Particular			Alumbrado																			
M.D. - kW	1.32		1.20			0.12																			
Pérdidas - kW (%)	0.01	0.00	0.01			0.00																			
Pérdidas kWh-año (%)	13 (0.4)	0.00	13			0																			
%DV max	1.3%		1.3%			0.0%																			
Servicio Particular										Alumbrado Público															
Nodo	Long. (m)	N° de Lotes		Potencia (kW)			Formación del Conductor	K (Ohm/km)	Resist. (Ohm/km)	Corr. (A)	Caída de Tensión				Pérdidas (W)	Carga		K (Ohm/km)	Resist. (Ohm/km)	Corr. (A)	Caída de Tensión			Pérdidas (W)	
		SP	CE	SP	CE	Acum.					Fase- Fase(V)	Fase- Neutro(V)	Tensión Fase-Neutro(V)	%DV		N° de Lámp.	Acum. kW				DV (V)	Tensión (V)	%DV		
Bornes BT	0.0	0	0	0.00	0.00	0.00		0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	220.00	0.00	0.00
Tablero	2.0	6	0	1.20	0.00	1.20	1x16+1x16/25	3.530	1.910	5.50	0.00	0.04	219.96	0.00	0.12	1	0.12	3.53	1.91	0.60	0.00	220.00	0.00	0.00	
Circuito C-1																									
Salida	0.0	0	0	0.00	0.00	1.20	1x16+1x16/25	3.530	1.910	5.50	0.00	0.00	219.96	0.00	0.00	1	0.12	3.53	1.91	0.60	0.00	220.00	0.00	0.00	
A1	19.7	0	0	0.00	0.00	0.80	1x16+1x16/25	3.530	1.910	3.60	0.00	0.25	219.71	0.10	0.49	0	0.06	3.53	1.91	0.30	0.02	219.98	0.00	0.00	
A2	62.9	1	0	0.20	0.00	0.80	1x16+1x16/25	3.530	1.910	3.60	0.00	0.80	218.91	0.50	1.56	1	0.06	3.53	1.91	0.30	0.07	219.91	0.00	0.01	
A3	54.6	0	0	0.00	0.00	0.60	1x16/25	3.530	1.910	2.70	0.00	0.52	218.39	0.70	0.76	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	219.91	0.00	0.00	
A3.1	30.7	1	0	0.20	0.00	0.20	1x16/25	3.530	1.910	0.90	0.00	0.10	218.29	0.80	0.05	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	219.91	0.00	0.00	
A4	51.1	0	0	0.00	0.00	0.40	1x16/25	3.530	1.910	1.80	0.00	0.32	218.07	0.90	0.32	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	219.91	0.00	0.00	
A5	50.9	0	0	0.00	0.00	0.40	1x16/25	3.530	1.910	1.80	0.00	0.32	217.75	1.00	0.31	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	219.91	0.00	0.00	
A5.1	25.7	1	0	0.20	0.00	0.20	1x16/25	3.530	1.910	0.90	0.00	0.08	217.67	1.10	0.04	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	219.91	0.00	0.00	
A6	61.3	0	0	0.00	0.00	0.20	1x16/25	3.530	1.910	0.90	0.00	0.19	217.56	1.10	0.09	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	219.91	0.00	0.00	
A7	60.5	0	0	0.00	0.00	0.20	1x16/25	3.530	1.910	0.90	0.00	0.19	217.37	1.20	0.09	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	219.91	0.00	0.00	
A8	59.8	0	0	0.00	0.00	0.20	1x16/25	3.530	1.910	0.90	0.00	0.19	217.18	1.30	0.09	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	219.91	0.00	0.00	
A9	38.5	1	0	0.20	0.00	0.20	1x16/25	3.530	1.910	0.90	0.00	0.12	217.06	1.30	0.06	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	219.91	0.00	0.00	
B1	36.8	0	0	0.00	0.00	0.40	1x16/25	3.530	1.910	1.80	0.00	0.23	219.73	0.10	0.23	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	220.00	0.00	0.00	
B2	68.8	1	0	0.20	0.00	0.40	1x16/25	3.530	1.910	1.80	0.00	0.44	219.29	0.30	0.43	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	220.00	0.00	0.00	
B3	63.2	0	0	0.00	0.00	0.20	1x16/25	3.530	1.910	0.90	0.00	0.20	219.09	0.40	0.10	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	220.00	0.00	0.00	
B4	62.9	0	0	0.00	0.00	0.20	1x16/25	3.530	1.910	0.90	0.00	0.20	218.89	0.50	0.10	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	220.00	0.00	0.00	
B5	62.6	0	0	0.00	0.00	0.20	1x16/25	3.530	1.910	0.90	0.00	0.20	218.69	0.60	0.10	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	220.00	0.00	0.00	
B6	61.6	0	0	0.00	0.00	0.20	1x16/25	3.530	1.910	0.90	0.00	0.20	218.49	0.70	0.10	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	220.00	0.00	0.00	
B7	61.6	1	0	0.20	0.00	0.20	1x16/25	3.530	1.910	0.90	0.00	0.20	218.29	0.80	0.10	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	220.00	0.00	0.00	

Nota: El porcentaje de pérdidas de potencia y energía es con respecto a la demanda total.

Figura 49. Caída de Tensión y Perdidas de energía, Localidad BARRIO JORONGO Y ACCOBADO SE02

Fuente: Elaboración Propia – Software RED CAD

- Cálculos mecánicos de la red secundaria

### Cálculos Mecánico de Conductores:

Para una altitud de 3 001 –4 800 msnm

### Cálculo Mecánico de Conductores Autoportantes - EDS 15%

HIPOTESIS		DATOS DEL CONDUCTOR		
<b>Hipótesis I:</b> EDS	9,4°C ; S/V ; S/H ; 15% Trotura	<b>Conductor</b>	<b>Diametro</b>	<b>Peso</b>
<b>Hipótesis II:</b> Maximo Esfuerzo	9,4°C ; 90 ; S/H ; 60% Trotura	1x16/25	16,5	1,226
<b>Hipótesis III:</b> Máxima Temperatura	40°C ; S/V ; S/H ; 60% Trotura	1x16+16/25	16,5	1,834
<b>Hipótesis IV:</b> Mínima Temperatura	-5,4°C ; S/V ; S/H ; 60% Trotura			

*Figura 50.* Datos previos para calculo mecánico de conductores autoportantes – EDS 15%  
Fuente: Elaboración Propia

Vano (m)	HIPOTESIS I			HIPOSTESIS II			HIPOTESIS III			HIPOSTESIS IV		
	E[N/mm2]	T [N]	F[m]	E[N/mm2]	T [N]	F[m]	E[N/mm2]	T [N]	F[m]	E[N/mm2]	T [N]	F [m]
15	41,8	1044	0,03	51,7	1293	0,12	11,8	294	0,12	60,3	1506	0,02
20	41,8	1044	0,06	56,4	1411	0,20	13,9	348	0,18	59,9	1499	0,04
25	41,8	1044	0,09	61,0	1526	0,29	15,8	395	0,24	59,6	1489	0,06
30	41,8	1044	0,13	65,5	1637	0,39	17,5	437	0,32	59,1	1477	0,09
35	41,8	1044	0,18	69,7	1743	0,49	19,0	476	0,39	58,6	1464	0,13
40	41,8	1044	0,23	73,8	1844	0,61	20,4	511	0,48	58,0	1449	0,17
45	41,8	1044	0,30	77,6	1941	0,73	21,7	543	0,57	57,3	1433	0,22
50	41,8	1044	0,37	81,3	2033	0,86	22,9	573	0,67	56,7	1417	0,27
55	41,8	1044	0,44	84,9	2122	1,00	24,0	601	0,77	56,0	1399	0,33
60	41,8	1044	0,53	88,3	2206	1,15	25,1	626	0,88	55,3	1382	0,40
65	41,8	1044	0,62	91,5	2288	1,30	26,0	650	1,00	54,5	1364	0,47
70	41,8	1044	0,72	94,6	2365	1,45	26,9	672	1,12	53,8	1346	0,56
75	41,8	1044	0,83	97,6	2440	1,62	27,7	693	1,25	53,1	1329	0,65
80	41,8	1044	0,94	100,5	2511	1,79	28,5	712	1,38	52,5	1312	0,75
85	41,8	1044	1,06	103,2	2580	1,97	29,2	729	1,52	51,8	1295	0,86
90	41,8	1044	1,19	105,9	2646	2,15	29,8	746	1,66	51,2	1280	0,97
95	41,8	1044	1,33	108,4	2710	2,34	30,5	761	1,82	50,6	1265	1,09
100	41,8	1044	1,47	110,8	2771	2,53	31,0	776	1,98	50,0	1251	1,23
105	41,8	1044	1,62	113,2	2830	2,73	31,6	789	2,14	49,5	1238	1,37
110	41,8	1044	1,78	115,5	2887	2,94	32,1	802	2,31	49,0	1226	1,51
115	41,8	1044	1,94	117,7	2941	3,16	32,6	814	2,49	48,6	1215	1,67
120	41,8	1044	2,11	119,8	2994	3,38	33,0	825	2,68	48,2	1204	1,83

*Figura 51.* cálculo mecánico de conductores autoportantes 1x16/25 EDS – 15%  
Fuente: Elaboración Propia

Vano [m]	Hipotesis I			Hipotesis II			Hipotesis III			Hipotesis IV		
	H (N)	T (N)	F (m)	H (N)	T (N)	F (m)	H (N)	T (N)	F (m)	H (N)	T (N)	F (m)
15	41,8	1044	0,05	51,5	1287	0,13	14,8	371	0,14	59,8	1494	0,03
20	41,8	1044	0,09	55,9	1398	0,21	17,5	436	0,21	59,1	1477	0,06
25	41,8	1044	0,14	60,2	1505	0,30	19,7	493	0,29	58,3	1457	0,10
30	41,8	1044	0,20	64,2	1606	0,40	21,7	543	0,38	57,4	1434	0,14
35	41,8	1044	0,27	68,0	1701	0,52	23,5	587	0,48	56,3	1409	0,20
40	41,8	1044	0,35	71,6	1789	0,65	25,0	626	0,59	55,3	1382	0,27
45	41,8	1044	0,44	74,9	1871	0,78	26,4	661	0,70	54,2	1355	0,34
50	41,8	1044	0,55	77,9	1948	0,93	27,7	692	0,83	53,2	1329	0,43
55	41,8	1044	0,66	80,8	2020	1,08	28,8	720	0,96	52,2	1304	0,53
60	41,8	1044	0,79	83,5	2087	1,25	29,8	745	1,11	51,2	1280	0,64
65	41,8	1044	0,93	86,0	2150	1,42	30,7	768	1,26	50,3	1259	0,77
70	41,8	1044	1,08	88,4	2209	1,60	31,5	789	1,42	49,6	1239	0,91
75	41,8	1044	1,24	90,6	2264	1,79	32,3	807	1,60	48,8	1221	1,06
80	41,8	1044	1,41	92,6	2316	2,00	33,0	824	1,78	48,2	1205	1,22
85	41,8	1044	1,59	94,6	2365	2,21	33,6	839	1,97	47,6	1190	1,39
90	41,8	1044	1,78	96,4	2410	2,43	34,1	853	2,18	47,1	1178	1,58
95	41,8	1044	1,98	98,1	2453	2,66	34,6	866	2,39	46,6	1166	1,77
100	41,8	1044	2,20	99,7	2493	2,90	35,1	878	2,61	46,2	1156	1,98
105	41,8	1044	2,42	101,2	2530	3,15	35,5	888	2,85	45,9	1147	2,20
110	41,8	1044	2,66	102,6	2566	3,41	35,9	898	3,09	45,6	1139	2,44
115	41,8	1044	2,90	104,0	2599	3,68	36,3	907	3,34	45,3	1132	2,68
120	41,8	1044	3,16	105,2	2630	3,95	36,6	915	3,61	45,0	1125	2,93

**Figura 52.** cálculo mecánico de conductores autoportantes 1x16+16/25 EDS – 15%  
Fuente: Elaboración Propia

### Cálculo Mecánico de Conductores Autoportantes - EDS 7%

HIPOTESIS		DATOS DEL CONDUCTOR		
		Conductor	Diametro	Peso
Hipótesis I: EDS	9,4°C ; S/V ; S/H ; 7% Trotura	1x16/25	16,5	1,226
Hipótesis II: Maximo Esfuerzo	9,4°C ; 90 ; S/H ; 60% Trotura	1x16+16/25	16,5	1,834
Hipótesis III Máxima Temperatura	40°C ; S/V ; S/H ; 60% Trotura			
Hipótesis IV Mínima Temperatura	-5,4°C ; S/V ; S/H ; 60% Trotura			

**Figura 53.** Datos previos para cálculo mecánico de conductores autoportantes – EDS 7%  
Fuente: Elaboración Propia

Vano (m)	HIPOTESIS I			HIPOSTESIS II			HIPOSTESIS III			HIPOTESIS IV		
	E [N/mm <sup>2</sup> ]	T [N]	F [m]	E [N/mm <sup>2</sup> ]	T [N]	F [m]	E [N/mm <sup>2</sup> ]	T [N]	F [m]	E [N/mm <sup>2</sup> ]	T [N]	F [m]
15	19,5	487	0,07	36,9	924	0,17	6,8	169	0,20	35,8	896	0,04
20	19,5	487	0,13	42,0	1051	0,27	8,4	210	0,29	34,1	852	0,07
25	19,5	487	0,20	46,5	1162	0,38	9,8	246	0,39	32,1	802	0,12
30	19,5	487	0,28	50,4	1259	0,50	11,0	276	0,50	30,0	751	0,18
35	19,5	487	0,39	53,8	1346	0,64	12,1	302	0,62	28,2	704	0,27
40	19,5	487	0,50	56,9	1423	0,79	12,9	324	0,76	26,5	664	0,37
45	19,5	487	0,64	59,7	1492	0,95	13,7	342	0,91	25,2	631	0,49
50	19,5	487	0,79	62,1	1553	1,13	14,3	359	1,07	24,2	606	0,63
55	19,5	487	0,95	64,3	1609	1,32	14,9	373	1,24	23,4	586	0,79
60	19,5	487	1,13	66,3	1658	1,52	15,4	385	1,44	22,8	570	0,97
65	19,5	487	1,33	68,1	1703	1,74	15,8	395	1,64	22,3	558	1,16
70	19,5	487	1,54	69,7	1743	1,97	16,2	404	1,86	21,9	548	1,37
75	19,5	487	1,77	71,2	1779	2,22	16,5	412	2,09	21,6	540	1,60
80	19,5	487	2,01	72,5	1812	2,48	16,8	419	2,34	21,3	533	1,84
85	19,5	487	2,27	73,7	1842	2,75	17,0	425	2,61	21,1	528	2,10
90	19,5	487	2,55	74,8	1869	3,04	17,2	430	2,89	20,9	524	2,37
95	19,5	487	2,84	75,7	1893	3,35	17,4	435	3,18	20,8	520	2,66
100	19,5	487	3,15	76,6	1916	3,66	17,6	439	3,49	20,7	517	2,97
105	19,5	487	3,47	77,5	1936	4,00	17,7	443	3,82	20,6	514	3,29
110	19,5	487	3,81	78,2	1955	4,34	17,8	446	4,16	20,5	511	3,63
115	19,5	487	4,16	78,9	1972	4,71	18,0	449	4,51	20,4	509	3,98
120	19,5	487	4,53	79,5	1988	5,08	18,1	452	4,89	20,3	507	4,35

**Figura 54.** Cálculo mecánico de conductores autoportantes 1x16/25 EDS – 7%  
Fuente: Elaboración Propia

Vano [m]	Hipotesis I			Hipotesis II			Hipotesis III			Hipotesis IV		
	H (N)	T (N)	F (m)	H (N)	T (N)	F (m)	H (N)	T (N)	F (m)	H (N)	T (N)	F (m)
15	19,5	487	0,11	35,5	888	0,18	9,1	228	0,23	33,1	828	0,06
20	19,5	487	0,19	39,6	990	0,29	11,0	275	0,33	30,1	751	0,12
25	19,5	487	0,29	42,9	1073	0,42	12,5	313	0,46	27,3	684	0,21
30	19,5	487	0,42	45,6	1141	0,57	13,7	342	0,60	25,3	632	0,33
35	19,5	487	0,58	47,9	1197	0,74	14,6	365	0,77	23,8	596	0,47
40	19,5	487	0,75	49,7	1243	0,93	15,4	384	0,96	22,8	571	0,64
45	19,5	487	0,95	51,2	1281	1,14	16,0	399	1,16	22,1	553	0,84
50	19,5	487	1,18	52,5	1312	1,38	16,5	412	1,39	21,6	540	1,06
55	19,5	487	1,42	53,6	1339	1,63	16,9	422	1,65	21,2	531	1,31
60	19,5	487	1,69	54,5	1362	1,91	17,2	430	1,92	21,0	524	1,58
65	19,5	487	1,99	55,2	1381	2,21	17,5	437	2,22	20,7	518	1,87
70	19,5	487	2,31	55,9	1397	2,53	17,7	443	2,54	20,6	514	2,19
75	19,5	487	2,65	56,4	1411	2,88	17,9	447	2,88	20,4	510	2,53
80	19,5	487	3,01	56,9	1423	3,25	18,1	452	3,25	20,3	508	2,89
85	19,5	487	3,40	57,3	1434	3,64	18,2	455	3,64	20,2	505	3,28
90	19,5	487	3,81	57,7	1443	4,06	18,3	458	4,05	20,1	503	3,69
95	19,5	487	4,25	58,0	1451	4,49	18,4	461	4,49	20,1	502	4,13
100	19,5	487	4,71	58,3	1458	4,95	18,5	463	4,95	20,0	500	4,58
105	19,5	487	5,19	58,6	1464	5,44	18,6	465	5,43	20,0	499	5,07
110	19,5	487	5,70	58,8	1470	5,95	18,7	467	5,94	19,9	498	5,57
115	19,5	487	6,22	59,0	1475	6,48	18,7	469	6,47	19,9	497	6,10
120	19,5	487	6,78	59,2	1479	7,03	18,8	470	7,02	19,8	496	6,66

**Figura 55.** cálculo mecánico de conductores autoportantes 1x16+16/25 EDS – 7%  
Fuente: Elaboración Propia

## Cálculos Mecánico de Estructuras:

### Cálculo Mecánico de Estructuras - Poste de Madera 8m / C7, 1x16/25, EDS = 15%

DATOS GENERALES				DATOS DE LOS CONDUCTORES				DATOS DEL POSTE			
Especificación	Armado "E1"			Conductor	1x16/25			Longitud del poste	hp	m	8
Tipo de estructura	Alineamiento y Angulo 0°-90°			Sección	S	mm²	25	Longitud de empotramiento	Le	m	1,4
Velocidad del viento	V	km/h	90	Diámetro	D	mm	16,5	Altura útil del poste	h	m	6,6
Presión del viento	Pv	N/m²	332	Peso unitario	Wc	N/m	1,23	Diámetro en la base	Db	mm	240
<b>DATOS DE LA RETENIDA</b>				Vano viento	Vv	m	Vv	Diámetro en la punta	Do	mm	120
Angulo de retenida	Ar	grad	30	Vano peso	Vp	m	1.1 Vv	Diámetro de empotramiento	Dm	mm	219
Carga de rotura de retenida	Crr	N	30926	Altura aplicación de fuerzas	Ha	m	6,4	Factor de seguridad minimo	Fs		2,5
Altura aplic. de Retenida		m	6,3					Carga de rotura	Cr	N	5 000
								Peso del poste	Pp	N	3 434
								Momento inercia empot.		(cm4)	6 187
								Modulo de elasticidad		kN/cm2	900

Figura 56. Datos Previos para cálculo mecánico de estructuras. 8m/c7, 1x16/25, EDS 15%

Fuente: Elaboración Propia

V (km/h) 90	ANGULO TOPOGRAFICO				ESTRUCTURAS																
					MRN (N-m)	Esfuerzo Total Empot. (N)	Fuerza Equiv. Punta (N)	Deflexión d % <= 4%	Flexión del poste			RETENIDA				COMPRESION DEL POSTE					
	Coef. Segur. > 2,5	Req. Reten.	Tiro Horiz. (N)	Tiro Vert. (N)					Tiro Cable (N)	C.S. >2.5	Cargas Verticales										
Vano Viento (m)	Tiro Máximo (N)	MVP (N-m)	MVC (N-m)	MTC (N-m)											Conduc. (N)	Técnico (N)	Reten. (N)	Poste (N)	TOTAL (N)		
<b>Angulo: 0</b>																					
20	1499	1 107	701	0	1808	1,77	283	0,67	17,70	NO							25	981	0,00	3434	4440
30	1637	1 107	1052	0	2159	2,12	337	0,80	14,82	NO							37	981	0,00	3434	4452
40	1844	1 107	1403	0	2509	2,46	392	0,93	12,75	NO							49	981	0,00	3434	4464
50	2033	1 107	1753	0	2860	2,81	447	1,06	11,19	NO							61	981	0,00	3434	4476
60	2206	1 107	2104	0	3211	3,15	502	1,19	9,97	NO							74	981	0,00	3434	4489
70	2365	1 107	2455	0	3562	3,49	556	1,32	8,98	NO							86	981	0,00	3434	4501
80	2511	1 107	2806	0	3912	3,84	611	1,45	8,18	NO							98	981	0,00	3434	4513
90	2646	1 107	3156	0	4263	4,18	666	1,58	7,51	NO							110	981	0,00	3434	4525
100	2771	1 107	3507	0	4614	4,53	721	1,71	6,94	NO							123	981	0,00	3434	4538
110	2887	1 107	3858	0	4964	4,87	776	1,84	6,45	NO							135	981	0,00	3434	4550
<b>Angulo: 10</b>																					
20	1499	1 107	699	1672	3477	3,41	543	1,29	9,20	NO							25	981	0,00	3434	4440
30	1637	1 107	1048	1826	3981	3,90	622	1,48	8,04	NO							37	981	0,00	3434	4452
40	1844	1 107	1397	2057	4561	4,47	713	1,69	7,02	NO							49	981	0,00	3434	4464
50	2033	1 107	1747	2268	5122	5,02	800	1,90	6,25	NO							61	981	0,00	3434	4476
60	2206	1 107	2096	2462	5664	5,56	885	2,10	5,65	NO							74	981	0,00	3434	4489
70	2365	1 107	2446	2639	6191	6,07	967	2,30	5,17	NO							86	981	0,00	3434	4501
80	2511	1 107	2795	2802	6703	6,58	1047	2,49	4,77	NO							98	981	0,00	3434	4513
90	2646	1 107	3144	2952	7203	7,07	1126	2,68	4,44	NO							110	981	0,00	3434	4525
100	2771	1 107	3494	3091	7692	7,55	1202	2,86	4,16	NO							123	981	0,00	3434	4538
110	2887	1 107	3843	3220	8170	8,01	1277	3,04	3,92	NO							135	981	0,00	3434	4550

Figura 57. Calculo mecánico de Poste de Madera 8m / C7, 1x16/25, EDS = 15%

Fuente: Elaboración Propia



V (km/h) 90	ANGULO TOPOGRAFICO				ESTRUCTURAS																													
					MRN (N-m)	Esfuerzo Total Empot. (N)	Fuerza Equiv. Punta (N)	Flexión del poste			RETENIDA				COMPRESION DEL POSTE																			
	Vano Viento (m)	Tiro Máximo (N)	MVP (N-m)	MVC (N-m)				MTC (N-m)	Deflexión d % <=4%	Coef. Segur. >2,5	Req. Reten.	Tiro Horiz. (N)	Tiro Vert. (N)	Tiro Cable (N)	C.S. >2.5	Cargas Verticales																		
																Conduc. (N)	Técnico (N)	Reten. (N)	Poste (N)	TOTAL (N)														
<b>Angulo: 20</b>																																		
20	1499	1 107	691	3331	5128	5,03	801	1,91	6,24	NO					25	981	0,00	3434	4440															
30	1637	1 107	1036	3638	5780	5,67	903	2,15	5,54	NO				37	981	0,00	3434	4452																
40	1844	1 107	1381	4099	6587	6,46	1029	2,45	4,86	NO				49	981	0,00	3434	4464																
50	2033	1 107	1727	4520	7353	7,21	1149	2,73	4,35	NO				61	981	0,00	3434	4476																
60	2206	1 107	2072	4904	8083	7,93	1263	3,00	3,96	NO				74	981	0,00	3434	4489																
70	2365	1 107	2418	5257	8782	8,61	1372	3,26	3,64	NO				86	981	0,00	3434	4501																
80	2511	1 107	2763	5582	9452	9,27	1477	3,51	3,39	NO				98	981	0,00	3434	4513																
90	2646	1 107	3108	5882	10097	9,91	1578	3,75	3,17	NO				110	981	0,00	3434	4525																
100	2771	1 107	3454	6159	10720	10,52	1675	3,98	2,99	NO				123	981	0,00	3434	4538																
110	2887	1 107	3799	6416	11322	11,11	1769	4,21	2,83	SI	1797	3113	3594	8,6	135	981	3112,8	3434	7663															
<b>Angulo: 30</b>																																		
20	1499	1 107	677	4965	6749	6,62	1054	2,51	4,74	NO				25	981	0,00	3434	4440																
30	1637	1 107	1016	5422	7545	7,40	1179	2,80	4,24	NO				37	981	0,00	3434	4452																
40	1844	1 107	1355	6109	8571	8,41	1339	3,18	3,73	NO				49	981	0,00	3434	4464																
50	2033	1 107	1694	6736	9537	9,36	1490	3,54	3,36	NO				61	981	0,00	3434	4476																
60	2206	1 107	2032	7310	10449	10,25	1633	3,88	3,06	NO				74	981	0,00	3434	4489																
70	2365	1 107	2371	7836	11314	11,10	1768	4,20	2,83	SI	1796	3110	3592	8,6	86	981	3110,5	3434	7611															
80	2511	1 107	2710	8320	12137	11,91	1896	4,51	2,64	SI	1926	3337	3853	8,0	98	981	3336,8	3434	7850															
90	2646	1 107	3049	8767	12923	12,68	2019	4,80	2,48	SI	2051	3553	4102	7,5	110	981	3552,8	3434	8078															
100	2771	1 107	3387	9181	13675	13,41	2137	5,08	2,34	SI	2171	3760	4341	7,1	123	981	3759,6	3434	8297															
110	2887	1 107	3726	9564	14396	14,12	2249	5,35	2,22	SI	2285	3958	4570	6,8	135	981	3958,0	3434	8508															
<b>Angulo: 40</b>																																		
20	1499	1 107	659	6561	8326	8,17	1301	3,09	3,84	NO				25	981	0,00	3434	4440																
30	1637	1 107	989	7165	9260	9,08	1447	3,44	3,46	NO				37	981	0,00	3434	4452																
40	1844	1 107	1318	8073	10498	10,30	1640	3,90	3,05	NO				49	981	0,00	3434	4464																
50	2033	1 107	1648	8902	11656	11,43	1821	4,33	2,75	SI	1850	3205	3700	8,4	61	981	3204,6	3434	7681															
60	2206	1 107	1977	9660	12743	12,50	1991	4,73	2,51	SI	2023	3504	4046	7,6	74	981	3503,6	3434	7992															
70	2365	1 107	2307	10355	13768	13,51	2151	5,12	2,32	SI	2185	3785	4371	7,1	86	981	3785,3	3434	8286															
80	2511	1 107	2636	10995	14738	14,46	2303	5,48	2,17	SI	2339	4052	4679	6,6	98	981	4051,9	3434	8565															
90	2646	1 107	2966	11585	15658	15,36	2447	5,82	2,04	SI	2485	4305	4971	6,2	110	981	4304,8	3434	8830															
100	2771	1 107	3295	12132	16534	16,22	2583	6,14	1,94	SI	2624	4546	5249	5,9	123	981	4545,6	3434	9083															
110	2887	1 107	3625	12638	17370	17,04	2714	6,45	1,84	SI	2757	4775	5514	5,6	135	981	4775,4	3434	9325															
<b>Angulo: 60</b>																																		
20	1499	1 107	607	9591	11305	11,09	1766	4,20	2,83	SI	1794	3108	3589	8,6	25	981	3108,1	3434	7548															
30	1637	1 107	911	10474	12492	12,25	1952	4,64	2,56	SI	1983	3434	3966	7,8	37	981	3434,4	3434	7886															
40	1844	1 107	1215	11802	14123	13,86	2207	5,25	2,27	SI	2242	3883	4484	6,9	49	981	3882,9	3434	8347															
50	2033	1 107	1519	13013	15639	15,34	2444	5,81	2,05	SI	2482	4300	4965	6,2	61	981	4299,5	3434	8776															
60	2206	1 107	1822	14121	17050	16,73	2664	6,33	1,88	SI	2706	4688	5413	5,7	74	981	4687,6	3434	9176															
70	2365	1 107	2126	15138	18370	18,02	2870	6,82	1,74	SI	2916	5051	5832	5,3	86	981	5050,6	3434	9551															
80	2511	1 107	2430	16073	19610	19,24	3064	7,29	1,63	SI	3113	5391	6225	5,0	98	981	5391,3	3434	9904															
90	2646	1 107	2733	16937	20777	20,38	3246	7,72	1,54	SI	3298	5712	6596	4,7	110	981	5712,2	3434	10238															
100	2771	1 107	3037	17735	21879	21,46	3419	8,13	1,46	SI	3473	6015	6946	4,5	123	981	6015,2	3434	10553															
110	2887	1 107	3341	18475	22923	22,49	3582	8,52	1,40	SI	3639	6302	7277	4,2	135	981	6302,2	3434	10852															

Figura 58. Calculo mecánico de Poste de Madera 8m / C7, 1x16/25, EDS = 15%, continuación 1

Fuente: Elaboración Propia

V (km/h) 90	ANGULO TOPOGRAFICO				ESTRUCTURAS														
					MRN (N-m)	Esfuerzo Total Empot. (N)	Fuerza Equiv. Punta (N)	Deflexión d % <= 4%	Flexión del poste			RETENIDA				COMPRESION DEL POSTE			
	Coef. Segur. > 2,5	Req. Reten.	Tiro Horiz. (N)	Tiro Vert. (N)					Tiro Cable (N)	C.S. >2.5	Cargas Verticales								
Vano Viento (m)	Tiro Máximo (N)	MVP (N-m)	MVC (N-m)	MTC (N-m)	Conduc. (N)	Técnico (N)	Reten. (N)	Poste (N)	TOTAL (N)										
<b>Angulo: 90</b>																			
20	1499	1 107	496	13564	15166	14,88	2370	5,63	2,11	SI	2407	4170	4815	6,4	25	981	4169,6	3434	8609
30	1637	1 107	744	14813	16663	16,35	2604	6,19	1,92	SI	2645	4581	5290	5,8	37	981	4581,2	3434	9033
40	1844	1 107	992	16690	18789	18,43	2936	6,98	1,70	SI	2982	5166	5965	5,2	49	981	5165,6	3434	9630
50	2033	1 107	1240	18404	20750	20,36	3242	7,71	1,54	SI	3294	5705	6587	4,7	61	981	5704,9	3434	10181
60	2206	1 107	1488	19971	22565	22,14	3526	8,38	1,42	SI	3582	6204	7164	4,3	74	981	6203,8	3434	10692
70	2365	1 107	1736	21408	24251	23,79	3789	9,01	1,32	SI	3849	6667	7699	4,0	86	981	6667,2	3434	11168
80	2511	1 107	1984	22731	25822	25,33	4035	9,59	1,24	SI	4099	7099	8197	3,8	98	981	7099,1	3434	11612
90	2646	1 107	2232	23952	27291	26,77	4264	10,14	1,17	SI	4332	7503	8664	3,6	110	981	7503,0	3434	12028
100	2771	1 107	2480	25082	28668	28,12	4479	10,65	1,12	SI	4550	7882	9101	3,4	123	981	7881,7	3434	12419
110	2887	1 107	2728	26128	29963	29,39	4682	11,13	1,07	SI	4756	8238	9512	3,3	135	981	8237,6	3434	12787

Figura 59. Cálculo mecánico de Poste de Madera 8m / C7, 1x16/25, EDS = 15%, continuación 2  
Fuente: Elaboración Propia

### Cálculo Mecánico de Estructuras - Poste de Madera 8m / C7, 1x16+16/25, EDS = 15%

DATOS GENERALES				DATOS DE LOS CONDUCTORES				DATOS DEL POSTE			
Especificación	Armado "E1"			Conductor	1x16+16/25			Longitud del poste	hp	m	8
Tipo de estructura	Alineamiento y Angulo 0°-90°			Sección	S	mm <sup>2</sup>	25	Longitud de empotramiento	Le	m	1,4
Velocidad del viento	V	km/h	90	Diámetro	D	mm	16,5	Altura útil del poste	h	m	6,6
Presión del viento	Pv	N/m <sup>2</sup>	332	Peso unitario	Wc	N/m	1,83	Diámetro en la base	Db	mm	240
<b>DATOS DE LA RETENIDA</b>				Vano viento	Vv	m	Vv	Diámetro en la punta	Do	mm	120
Angulo de retenida	Ar	grad	30	Vano peso	Vp	m	1.1 Vv	Diámetro de empotramiento	Dm	mm	219
Carga de rotura de retenida	Crr	N	30926	Altura aplicación de fuerzas	Ha	m	6,5	Factor de seguridad mínimo	Fs		2,5
Altura aplic. de Retenida		m	6,3					Carga de rotura	Cr	N	5 000
								Peso del poste	Pp	N	3 434
								Momento inercia empot.		(cm <sup>4</sup> )	6 187
								Modulo de elasticidad		kN/cm <sup>2</sup>	900

Figura 60. Datos Previos para cálculo mecánico de estructuras. 8m/c7, 1x16+16/25, EDS 15%  
Fuente: Elaboración Propia

V (km/h) 90	ANGULO TOPOGRAFICO				ESTRUCTURAS														
					MRN (N-m)	Esfuerzo Total Empot. (N)	Fuerza Equiv. Punta (N)	Flexión del poste			RETENIDA				COMPRESION DEL POSTE				
	Deflexión d % <= 4%	Coef. Segur. > 2,5	Req. Reten.	Tiro Horiz. (N)				Tiro Vert. (N)	Tiro Cable (N)	C.S. >2,5	Cargas Verticales								
											Conduc. (N)	Técnico (N)	Reten. (N)	Poste (N)	TOTAL (N)				
Vano Viento (m)	Tiro Máximo (N)	MVP (N-m)	MVC (N-m)	MTC (N-m)															
<b>Angulo: 0</b>																			
20	1477	1 107	712	0	1819	1,78	284	0,68	17,59	NO					37	981	0,00	3434	4452
30	1606	1 107	1069	0	2175	2,13	340	0,81	14,71	NO					55	981	0,00	3434	4470
40	1789	1 107	1425	0	2531	2,48	396	0,94	12,64	NO					73	981	0,00	3434	4488
50	1948	1 107	1781	0	2888	2,83	451	1,07	11,08	NO					92	981	0,00	3434	4507
60	2087	1 107	2137	0	3244	3,18	507	1,21	9,87	NO					110	981	0,00	3434	4525
70	2209	1 107	2493	0	3600	3,53	562	1,34	8,89	NO					128	981	0,00	3434	4543
80	2316	1 107	2849	0	3956	3,88	618	1,47	8,09	NO					147	981	0,00	3434	4562
90	2410	1 107	3206	0	4312	4,23	674	1,60	7,42	NO					165	981	0,00	3434	4580
100	2493	1 107	3562	0	4668	4,58	729	1,73	6,85	NO					183	981	0,00	3434	4598
110	2566	1 107	3918	0	5025	4,93	785	1,87	6,37	NO					202	981	0,00	3434	4617
<b>Angulo: 10</b>																			
20	1477	1 107	710	1674	3490	3,42	545	1,30	9,17	NO					37	981	0,00	3434	4452
30	1606	1 107	1064	1820	3991	3,92	624	1,48	8,02	NO					55	981	0,00	3434	4470
40	1789	1 107	1419	2027	4553	4,47	711	1,69	7,03	NO					73	981	0,00	3434	4488
50	1948	1 107	1774	2207	5088	4,99	795	1,89	6,29	NO					92	981	0,00	3434	4507
60	2087	1 107	2129	2365	5601	5,49	875	2,08	5,71	NO					110	981	0,00	3434	4525
70	2209	1 107	2484	2503	6094	5,98	952	2,26	5,25	NO					128	981	0,00	3434	4543
80	2316	1 107	2839	2624	6569	6,44	1026	2,44	4,87	NO					147	981	0,00	3434	4562
90	2410	1 107	3193	2731	7031	6,90	1099	2,61	4,55	NO					165	981	0,00	3434	4580
100	2493	1 107	3548	2824	7479	7,34	1169	2,78	4,28	NO					183	981	0,00	3434	4598
110	2566	1 107	3903	2907	7917	7,77	1237	2,94	4,04	NO					202	981	0,00	3434	4617
<b>Angulo: 20</b>																			
20	1477	1 107	702	3335	5143	5,05	804	1,91	6,22	NO					37	981	0,00	3434	4452
30	1606	1 107	1052	3626	5785	5,67	904	2,15	5,53	NO					55	981	0,00	3434	4470
40	1789	1 107	1403	4038	6548	6,42	1023	2,43	4,89	NO					73	981	0,00	3434	4488
50	1948	1 107	1754	4398	7259	7,12	1134	2,70	4,41	NO					92	981	0,00	3434	4507
60	2087	1 107	2105	4712	7924	7,77	1238	2,94	4,04	NO					110	981	0,00	3434	4525
70	2209	1 107	2455	4987	8549	8,39	1336	3,18	3,74	NO					128	981	0,00	3434	4543
80	2316	1 107	2806	5228	9141	8,97	1428	3,40	3,50	NO					147	981	0,00	3434	4562
90	2410	1 107	3157	5440	9704	9,52	1516	3,61	3,30	NO					165	981	0,00	3434	4580
100	2493	1 107	3508	5627	10241	10,05	1600	3,80	3,12	NO					183	981	0,00	3434	4598
110	2566	1 107	3858	5792	10757	10,55	1681	4,00	2,97	NO					202	981	0,00	3434	4617
<b>Angulo: 30</b>																			
20	1477	1 107	688	4971	6766	6,64	1057	2,51	4,73	NO					37	981	0,00	3434	4452
30	1606	1 107	1032	5404	7543	7,40	1179	2,80	4,24	NO					55	981	0,00	3434	4470
40	1789	1 107	1376	6019	8502	8,34	1328	3,16	3,76	NO					73	981	0,00	3434	4488
50	1948	1 107	1720	6555	9382	9,20	1466	3,49	3,41	NO					92	981	0,00	3434	4507
60	2087	1 107	2064	7024	10195	10,00	1593	3,79	3,14	NO					110	981	0,00	3434	4525
70	2209	1 107	2408	7433	10948	10,74	1711	4,07	2,92	SI	1738	3010	3476	8,9	128	981	3010,0	3434	7553
80	2316	1 107	2752	7793	11652	11,43	1821	4,33	2,75	SI	1849	3203	3699	8,4	147	981	3203,4	3434	7765
90	2410	1 107	3096	8109	12312	12,08	1924	4,57	2,60	SI	1954	3385	3908	7,9	165	981	3384,8	3434	7965
100	2493	1 107	3440	8387	12934	12,69	2021	4,81	2,47	SI	2053	3556	4106	7,5	183	981	3555,9	3434	8154
110	2566	1 107	3784	8633	13524	13,27	2113	5,02	2,37	SI	2147	3718	4293	7,2	202	981	3718,1	3434	8335

Figura 61. Calculo mecánico de Poste de Madera 8m / C7, 1x16+16/25, EDS = 15%

Fuente: Elaboración Propia

V (km/h) 90	ANGULO TOPOGRAFICO				ESTRUCTURAS														
					MRN (N-m)	Esfuerzo Total Empot. (N)	Fuerza Equiv. Punta (N)	Deflexión d % <= 4%	Flexión del poste Coef. Segur. > 2,5	Req. Reten.	RETENIDA				COMPRESION DEL POSTE				
	Tiro Horiz. (N)	Tiro Vert. (N)	Tiro Cable (N)	C.S. >2,5							Cargas Verticales								
											Conduc. (N)	Técnico (N)	Reten. (N)	Poste (N)	TOTAL (N)				
Vano Viento (m)	Tiro Máximo (N)	MVP (N-m)	MVC (N-m)	MTC (N-m)															
<b>Angulo: 40</b>																			
20	1477	1 107	669	6569	8345	8,19	1304	3,10	3,83	NO					37	981	0,00	3434	4452
30	1606	1 107	1004	7141	9252	9,08	1446	3,44	3,46	NO				55	981	0,00	3434	4470	
40	1789	1 107	1339	7954	10399	10,20	1625	3,86	3,08	NO				73	981	0,00	3434	4488	
50	1948	1 107	1673	8663	11443	11,23	1788	4,25	2,80	SI	1816	3146	3633	8,5	92	981	3145,9	3434	7653
60	2087	1 107	2008	9282	12396	12,16	1937	4,61	2,58	SI	1968	3408	3935	7,9	110	981	3408,1	3434	7933
70	2209	1 107	2343	9823	13273	13,02	2074	4,93	2,41	SI	2107	3649	4214	7,3	128	981	3649,0	3434	8192
80	2316	1 107	2678	10298	14082	13,81	2200	5,23	2,27	SI	2235	3872	4471	6,9	147	981	3871,6	3434	8433
90	2410	1 107	3012	10715	14834	14,55	2318	5,51	2,16	SI	2355	4078	4709	6,6	165	981	4078,3	3434	8658
100	2493	1 107	3347	11083	15537	15,24	2428	5,77	2,06	SI	2466	4271	4932	6,3	183	981	4271,5	3434	8870
110	2566	1 107	3682	11408	16196	15,89	2531	6,02	1,98	SI	2571	4453	5142	6,0	202	981	4452,7	3434	9070
<b>Angulo: 60</b>																			
20	1477	1 107	617	9603	11327	11,11	1770	4,21	2,83	SI	1798	3114	3596	8,6	37	981	3114,0	3434	7566
30	1606	1 107	925	10439	12472	12,23	1949	4,63	2,57	SI	1980	3429	3959	7,8	55	981	3428,8	3434	7899
40	1789	1 107	1234	11627	13968	13,70	2182	5,19	2,29	SI	2217	3840	4434	7,0	73	981	3840,2	3434	8329
50	1948	1 107	1542	12664	15313	15,02	2393	5,69	2,09	SI	2431	4210	4861	6,4	92	981	4209,9	3434	8717
60	2087	1 107	1851	13569	16526	16,21	2582	6,14	1,94	SI	2623	4543	5246	5,9	110	981	4543,5	3434	9069
70	2209	1 107	2159	14360	17626	17,29	2754	6,55	1,82	SI	2798	4846	5596	5,5	128	981	4845,9	3434	9389
80	2316	1 107	2468	15054	18629	18,28	2911	6,92	1,72	SI	2957	5122	5914	5,2	147	981	5121,6	3434	9683
90	2410	1 107	2776	15665	19547	19,18	3054	7,26	1,64	SI	3103	5374	6206	5,0	165	981	5374,1	3434	9954
100	2493	1 107	3085	16202	20393	20,01	3186	7,58	1,57	SI	3237	5607	6474	4,8	183	981	5606,7	3434	10205
110	2566	1 107	3393	16677	21177	20,77	3309	7,87	1,51	SI	3361	5822	6723	4,6	202	981	5822,0	3434	10439
<b>Angulo: 90</b>																			
20	1477	1 107	504	13581	15191	14,90	2374	5,64	2,11	SI	2411	4176	4823	6,4	37	981	4176,5	3434	8628
30	1606	1 107	756	14764	16626	16,31	2598	6,18	1,92	SI	2639	4571	5278	5,9	55	981	4570,9	3434	9041
40	1789	1 107	1007	16443	18558	18,21	2900	6,89	1,72	SI	2946	5102	5891	5,2	73	981	5102,0	3434	9590
50	1948	1 107	1259	17909	20275	19,89	3168	7,53	1,58	SI	3218	5574	6437	4,8	92	981	5574,3	3434	10081
60	2087	1 107	1511	19189	21807	21,39	3407	8,10	1,47	SI	3461	5995	6923	4,5	110	981	5995,3	3434	10520
70	2209	1 107	1763	20308	23178	22,74	3622	8,61	1,38	SI	3679	6372	7358	4,2	128	981	6372,3	3434	10916
80	2316	1 107	2015	21290	24412	23,95	3814	9,07	1,31	SI	3875	6711	7750	4,0	147	981	6711,5	3434	11273
90	2410	1 107	2267	22153	25526	25,04	3989	9,48	1,25	SI	4052	7018	8104	3,8	165	981	7018,0	3434	11598
100	2493	1 107	2519	22913	26539	26,03	4147	9,86	1,21	SI	4212	7296	8425	3,7	183	981	7296,2	3434	11895
110	2566	1 107	2770	23585	27462	26,94	4291	10,20	1,17	SI	4359	7550	8718	3,5	202	981	7550,0	3434	12167

Figura 62. Calculo mecánico de Poste de Madera 8m / C7, 1x16+16/25, EDS = 15%, continuación

Fuente: Elaboración Propia

### Cálculo Mecánico de Estructuras - Poste de Madera 8m / C7, E3, EDS = 15%

DATOS GENERALES				DATOS DEL CONDUCTOR			DATOS DEL POSTE				
Especificación	<b>Armado E3</b>			Conductor	Sección	Diámetro	Peso	Longitud del poste	hp	m	8
Tipo de estructura	<b>Fin de línea</b>				mm <sup>2</sup>	mm	N/m	Longitud de empotramiento	Le	m	1,4
Velocidad del viento	V	km/h	90	1x16/25	25	16,50	1,23	Altura útil del poste	h	m	6,6
Presión del viento	Pv	N/m <sup>2</sup>	332	1x16+16/25	25	16,50	1,83	Diámetro en la base	Db	mm	240
Vano viento	Vv	m	Vv					Diámetro en la punta	Do	mm	120
Vano peso	Vp	m	1.1 Vv					Diámetro de empotramiento	Dm	mm	219
Angulo desvío	Ang	grad	0					Factor de seguridad mínimo	Fs		2,5
<b>DATOS DE LA RETENIDA</b>								Carga de rotura	Cr	N	5000
Angulo de retenida	Ar	grad	30					Carga de trabajo	Ct	N	2000
Carga de rotura de retenida	Crr	N	30926					Peso del poste	Pp	N	3.434
Altura aplic. de Retenida		m	6,3					Altura aplic. de fuerzas	Ha	m	6,4

**Figura 63.** Datos Previos para cálculo mecánico de estructuras. 8m/C7, E3, EDS 15%  
Fuente: Elaboración Propia

V (km/h)	ANGULO TOPOGRAFICO				ESTRUCTURAS														
	FIN DE LINEA				MRN (N-m)	Esfuerzo Total Empot. (N)	Fuerza Equiv. Punta (N)	Flexión del poste			RETENIDA				COMPRESION DEL POSTE				
	Vano Viento (m)	Tiro Máximo (N)	MVP (N-m)	MVC (N-m)				MTC (N-m)	Deflexión d % <= 4%	Coef. Segur. > 2,5	Req. Reten.	Tiro Horiz. (N)	Tiro Vert. (N)	Tiro Cable (N)	C.S. > 2,5	Cargas Verticales			
													Conduc. (N)	Técnico (N)	Reten. (N)	Poste (N)	TOTAL (N)		
90																			
<b>Conductor:</b>				<b>1x16/25</b>				4	2,5										
20	1499	1.107		9591	10698	10,49	1671	3,97	2,99	NO					25	981	0,00	3434	4440
30	1637	1.107		10474	11581	11,36	1809	4,30	2,76	SI	1838	3184	3676	8,41	37	981	3184	3434	7636
40	1844	1.107		11802	12909	12,66	2017	4,80	2,48	SI	2049	3549	4098	7,55	49	981	3549	3434	8013
50	2033	1.107		13013	14120	13,85	2206	5,25	2,27	SI	2241	3882	4483	6,90	61	981	3882	3434	8358
60	2206	1.107		14121	15228	14,94	2379	5,66	2,10	SI	2417	4187	4834	6,40	74	981	4187	3434	8675
70	2365	1.107		15138	16244	15,94	2538	6,03	1,97	SI	2578	4466	5157	6,00	86	981	4466	3434	8967
80	2511	1.107		16073	17180	16,85	2684	6,38	1,86	SI	2727	4723	5454	5,67	98	981	4723	3434	9236
90	2646	1.107		16937	18043	17,70	2819	6,70	1,77	SI	2864	4961	5728	5,40	110	981	4961	3434	9486
100	2771	1.107		17735	18842	18,48	2944	7,00	1,70	SI	2991	5180	5982	5,17	123	981	5180	3434	9718
<b>Conductor:</b>				<b>1x16+16/25</b>															
20	1477	1.107		9455	10562	10,36	1650	3,92	3,03	NO					37	981	0,00	3434	4452
30	1606	1.107		10279	11386	11,17	1779	4,23	2,81	SI	1807	3130	3614	8,56	55	981	3130	3434	7600
40	1789	1.107		11448	12555	12,32	1962	4,66	2,55	SI	1993	3452	3986	7,76	73	981	3452	3434	7940
50	1948	1.107		12469	13576	13,32	2121	5,04	2,36	SI	2155	3732	4310	7,18	92	981	3732	3434	8239
60	2087	1.107		13360	14467	14,19	2260	5,37	2,21	SI	2296	3977	4593	6,73	110	981	3977	3434	8502
70	2209	1.107		14139	15246	14,96	2382	5,66	2,10	SI	2420	4192	4840	6,39	128	981	4192	3434	8735
80	2316	1.107		14823	15929	15,63	2489	5,92	2,01	SI	2528	4379	5057	6,12	147	981	4379	3434	8941
90	2410	1.107		15424	16530	16,22	2583	6,14	1,94	SI	2624	4545	5248	5,89	165	981	4545	3434	9125
100	2493	1.107		15953	17060	16,74	2666	6,34	1,88	SI	2708	4690	5416	5,71	183	981	4690	3434	9289

**Figura 64.** Calculo mecánico Poste de Madera 8m / C7, E3, EDS = 15%  
Fuente: Elaboración Propia

### Cálculo Mecánico de Estructuras - Poste de Madera 8 m / C7, 1x16/25, EDS = 7%

DATOS GENERALES				DATOS DE LOS CONDUCTORES				DATOS DEL POSTE			
Especificación	Armado "E1"			Conductor	1x16/25			Longitud del poste	hp	m	8
Tipo de estructura	Alineamiento y Angulo 0°-90°			Sección	S	mm²	25	Longitud de empotramiento	Le	m	1,4
Velocidad del viento	V	km/h	90	Diámetro	D	mm	16,5	Altura útil del poste	h	m	6,6
Presión del viento	Pv	N/m²	332	Peso unitario	Wc	N/m	1,23	Diámetro en la base	Db	mm	240
DATOS DE LA RETENIDA				Vano viento	Vv	m	Vv	Diámetro en la punta	Do	mm	120
				Angulo de retenida	Ar	grad	30	Vano peso	Vp	m	1.1 Vv
Carga de rotura de retenida	Crr	N	30926	Altura aplicación de fuerzas	Ha	m	6,5	Factor de seguridad mínimo	Fs		2,5
Altura aplic. de Retenida		m	6,3					Carga de rotura	Cr	N	5 000
								Peso del poste	Pp	N	3 434
								Momento inercia empot.		(cm4)	6 187
								Modulo de elasticidad		kN/cm2	900

Figura 65. Datos Previos para cálculo mecánico de estructuras. 8m/c7, 1x16/25, EDS 7%  
Fuente: Elaboración Propia

V (km/h) 90	ANGULO TOPOGRAFICO				ESTRUCTURAS INTERMEDIAS														
					MRN (N-m)	Esfuerzo Total Empot. (N)	Fuerza Equiv. Punta (N)	Deflexión d % <= 4%	Flexión del poste		RETENIDA				COMPRESION DEL POSTE				
	Coef. Segur. > 2.5	Req. Reten.	Tiro Horiz. (N)	Tiro Vert. (N)					Tiro Cable (N)	C.S. > 2.5	Cargas Verticales								
Vano Viento (m)	Tiro Máximo (N)	MVP (N-m)	MVC (N-m)	MTC (N-m)	Conduc. (N)	Técnico (N)	Reten. (N)	Poste (N)	TOTAL (N)										
<b>Angulo: 90</b>																			
20	1.051	1.107	712		1819	1,78	284	0,68	17,59	NO					25	981	0,00	3434	4440
30	1.259	1.107	1069		2175	2,13	340	0,81	14,71	NO					37	981	0,00	3434	4452
40	1.423	1.107	1425		2531	2,48	396	0,94	12,64	NO					49	981	0,00	3434	4464
50	1.553	1.107	1781		2888	2,83	451	1,07	11,08	NO					61	981	0,00	3434	4476
60	1.658	1.107	2137		3244	3,18	507	1,21	9,87	NO					74	981	0,00	3434	4489
70	1.743	1.107	2493		3600	3,53	562	1,34	8,89	NO					86	981	0,00	3434	4501
80	1.812	1.107	2849		3956	3,88	618	1,47	8,09	NO					98	981	0,00	3434	4513
90	1.869	1.107	3206		4312	4,23	674	1,60	7,42	NO					110	981	0,00	3434	4525
100	1.916	1.107	3562		4668	4,58	729	1,73	6,85	NO					123	981	0,00	3434	4538
110	1.955	1.107	3918		5025	4,93	785	1,87	6,37	NO					135	981	0,00	3434	4550
<b>Angulo: 10</b>																			
20	1.051	1.107	710	1190	3007	2,95	470	1,12	10,64	NO					25	981	0,00	3434	4440
30	1.259	1.107	1064	1427	3598	3,53	562	1,34	8,89	NO					37	981	0,00	3434	4452
40	1.423	1.107	1419	1612	4138	4,06	647	1,54	7,73	NO					49	981	0,00	3434	4464
50	1.553	1.107	1774	1760	4641	4,55	725	1,72	6,90	NO					61	981	0,00	3434	4476
60	1.658	1.107	2129	1879	5114	5,02	799	1,90	6,26	NO					74	981	0,00	3434	4489
70	1.743	1.107	2484	1975	5565	5,46	870	2,07	5,75	NO					86	981	0,00	3434	4501
80	1.812	1.107	2839	2053	5998	5,88	937	2,23	5,33	NO					98	981	0,00	3434	4513
90	1.869	1.107	3193	2117	6418	6,30	1003	2,38	4,99	NO					110	981	0,00	3434	4525
100	1.916	1.107	3548	2171	6826	6,70	1066	2,54	4,69	NO					123	981	0,00	3434	4538
110	1.955	1.107	3903	2215	7225	7,09	1129	2,68	4,43	NO					135	981	0,00	3434	4550

Figura 66. Calculo mecánico de Poste de Madera 8 m / C7, 1x16/25, EDS = 7%  
Fuente: Elaboración Propia

V (km/h) 90	ANGULO TOPOGRAFICO				ESTRUCTURAS INTERMEDIAS														
					MRN (N-m)	Esfuerzo Total Empot. (N)	Fuerza Equiv. Punta (N)	Flexión del poste			RETENIDA				COMPRESION DEL POSTE				
	Deflexión d % ≤ 4%	Coef. Segur. > 2,5	Req. Reten.	Tiro Horiz. (N)				Tiro Vert. (N)	Tiro Cable (N)	C.S. > 2,5	Cargas Verticales								
Vano Viento (m)	Tiro Máximo (N)	MVP (N-m)	MVC (N-m)	MTC (N-m)															
<b>Angulo: 20</b>																			
20	1.051	1.107	702	2372	4180	4,10	653	1,55	7,66	NO					25	981	0,00	3434	4440
30	1.259	1.107	1052	2843	5002	4,91	782	1,86	6,40	NO					37	981	0,00	3434	4452
40	1.423	1.107	1403	3213	5722	5,61	894	2,13	5,59	NO					49	981	0,00	3434	4464
50	1.553	1.107	1754	3507	6367	6,25	995	2,37	5,03	NO					61	981	0,00	3434	4476
60	1.658	1.107	2105	3743	6954	6,82	1087	2,58	4,60	NO					74	981	0,00	3434	4489
70	1.743	1.107	2455	3934	7496	7,35	1171	2,78	4,27	NO					86	981	0,00	3434	4501
80	1.812	1.107	2806	4091	8003	7,85	1251	2,97	4,00	NO					98	981	0,00	3434	4513
90	1.869	1.107	3157	4219	8482	8,32	1325	3,15	3,77	NO					110	981	0,00	3434	4525
100	1.916	1.107	3508	4325	8939	8,77	1397	3,32	3,58	NO					123	981	0,00	3434	4538
110	1.955	1.107	3858	4413	9378	9,20	1465	3,48	3,41	NO					135	981	0,00	3434	4550
<b>Angulo: 30</b>																			
20	1.051	1.107	688	3535	5330	5,23	833	1,98	6,00	NO					25	981	0,00	3434	4440
30	1.259	1.107	1032	4238	6376	6,26	996	2,37	5,02	NO					37	981	0,00	3434	4452
40	1.423	1.107	1376	4788	7271	7,13	1136	2,70	4,40	NO					49	981	0,00	3434	4464
50	1.553	1.107	1720	5227	8053	7,90	1258	2,99	3,97	NO					61	981	0,00	3434	4476
60	1.658	1.107	2064	5579	8750	8,58	1367	3,25	3,66	NO					74	981	0,00	3434	4489
70	1.743	1.107	2408	5864	9379	9,20	1465	3,48	3,41	NO					86	981	0,00	3434	4501
80	1.812	1.107	2752	6097	9956	9,77	1556	3,70	3,21	NO					98	981	0,00	3434	4513
90	1.869	1.107	3096	6288	10491	10,29	1639	3,90	3,05	NO					110	981	0,00	3434	4525
100	1.916	1.107	3440	6446	10993	10,78	1718	4,08	2,91	SI	1,745	3,022	3,490	8,9	123	981	3022,3	3434	7560
110	1.955	1.107	3784	6578	11469	11,25	1792	4,26	2,79	SI	1,820	3,153	3,641	8,5	135	981	3153,1	3434	7703
<b>Angulo: 40</b>																			
20	1.051	1.107	669	4671	6447	6,32	1007	2,40	4,96	NO					25	981	0,00	3434	4440
30	1.259	1.107	1004	5600	7710	7,56	1205	2,86	4,15	NO					37	981	0,00	3434	4452
40	1.423	1.107	1339	6328	8773	8,61	1371	3,26	3,65	NO					49	981	0,00	3434	4464
50	1.553	1.107	1673	6907	9687	9,50	1514	3,60	3,30	NO					61	981	0,00	3434	4476
60	1.658	1.107	2008	7372	10487	10,29	1639	3,90	3,05	NO					74	981	0,00	3434	4489
70	1.743	1.107	2343	7749	11199	10,99	1750	4,16	2,86	SI	1,778	3,079	3,555	8,7	86	981	3078,9	3434	7580
80	1.812	1.107	2678	8057	11841	11,62	1850	4,40	2,70	SI	1,880	3,255	3,759	8,2	98	981	3255,4	3434	7769
90	1.869	1.107	3012	8309	12428	12,19	1942	4,62	2,57	SI	1,973	3,417	3,946	7,8	110	981	3416,9	3434	7942
100	1.916	1.107	3347	8518	12972	12,73	2027	4,82	2,47	SI	2,059	3,566	4,118	7,5	123	981	3566,4	3434	8104
110	1.955	1.107	3682	8692	13481	13,22	2106	5,01	2,37	SI	2,140	3,706	4,280	7,2	135	981	3706,2	3434	8256
<b>Angulo: 60</b>																			
20	1.051	1.107	617	6829	8552	8,39	1336	3,18	3,74	NO					25	981	0,00	3434	4440
30	1.259	1.107	925	8186	10218	10,02	1597	3,80	3,13	NO					37	981	0,00	3434	4452
40	1.423	1.107	1234	9250	11591	11,37	1811	4,31	2,76	SI	1,840	3,187	3,680	8,4	49	981	3186,6	3434	7651
50	1.553	1.107	1542	10097	12746	12,50	1992	4,74	2,51	SI	2,023	3,504	4,046	7,6	61	981	3504,2	3434	7981
60	1.658	1.107	1851	10777	13735	13,47	2146	5,10	2,33	SI	2,180	3,776	4,360	7,1	74	981	3776,1	3434	8265
70	1.743	1.107	2159	11329	14594	14,32	2280	5,42	2,19	SI	2,317	4,012	4,633	6,7	86	981	4012,4	3434	8513
80	1.812	1.107	2468	11778	15353	15,06	2399	5,70	2,08	SI	2,437	4,221	4,874	6,3	98	981	4220,8	3434	8734
90	1.869	1.107	2776	12148	16030	15,73	2505	5,96	2,00	SI	2,544	4,407	5,089	6,1	110	981	4407,2	3434	8933
100	1.916	1.107	3085	12453	16644	16,33	2601	6,18	1,92	SI	2,642	4,576	5,284	5,9	123	981	4576,0	3434	9114
110	1.955	1.107	3393	12707	17207	16,88	2689	6,39	1,86	SI	2,731	4,731	5,463	5,7	135	981	4730,7	3434	9281

Figura 67. Calculo mecánico de Poste de Madera 8 m / C7, 1x16/25, EDS = 7%, continuación 1  
Fuente: Elaboración Propia

V (km/h) 90	ANGULO TOPOGRAFICO				ESTRUCTURAS INTERMEDIAS																
					MRN (N-m)	Esfuerzo Total Empot. (N)	Fuerza Equiv. Punta (N)	Flexión del poste			RETENIDA				COMPRESION DEL POSTE						
	Vano Viento (m)	Tiro Máximo (N)	MVP (N-m)	MVC (N-m)				MTC (N-m)	Deflexión d % <= 4%	Coef. Segur. > 2.5	Req. Reten.	Tiro Horiz. (N)	Tiro Vert. (N)	Tiro Cable (N)	C.S. > 2.5	Cargas Verticales					
																Conduc. (N)	Técnico (N)	Reten. (N)	Poste (N)	TOTAL (N)	
<b>Angulo: 90</b>																					
20	1.051	1.107	504	9657	11268	11,05	1761	4,19	2,84	SI	1.789	3.098	3.577	8,6	25	981	3097,8	3434	7537		
30	1.259	1.107	756	11577	13439	13,18	2100	4,99	2,38	SI	2.133	3.695	4.266	7,2	37	981	3694,9	3434	8147		
40	1.423	1.107	1007	13082	15196	14,91	2374	5,65	2,11	SI	2.412	4.178	4.824	6,4	49	981	4177,8	3434	8642		
50	1.553	1.107	1259	14279	16645	16,33	2601	6,18	1,92	SI	2.642	4.576	5.284	5,9	61	981	4576,2	3434	9053		
60	1.658	1.107	1511	15242	17859	17,52	2791	6,63	1,79	SI	2.835	4.910	5.670	5,5	74	981	4910,0	3434	9399		
70	1.743	1.107	1763	16021	18891	18,53	2952	7,02	1,69	SI	2.999	5.194	5.997	5,2	86	981	5193,6	3434	9694		
80	1.812	1.107	2015	16657	19778	19,40	3090	7,35	1,62	SI	3.139	5.438	6.279	4,9	98	981	5437,6	3434	9951		
90	1.869	1.107	2267	17179	20553	20,16	3211	7,64	1,56	SI	3.262	5.650	6.525	4,7	110	981	5650,5	3434	10176		
100	1.916	1.107	2519	17611	21236	20,83	3318	7,89	1,51	SI	3.371	5.838	6.742	4,6	123	981	5838,5	3434	10376		
110	1.955	1.107	2770	17971	21848	21,43	3414	8,12	1,46	SI	3.468	6.007	6.936	4,5	135	981	6006,6	3434	10556		

Figura 68. Cálculo mecánico de Poste de Madera 8 m / C7, 1x16/25, EDS = 7%, continuación 2

Fuente: Elaboración Propia

### Cálculo Mecánico de Estructuras - Poste de Madera 8m / C7, 1x16+16/25, EDS = 7%

DATOS GENERALES				DATOS DE LOS CONDUCTORES				DATOS DEL POSTE 8m / C7			
Especificación	Armado "E1"			Conductor	1x16+16/25			Longitud del poste	hp	m	8
Tipo de estructura	Alineamiento y Angulo 0°-90°			Sección	S	mm <sup>2</sup>	25	Longitud de empotramiento	Le	m	1,4
Velocidad del viento	V	km/h	90	Diámetro	D	mm	16,5	Altura útil del poste	h	m	6,6
Presión del viento	Pv	N/m <sup>2</sup>	332	Peso unitario	Wc	N/m	1,83	Diámetro en la base	Db	mm	240
<b>DATOS DE LA RETENIDA</b>				Vano viento	Vv	m	Vv	Diámetro en la punta	Do	mm	120
Angulo de retenida	Ar	grad	30	Vano peso	Vp	m	1.1 Vv	Diámetro de empotramiento	Dm	mm	219
Carga de rotura de retenida	Crr	N	30926	Altura aplicación de fuerzas	Ha	m	6,5	Factor de seguridad mínimo	Fs		2,5
Altura aplic. de Retenida		m	6,3					Carga de rotura	Cr	N	5 000
								Peso del poste	Pp	N	3 434
								Momento inercia empot.		(cm <sup>4</sup> )	6 187
								Modulo de elasticidad		kN/cm <sup>2</sup>	900

Figura 69. Datos Previos para cálculo mecánico de estructuras. 8m/c7, 1x16+16/25, EDS 7%

Fuente: Elaboración Propia



V (km/h) 90	ANGULO TOPOGRAFICO				ESTRUCTURAS INTERMEDIAS															
					MRN (N-m)	Esfuerzo Total Empot. (N)	Fuerza Equiv. Punta (N)	Flexión del poste			RETENIDA				COMPRESION DEL POSTE					
	Vano Viento (m)	Tiro Máximo (N)	MVP (N-m)	MVC (N-m)				MTC (N-m)	Deflexión d % <= 4%	Coef. Segur. > 2,5	Req. Reten.	Tiro Horiz. (N)	Tiro Vert. (N)	Tiro Cable (N)	C.S. > 2.5	Cargas Verticales				
															Conduc. (N)	Técnico (N)	Reten. (N)	Poste (N)	TOTAL (N)	
<b>Angulo:</b>																				
20	990	1.107	712		1819	1,78	284	0,68	17,59	NO						37	981	0,00	3434	4452
30	1.141	1.107	1069		2175	2,13	340	0,81	14,71	NO						55	981	0,00	3434	4470
40	1.243	1.107	1425		2531	2,48	396	0,94	12,64	NO						73	981	0,00	3434	4488
50	1.312	1.107	1781		2888	2,83	451	1,07	11,08	NO						92	981	0,00	3434	4507
60	1.362	1.107	2137		3244	3,18	507	1,21	9,87	NO						110	981	0,00	3434	4525
70	1.397	1.107	2493		3600	3,53	562	1,34	8,89	NO						128	981	0,00	3434	4543
80	1.423	1.107	2849		3956	3,88	618	1,47	8,09	NO						147	981	0,00	3434	4562
90	1.443	1.107	3206		4312	4,23	674	1,60	7,42	NO						165	981	0,00	3434	4580
100	1.458	1.107	3562		4668	4,58	729	1,73	6,85	NO						183	981	0,00	3434	4598
110	1.470	1.107	3918		5025	4,93	785	1,87	6,37	NO						202	981	0,00	3434	4617
<b>Angulo: 10</b>																				
20	990	1.107	710	1122	2939	2,88	459	1,09	10,89	NO						37	981	0,00	3434	4452
30	1.141	1.107	1064	1293	3464	3,40	541	1,29	9,24	NO						55	981	0,00	3434	4470
40	1.243	1.107	1419	1408	3934	3,86	615	1,46	8,13	NO						73	981	0,00	3434	4488
50	1.312	1.107	1774	1487	4368	4,28	682	1,62	7,33	NO						92	981	0,00	3434	4507
60	1.362	1.107	2129	1543	4778	4,69	747	1,78	6,70	NO						110	981	0,00	3434	4525
70	1.397	1.107	2484	1583	5173	5,08	808	1,92	6,19	NO						128	981	0,00	3434	4543
80	1.423	1.107	2839	1612	5558	5,45	868	2,06	5,76	NO						147	981	0,00	3434	4562
90	1.443	1.107	3193	1635	5935	5,82	927	2,20	5,39	NO						165	981	0,00	3434	4580
100	1.458	1.107	3548	1652	6307	6,19	985	2,34	5,07	NO						183	981	0,00	3434	4598
110	1.470	1.107	3903	1665	6675	6,55	1043	2,48	4,79	NO						202	981	0,00	3434	4617
<b>Angulo: 20</b>																				
20	990	1.107	702	2236	4044	3,97	632	1,50	7,91	NO						37	981	0,00	3434	4452
30	1.141	1.107	1052	2576	4735	4,64	740	1,76	6,76	NO						55	981	0,00	3434	4470
40	1.243	1.107	1403	2805	5315	5,21	830	1,97	6,02	NO						73	981	0,00	3434	4488
50	1.312	1.107	1754	2963	5823	5,71	910	2,16	5,50	NO						92	981	0,00	3434	4507
60	1.362	1.107	2105	3074	6285	6,17	982	2,33	5,09	NO						110	981	0,00	3434	4525
70	1.397	1.107	2455	3154	6716	6,59	1049	2,49	4,76	NO						128	981	0,00	3434	4543
80	1.423	1.107	2806	3213	7125	6,99	1113	2,65	4,49	NO						147	981	0,00	3434	4562
90	1.443	1.107	3157	3257	7521	7,38	1175	2,79	4,25	NO						165	981	0,00	3434	4580
100	1.458	1.107	3508	3291	7905	7,76	1235	2,94	4,05	NO						183	981	0,00	3434	4598
110	1.470	1.107	3858	3318	8283	8,13	1294	3,08	3,86	NO						202	981	0,00	3434	4617
<b>Angulo: 30</b>																				
20	990	1.107	688	3333	5127	5,03	801	1,90	6,24	NO						37	981	0,00	3434	4452
30	1.141	1.107	1032	3839	5978	5,86	934	2,22	5,35	NO						55	981	0,00	3434	4470
40	1.243	1.107	1376	4181	6663	6,54	1041	2,48	4,80	NO						73	981	0,00	3434	4488
50	1.312	1.107	1720	4416	7243	7,10	1132	2,69	4,42	NO						92	981	0,00	3434	4507
60	1.362	1.107	2064	4581	7752	7,60	1211	2,88	4,13	NO						110	981	0,00	3434	4525
70	1.397	1.107	2408	4701	8215	8,06	1284	3,05	3,90	NO						128	981	0,00	3434	4543
80	1.423	1.107	2752	4788	8647	8,48	1351	3,21	3,70	NO						147	981	0,00	3434	4562
90	1.443	1.107	3096	4855	9058	8,89	1415	3,36	3,53	NO						165	981	0,00	3434	4580
100	1.458	1.107	3440	4905	9452	9,27	1477	3,51	3,39	NO						183	981	0,00	3434	4598
110	1.470	1.107	3784	4945	9836	9,65	1537	3,65	3,25	NO						202	981	0,00	3434	4617

**Figura 70.** Calculo mecánico de Poste de Madera 8 m / C7, 1x16+16/25, EDS = 7%  
Fuente: Elaboración Propia

V (km/h) 90	ANGULO TOPOGRAFICO				ESTRUCTURAS INTERMEDIAS														
					MRN (N-m)	Esfuerzo Total Empot. (N)	Fuerza Equiv. Punta (N)	Deflexión d % <= 4%	Coef. Segur. > 2.5	Req. Reten.	RETENIDA				COMPRESION DEL POSTE				
	Tiro Horiz. (N)	Tiro Vert. (N)	Tiro Cable (N)	C.S. > 2.5							Cargas Verticales								
Vano Viento (m)	Tiro Máximo (N)	MVP (N-m)	MVC (N-m)	MTC (N-m)															
Conduc. (N)		Técnico (N)	Reten. (N)	Poste (N)	TOTAL (N)														
<b>Angulo: 40</b>																			
20	990	1.107	669	4404	6180	6,06	966	2,30	5,18	NO					37	981	0,00	3434	4452
30	1.141	1.107	1004	5073	7184	7,05	1123	2,67	4,45	NO					55	981	0,00	3434	4470
40	1.243	1.107	1339	5524	7970	7,82	1245	2,96	4,02	NO					73	981	0,00	3434	4488
50	1.312	1.107	1673	5835	8615	8,45	1346	3,20	3,71	NO					92	981	0,00	3434	4507
60	1.362	1.107	2008	6054	9169	8,99	1433	3,41	3,49	NO					110	981	0,00	3434	4525
70	1.397	1.107	2343	6212	9661	9,48	1510	3,59	3,31	NO					128	981	0,00	3434	4543
80	1.423	1.107	2678	6328	10112	9,92	1580	3,76	3,16	NO					147	981	0,00	3434	4562
90	1.443	1.107	3012	6415	10534	10,33	1646	3,91	3,04	NO					165	981	0,00	3434	4580
100	1.458	1.107	3347	6482	10936	10,73	1709	4,06	2,93	SI	1,736	3,007	3,472	8,9	183	981	3006,6	3434	7605
110	1.470	1.107	3682	6534	11323	11,11	1769	4,21	2,83	SI	1,797	3,113	3,595	8,6	202	981	3113,0	3434	7730
<b>Angulo: 60</b>																			
20	990	1.107	617	6438	8162	8,01	1275	3,03	3,92	NO					37	981	0,00	3434	4452
30	1.141	1.107	925	7417	9449	9,27	1476	3,51	3,39	NO					55	981	0,00	3434	4470
40	1.243	1.107	1234	8076	10417	10,22	1628	3,87	3,07	NO					73	981	0,00	3434	4488
50	1.312	1.107	1542	8530	11179	10,97	1747	4,15	2,86	SI	1,774	3,074	3,549	8,7	92	981	3073,5	3434	7580
60	1.362	1.107	1851	8850	11808	11,58	1845	4,39	2,71	SI	1,874	3,246	3,748	8,3	110	981	3246,3	3434	7771
70	1.397	1.107	2159	9081	12347	12,11	1929	4,59	2,59	SI	1,960	3,394	3,920	7,9	128	981	3394,4	3434	7938
80	1.423	1.107	2468	9251	12825	12,58	2004	4,76	2,50	SI	2,036	3,526	4,071	7,6	147	981	3525,9	3434	8088
90	1.443	1.107	2776	9378	13261	13,01	2072	4,93	2,41	SI	2,105	3,646	4,210	7,3	165	981	3645,9	3434	8226
100	1.458	1.107	3085	9476	13668	13,41	2136	5,08	2,34	SI	2,169	3,758	4,339	7,1	183	981	3757,6	3434	8356
110	1.470	1.107	3393	9553	14053	13,79	2196	5,22	2,28	SI	2,231	3,863	4,461	6,9	202	981	3863,4	3434	8480
<b>Angulo: 90</b>																			
20	990	1.107	504	9105	10715	10,51	1674	3,98	2,99	NO					37	981	0,00	3434	4452
30	1.141	1.107	756	10489	12351	12,12	1930	4,59	2,59	SI	1,961	3,396	3,921	7,9	55	981	3395,8	3434	7866
40	1.243	1.107	1007	11422	13536	13,28	2115	5,03	2,36	SI	2,149	3,721	4,297	7,2	73	981	3721,3	3434	8210
50	1.312	1.107	1259	12064	14430	14,16	2255	5,36	2,22	SI	2,290	3,967	4,581	6,8	92	981	3967,1	3434	8474
60	1.362	1.107	1511	12516	15134	14,85	2365	5,62	2,11	SI	2,402	4,161	4,804	6,4	110	981	4160,7	3434	8686
70	1.397	1.107	1763	12842	15712	15,41	2455	5,84	2,04	SI	2,494	4,320	4,988	6,2	128	981	4319,6	3434	8863
80	1.423	1.107	2015	13082	16204	15,90	2532	6,02	1,97	SI	2,572	4,455	5,144	6,0	147	981	4454,9	3434	9017
90	1.443	1.107	2267	13263	16636	16,32	2599	6,18	1,92	SI	2,641	4,574	5,281	5,9	165	981	4573,8	3434	9154
100	1.458	1.107	2519	13402	17027	16,70	2660	6,33	1,88	SI	2,703	4,681	5,405	5,7	183	981	4681,1	3434	9280
110	1.470	1.107	2770	13510	17387	17,06	2717	6,46	1,84	SI	2,760	4,780	5,520	5,6	202	981	4780,1	3434	9397

Figura 71. Calculo mecánico de Poste de Madera 8 m / C7, 1x16+16/25, EDS = 7%, continuación

Fuente: Elaboración Propia

### Cálculo Mecánico de Estructuras - Poste de Madera 8m / C7, E3, EDS = 7%

DATOS GENERALES				DATOS DEL CONDUCTOR				DATOS DEL POSTE 8m / C7			
Especificación	<b>Armado E3</b>			Conductor	Sección	Diámetro	Peso	Longitud del poste	hp	m	8
Tipo de estructura	<b>Fin de línea</b>				mm²	mm	N/m	Longitud de empotramiento	Le	m	1,4
Velocidad del viento	V	km/h	90	1x16/25	25	16,50	1,23	Altura útil del poste	h	m	6,6
Presión del viento	Pv	N/m²	332	1x16+16/25	25	16,50	1,83	Diámetro en la base	Db	mm	240
Vano viento	Vv	m	Vv					Diámetro en la punta	Do	mm	120
Vano peso	Vp	m	1.1 Vv					Diámetro de empotramiento	Dm	mm	219
Angulo desvío	Ang	grad	0					Factor de seguridad mínimo	Fs		2,5
<b>DATOS DE LA RETENIDA</b>								Carga de rotura	Cr	N	5000
Angulo de retenida	Ar	grad	30					Carga de trabajo	Ct	N	2000
Carga de rotura de retenida	Crr	N	30926					Peso del poste	Pp	N	3.434
Altura aplic. de Retenida		m	6,3					Altura aplic. de fuerzas	Ha	m	6,4

Figura 72. Datos Previos para el cálculo mecánico de estructuras. 8m/c7, E3, EDS = 7%

Fuente: Elaboración Propia

V (km/h)	ANGULO TOPOGRAFICO FIN DE LINEA				ESTRUCTURAS														
					MRN (N-m)	Esfuerzo Total Empot. (N)	Fuerza Equiv. Punta (N)	Flexión del poste			RETENIDA				COMPRESION DEL POSTE				
	Vano Viento (m)	Tiro Máximo (N)	MVP (N-m)	MVC (N-m)				MTC (N-m)	Deflexión d % <= 4%	Coef. Segur. > 2.5	Req. Reten.	Tiro Horiz. (N)	Tiro Vert. (N)	Tiro Cable (N)	C.S. > 2.5	Cargas Verticales			
															Conduc. (N)	Técnico (N)	Reten. (N)	Poste (N)	TOTAL (N)
<b>Conductor: 1x16/25</b>																			
20	1051	1.107		6724	7830	7,68	1224	4,17	4,09	SI	1242,93	2152,81	2485,85	12,44	25	981	2153	3434	6592
30	1259	1.107		8060	9167	8,99	1432	4,89	3,49	SI	1455,07	2520,26	2910,15	10,63	37	981	2520	3434	6972
40	1423	1.107		9108	10215	10,02	1596	5,45	3,13	SI	1621,37	2808,30	3242,75	9,54	49	981	2808	3434	7272
50	1553	1.107		9942	11048	10,84	1726	5,89	2,90	SI	1753,70	3037,49	3507,40	8,82	61	981	3037	3434	7514
70	1743	1.107		11154	12261	12,03	1916	6,54	2,61	SI	1946,18	3370,88	3892,36	7,95	86	981	3371	3434	7872
80	1812	1.107		11597	12704	12,46	1985	6,77	2,52	SI	2016,45	3492,60	4032,90	7,67	98	981	3493	3434	8006
<b>Conductor: 1x16+16/25</b>																			
20	990	1.107		6339	7446	7,30	1163	3,97	4,30	NO					37	981	0,00	3434	4452
30	1141	1.107		7303	8410	8,25	1314	4,48	3,81	SI	1334,84	2312,02	2669,69	11,58	55	981	2312	3434	6782
40	1243	1.107		7952	9059	8,89	1415	4,83	3,53	SI	1437,89	2490,49	2875,77	10,75	73	981	2490	3434	6979
50	1312	1.107		8399	9506	9,33	1485	5,07	3,37	SI	1508,85	2613,41	3017,70	10,25	92	981	2613	3434	7120
70	1397	1.107		8941	10048	9,86	1570	5,36	3,18	SI	1594,87	2762,39	3189,74	9,70	128	981	2762	3434	7306
80	1423	1.107		9108	10215	10,02	1596	5,45	3,13	SI	1621,41	2808,37	3242,83	9,54	147	981	2808	3434	7370

Figura 73. Calculo mecánico de Poste de Madera 8m / C7, E3, EDS = 7%

Fuente: Elaboración Propia

## Prestaciones Mecánicas de Estructuras Para Redes Secundarias

### POSTE DE MADERA 8/C7

Configur. del Conductor	Vano Maximo por Distancia Minima de Seguridad				Vano y Desviacion Angular Maximo para el uso de Retenidas				
	Dirección del Vano	En Carreteras y Avenidas	En Calles y Caminos	Areas No Transitables	Vano (m)	Sin Retenida		Con una Retenida	
						Ang. Máx. (°)	C.S. (≤2,5p.u.)	Ang. (°)	C.S. (≤2,5p.u.)
1x16/25	A lo largo	50	70	95	20	79	2,51	90	
					40	61	2,53	90	
					60	50	2,53	90	7,6
	Al Cruce	(*)	50	95	80	43	2,51	90	6,6
					100	37	2,53	90	5,9
					110	35	2,52	90	5,6
1x16+16/25	A lo largo	50	65	90	20	79	2,52	90	
					40	62	2,52	90	
					60	52	2,50	90	7,9
	Al Cruce	(*)	50	90	80	44	2,53	90	6,9
					100	39	2,52	90	6,3
					110	37	2,51	90	6,0

(\*) Se deberá utilizar poste de mayor longitud

**Figura 74.** Prestaciones Mecánicas, ESTRUCTURA E1, EDS = 15 %

Fuente: Elaboración Propia

### POSTE DE MADERA 8/C7

Configur. del Conductor	Vano Maximo por Distancia Minima de Seguridad				Vano Maximo para el uso de Retenidas			
	Dirección del Vano	En Carreteras y Avenidas	En Calles y Caminos	Areas No Transitables	Sin Retenida		Con una Retenida	
					Vano Maximo (m)	C.S. (≤2,5p.u.)	Vano (m)	C.S. (≤2,5p.u.)
1x16/25	A lo largo	50	70	95	20	2,99	-	-
					-	-	40	7,5
					-	-	50	6,9
	Al Cruce	(*)	50	95	-	-	60	6,4
					-	-	80	5,7
					-	-	100	5,2
1x16+16/25	A lo largo	50	65	90	20	3,03	-	-
					-	-	40	7,8
					-	-	50	7,2
	Al Cruce	(*)	50	90	-	-	60	6,7
					-	-	80	6,1
					-	-	100	5,7

(\*) Se deberá utilizar poste de mayor longitud

**Figura 75** Prestaciones Mecánicas, ESTRUCTURA E3, EDS = 15%

Fuente: Elaboración Propia

POSTE DE MADERA 8/C7

Configur. del Conductor	Vano Maximo por Distancia Minima de Seguridad				Vano y Desviacion Angular Maximo para el uso de Retenidas				
	Dirección del Vano	En Carreteras y Avenidas	En Calles y Caminos	Areas No Transitables	Vano (m)	Sin Retenida		Con una Retenida	
						Ang. Máx. (°)	C.S. (≤2,5p.u.)	Ang. (°)	C.S. (≤2,5p.u.)
1x16/25	A lo largo	45	55	80	20			90	
					30			90	
					40			90	
	Al Cruce	(*)	45	80	50			90	
					70	79	2,50	90	8,7
					80	74	2,50	90	8,2
1x16+16/25	A lo largo	40	50	65	20			90	
					30			90	
					40			90	
	Al Cruce	(*)	40	65	50			90	
					70			90	
					80			90	

(\*) Se deberá utilizar poste de mayor longitud

**Figura 76.** Prestaciones Mecánicas, ESTRUCTURA E1, EDS = 7 %

Fuente: Elaboración Propia

POSTE DE MADERA 8/C7

Configur. del Conductor	Vano Maximo por Distancia Minima de Seguridad				Sin Retenida		
	Dirección del Vano	En Carreteras y Avenidas	En Calles y Caminos	Areas No Transitables	Vano (m)	Deflex. (>4,0%)	C.S. Compres. (≤2,5p.u.)
1x16/25	A lo largo	45	55	80	-		-
					-		-
					-		-
	Al Cruce	(*)	45	80	-		-
					-		-
					-		-
1x16+16/25	A lo largo	40	50	65	20		4,30
					-		-
					-		-
	Al Cruce	(*)	40	65	-		-
					-		-
					-		-

(\*) Se deberá utilizar poste de mayor longitud

**Figura 77.** Prestaciones Mecánicas, ESTRUCTURA E3, EDS = 7 %

Fuente: Elaboración Propia

## Relación de Vanos por Distancia de Seguridad al Terreno - Redes Secundarias

### 1. Cuando los alambres y/o conductores cruzan o sobresalen a:

Carreteras y avenidas sujetas al tráfico de camiones	6,5
Caminos, calles y otras áreas sujetas al tráfico de camiones	5,5
Calzadas, zonas de parqueo y callejones	5,5
bosques, huertos, etc.	5,5
Espacios y vías peatonales o áreas no transitables por vehículo	4,0
calles y caminos en zonas rurales	5,5

### 2. Cuando los alambres y/o conductores están a lo largo de:

Carreteras y avenidas	5,5
Caminos, calles ó callejones	5,0
Espacios y vías peatonales o áreas no transitables por vehículo	4,0
Calles y caminos en zonas rurales	5,0
Caminos no carrozables en zonas rurales	4,5

*Figura 78.* Distancias de Seguridad – Redes Secundarias  
Fuente: Elaboración Propia

### POSTES DE MADERA

H total	8
H empotramiento	1,4
H útil	6,6
H aplicación	6,5

*Figura 79.* Características de Postes de Madera 8 m/C7  
Fuente: Elaboración Propia

## Relación de Vanos por Distancia de Seguridad Al Terreno - Redes Secundarias - EDS 15%

### VANOS RESULTANTES POR CONDUCTOR (EDS 15%)

#### 1. Cuando los alambres y/o conductores cruzan o sobresalen a:

	1x16/25	1x16+16/25
Carreteras y avenidas	(*)	(*)
Caminos, calles y otras áreas sujetas al tráfico de camiones	50	50
Calzadas, zonas de parqueo y callejones	50	50
bosques, huertos, etc.	50	50
Espacios y vías peatonales o áreas no transitables por vehículo	95	90
calles y caminos en zonas rurales	50	50

#### 2. Cuando los alambres y/o conductores están a lo largo de:

	1x16/25	1x16+16/25
Carreteras y avenidas	50	50
Caminos, calles ó callejones	70	65
Espacios y vías peatonales o áreas no transitables por vehículo	95	90
Calles y caminos en zonas rurales	70	65
Caminos no carrozables en zonas rurales	85	80

*Figura 80.* Vanos Resultantes por Conductor – EDS 15%  
Fuente: Elaboración Propia

**Relación de Vanos Por Distancia de Seguridad Al Terreno - Redes Secundarias - EDS - 7%, Vano Flojo**

**VANOS RESULTANTES POR CONDUCTOR (EDS 7%)**

**1. Cuando los alambres y/o conductores cruzan o sobresalen a:**

	1x16/25	1x16+16/25
Carreteras y avenidas	(*)	(*)
Caminos, calles y otras áreas sujetas al tráfico de camiones	45	40
Calzadas, zonas de parqueo y callejones	45	40
Otros terrenos recorrido por vehículos, tales como cultivos, pastos, bosques, huertos, etc.	45	40
Espacios y vías peatonales o áreas no transitables por vehículo	80	65
calles y caminos en zonas rurales	45	40

**2. Cuando los alambres y/o conductores están a lo largo de:**

	1x16/25	1x16+16/25
Carreteras y avenidas	45	40
Caminos, calles ó callejones	55	50
Espacios y vías peatonales o áreas no transitables por vehículo	80	65
Calles y caminos en zonas rurales	55	50
Caminos no carrozables en zonas rurales	70	60

*Según el Código Nacional de Electricidad*

**Figura 81.** Vanos Resultantes por Conductor – EDS 7%

Fuente: Elaboración Propia

## POSTES DE MADERA 11m/C6

Cálculo Mecánico de Estructuras - Poste de Madera 11m / C6, 1x16/25 , EDS = 15%

DATOS GENERALES				DATOS DE LOS CONDUCTORES				DATOS DEL POSTE			
Especificación	Armado "E1"			Conductor	1x16/25			Longitud del poste	hp	m	11
Tipo de estructura	Alineamiento y Angulo 0°-90°			Sección	S	mm²	25	Longitud de empotramiento	Le	m	1,7
Velocidad del viento	V	km/h	90	Diámetro	D	mm	16,5	Altura útil del poste	h	m	9,3
Presión del viento	Pv	N/m²	332	Peso unitario	Wc	N/m	1,23	Diámetro en la base	Db	mm	237
<b>DATOS DE LA RETENIDA</b>				Vano viento	Vv	m	Vv	Diámetro en la punta	Do	mm	137
Angulo de retenida	Ar	grad	30	Vano peso	Vp	m	1.1 Vv	Diámetro de empotramiento	Dm	mm	222
Carga de rotura de retenida	Crr	N	30926	Altura aplicación de fuerzas	Ha	m	9,1	Factor de seguridad mínimo	Fs		2,5
Altura aplic. de Retenida		m	9					Carga de rotura	Cr	N	6.670
								Peso del poste	Pp	N	4.120
								Momento inercia empot.		(cm4)	7.313
								Modulo de elasticidad		kN/cm2	900

Figura 82. Datos Previos para cálculo mecánico de estructuras. 11m/c6, 1x16/25, EDS 15%

Fuente: Elaboración Propia

V (km/h) 90	ANGULO TOPOGRAFICO				ESTRUCTURAS															
					RETENIDA						COMPRESION DEL POSTE									
	Vano Viento (m)	Tiro Máximo (N)	MVP (N-m)	MVC (N-m)	MTC (N-m)	MRN (N-m)	Esfuerzo Total Empot. (N)	Fuerza Equiv. Punta (N)	Deflexión d % <= 4%	Coef. Segur. > 2,5	Req. Reten.	Tiro Horiz. (N)	Tiro Vert. (N)	Tiro Cable (N)	C.S. >2,5	Cargas Verticales				
Conduc. (N)																Técnico (N)	Reten. (N)	Poste (N)	TOTAL (N)	
<b>Angulo: 0</b>																				
20	1499	2.372	997	0	3370	3,19	370	0,53	18,01	NO						25	981	0,00	4120	5125
30	1637	2.372	1496	0	3868	3,67	425	0,61	15,69	NO						37	981	0,00	4120	5137
40	1844	2.372	1995	0	4367	4,14	480	0,69	13,90	NO						49	981	0,00	4120	5150
50	2033	2.372	2493	0	4866	4,61	535	0,76	12,47	NO						61	981	0,00	4120	5162
60	2206	2.372	2992	0	5364	5,08	589	0,84	11,32	NO						74	981	0,00	4120	5174
70	2365	2.372	3491	0	5863	5,56	644	0,92	10,35	NO						86	981	0,00	4120	5187
80	2511	2.372	3989	0	6361	6,03	699	1,00	9,54	NO						98	981	0,00	4120	5199
90	2646	2.372	4488	0	6860	6,50	754	1,08	8,85	NO						110	981	0,00	4120	5211
100	2771	2.372	4986	0	7359	6,97	809	1,15	8,25	NO						123	981	0,00	4120	5223
110	2887	2.372	5485	0	7857	7,45	863	1,23	7,72	NO						135	981	0,00	4120	5236
<b>Angulo: 10</b>																				
20	1499	2.372	994	2377	5743	5,44	631	0,90	10,57	NO						25	981	0,00	4120	5125
30	1637	2.372	1490	2596	6459	6,12	710	1,01	9,40	NO						37	981	0,00	4120	5137
40	1844	2.372	1987	2925	7284	6,90	800	1,14	8,33	NO						49	981	0,00	4120	5150
50	2033	2.372	2484	3225	8081	7,66	888	1,27	7,51	NO						61	981	0,00	4120	5162
60	2206	2.372	2981	3500	8853	8,39	973	1,39	6,86	NO						74	981	0,00	4120	5174
70	2365	2.372	3477	3752	9601	9,10	1055	1,51	6,32	NO						86	981	0,00	4120	5187
80	2511	2.372	3974	3984	10330	9,79	1135	1,62	5,88	NO						98	981	0,00	4120	5199
90	2646	2.372	4471	4198	11041	10,46	1213	1,73	5,50	NO						110	981	0,00	4120	5211
100	2771	2.372	4968	4396	11735	11,12	1290	1,84	5,17	NO						123	981	0,00	4120	5223
110	2887	2.372	5464	4579	12416	11,76	1364	1,95	4,89	NO						135	981	0,00	4120	5236

Figura 83. Cálculo mecánico de Poste de Madera 11 m / C6, 1x16/25, EDS = 15%

Fuente: Elaboración Propia



V (km/h) 90	ANGULO TOPOGRAFICO				ESTRUCTURAS																										
					MRN (N-m)	Esfuerzo Total Empot. (N)	Fuerza Equiv. Punta (N)	Deflexión d % ≤ 4%	Flexión del poste			RETENIDA				COMPRESION DEL POSTE															
	Coef. Segur. > 2,5	Req. Reten.	Tiro Horiz. (N)	Tiro Vert. (N)					Tiro Cable (N)	C.S. >2,5	Cargas Verticales																				
Vano Viento (m)	Tiro Máximo (N)	MVP (N-m)	MVC (N-m)	MTC (N-m)																											
Conduc. (N)																Técnico (N)	Reten. (N)	Poste (N)	TOTAL (N)												
<b>Angulo: 20</b>																															
20	1499	2.372	982	4736	8091	7,67	889	1,27	7,50	NO						25	981	0,00	4120	5125											
30	1637	2.372	1473	5172	9018	8,55	991	1,41	6,73	NO						37	981	0,00	4120	5137											
40	1844	2.372	1964	5828	10164	9,63	1117	1,59	5,97	NO						49	981	0,00	4120	5150											
50	2033	2.372	2455	6426	11254	10,66	1237	1,77	5,39	NO						61	981	0,00	4120	5162											
60	2206	2.372	2946	6973	12292	11,65	1351	1,93	4,94	NO						74	981	0,00	4120	5174											
70	2365	2.372	3438	7475	13285	12,59	1460	2,08	4,57	NO						86	981	0,00	4120	5187											
80	2511	2.372	3929	7937	14238	13,49	1565	2,23	4,26	NO						98	981	0,00	4120	5199											
90	2646	2.372	4420	8364	15156	14,36	1665	2,38	4,00	NO						110	981	0,00	4120	5211											
100	2771	2.372	4911	8758	16041	15,20	1763	2,52	3,78	NO						123	981	0,00	4120	5223											
110	2887	2.372	5402	9123	16897	16,01	1857	2,65	3,59	NO						135	981	0,00	4120	5236											
<b>Angulo: 30</b>																															
20	1499	2.372	963	7059	10395	9,85	1142	1,63	5,84	NO						25	981	0,00	4120	5125											
30	1637	2.372	1445	7709	11526	10,92	1267	1,81	5,27	NO						37	981	0,00	4120	5137											
40	1844	2.372	1927	8686	12985	12,30	1427	2,04	4,67	NO						49	981	0,00	4120	5150											
50	2033	2.372	2408	9578	14359	13,61	1578	2,25	4,23	NO						61	981	0,00	4120	5162											
60	2206	2.372	2890	10394	15656	14,84	1720	2,46	3,88	NO						74	981	0,00	4120	5174											
70	2365	2.372	3372	11142	16886	16,00	1856	2,65	3,59	NO						86	981	0,00	4120	5187											
80	2511	2.372	3853	11830	18056	17,11	1984	2,83	3,36	NO						98	981	0,00	4120	5199											
90	2646	2.372	4335	12466	19173	18,17	2107	3,01	3,17	NO						110	981	0,00	4120	5211											
100	2771	2.372	4817	13054	20242	19,18	2224	3,18	3,00	NO						123	981	0,00	4120	5223											
110	2887	2.372	5298	13598	21269	20,15	2337	3,34	2,85	NO						135	981	0,00	4120	5236											
<b>Angulo: 40</b>																															
20	1499	2.372	937	9328	12638	11,98	1389	1,98	4,80	NO						25	981	0,00	4120	5125											
30	1637	2.372	1406	10187	13965	13,23	1535	2,19	4,35	NO						37	981	0,00	4120	5137											
40	1844	2.372	1874	11479	15725	14,90	1728	2,47	3,86	NO						49	981	0,00	4120	5150											
50	2033	2.372	2343	12657	17372	16,46	1909	2,73	3,49	NO						61	981	0,00	4120	5162											
60	2206	2.372	2811	13735	18918	17,93	2079	2,97	3,21	NO						74	981	0,00	4120	5174											
70	2365	2.372	3280	14723	20376	19,31	2239	3,20	2,98	NO						86	981	0,00	4120	5187											
80	2511	2.372	3749	15633	21754	20,61	2391	3,41	2,79	NO						98	981	0,00	4120	5199											
90	2646	2.372	4217	16473	23063	21,85	2534	3,62	2,63	NO						110	981	0,00	4120	5211											
100	2771	2.372	4686	17250	24308	23,03	2671	3,81	2,50	SI	2701	4678	5402	5,7	123	981	4678,0	4120	9901												
110	2887	2.372	5154	17970	25496	24,16	2802	4,00	2,38	SI	2833	4907	5666	5,5	135	981	4906,7	4120	10142												
<b>Angulo: 60</b>																															
20	1499	2.372	864	13637	16873	15,99	1854	2,65	3,60	NO						25	981	0,00	4120	5125											
30	1637	2.372	1296	14893	18561	17,59	2040	2,91	3,27	NO						37	981	0,00	4120	5137											
40	1844	2.372	1727	16781	20880	19,79	2295	3,28	2,91	NO						49	981	0,00	4120	5150											
50	2033	2.372	2159	18503	23035	21,83	2531	3,61	2,63	NO						61	981	0,00	4120	5162											
60	2206	2.372	2591	20079	25042	23,73	2752	3,93	2,42	SI	2782	4819	5565	5,6	74	981	4819,3	4120	9994												
70	2365	2.372	3023	21524	26919	25,51	2958	4,22	2,25	SI	2991	5181	5982	5,2	86	981	5180,6	4120	10367												
80	2511	2.372	3455	22854	28681	27,18	3152	4,50	2,12	SI	3187	5520	6374	4,9	98	981	5519,7	4120	10719												
90	2646	2.372	3887	24082	30341	28,75	3334	4,76	2,00	SI	3371	5839	6742	4,6	110	981	5839,1	4120	11050												
100	2771	2.372	4318	25218	31908	30,24	3506	5,01	1,90	SI	3545	6141	7091	4,4	123	981	6140,7	4120	11364												
110	2887	2.372	4750	26270	33392	31,64	3669	5,24	1,82	SI	3710	6426	7420	4,2	135	981	6426,3	4120	11662												

**Figura 84.** Cálculo mecánico de Poste de Madera 11 m / C6, 1x16/25, EDS = 15%, continuación 1  
Fuente: Elaboración Propia

V (km/h) 90	ANGULO TOPOGRAFICO				ESTRUCTURAS														
					MRN (N-m)	Esfuerzo Total Empot. (N)	Fuerza Equiv. Punta (N)	Flexión del poste			RETENIDA				COMPRESION DEL POSTE				
	Vano Viento (m)	Tiro Máximo (N)	MVP (N-m)	MVC (N-m)				MTC (N-m)	Deflexión d % <= 4%	Coef. Segur. > 2,5	Req. Reten.	Tiro Horiz. (N)	Tiro Vert. (N)	Tiro Cable (N)	C.S. >2,5	Cargas Verticales			
					Conduc. (N)	Técnico (N)	Reten. (N)	Poste (N)	TOTAL (N)										
<b>Angulo: 90</b>																			
20	1499	2.372	705	19286	22363	21,19	2457	3,51	2,71	NO					25	981	0.00	4120	5125
30	1637	2.372	1058	21062	24492	23,21	2691	3,84	2,48	SI	2721	4713	5443	5,7	37	981	4713,4	4120	9851
40	1844	2.372	1410	23732	27514	26,07	3024	4,32	2,21	SI	3057	5295	6114	5,1	49	981	5295,1	4120	10445
50	2033	2.372	1763	26168	30303	28,71	3330	4,75	2,00	SI	3367	5832	6734	4,6	61	981	5831,8	4120	10994
60	2206	2.372	2116	28396	32883	31,16	3614	5,16	1,85	SI	3654	6328	7307	4,2	74	981	6328,4	4120	11503
70	2365	2.372	2468	30440	35280	33,43	3877	5,53	1,72	SI	3920	6790	7840	3,9	86	981	6789,7	4120	11976
80	2511	2.372	2821	32321	37514	35,55	4122	5,89	1,62	SI	4168	7220	8336	3,7	98	981	7219,6	4120	12418
90	2646	2.372	3173	34057	39603	37,53	4352	6,21	1,53	SI	4400	7622	8801	3,5	110	981	7621,6	4120	12833
100	2771	2.372	3526	35663	41561	39,38	4567	6,52	1,46	SI	4618	7998	9236	3,3	123	981	7998,5	4120	13222
110	2887	2.372	3879	37151	43402	41,13	4769	6,81	1,40	SI	4822	8353	9645	3,2	135	981	8352,7	4120	13588

**Figura 85.** Cálculo mecánico de Poste de Madera 11 m / C6, 1x16/25, EDS = 15%, continuación 2  
Fuente: Elaboración Propia

**Cálculo Mecánico de Estructuras - Poste de Madera 11m / C6, 1x16+16/25 , EDS = 15%**

DATOS GENERALES				DATOS DE LOS CONDUCTORES				DATOS DEL POSTE			
Especificación	Armado "E1"			Conductor	1x16+16/25			Longitud del poste	hp	m	11
Tipo de estructura	Alineamiento y Angulo 0°-90°			Sección	S	mm²	25	Longitud de empotramiento	Le	m	1,7
Velocidad del viento	V	km/h	90	Diámetro	D	mm	16,5	Altura útil del poste	h	m	9,3
Presión del viento	Pv	N/m²	332	Peso unitario	Wc	N/m	1,83	Diámetro en la base	Db	mm	237
				Vano viento	Vv	m	Vv	Diámetro en la punta	Do	mm	137
				Vano peso	Vp	m	1.1 Vv	Diámetro de empotramiento	Dm	mm	222
<b>DATOS DE LA RETENIDA</b>				Altura aplicación de fuerzas	Ha	m	9,2	Factor de seguridad mínimo	Fs		2,5
Angulo de retenida	Ar	grad	30					Carga de rotura	Cr	N	6.670
Carga de rotura de retenida	Crr	N	30926					Peso del poste	Pp	N	4.120
Altura aplic. de Retenida		m	9					Momento inercia empot.		(cm4)	7.313
								Modulo de elasticidad		kN/cm2	900

**Figura 86.** Datos Previos para para cálculo mecánico de estructuras. 11m/c6, 1x16+16/25, EDS 15%  
Fuente: Elaboración Propia



V (km/h) 90	ANGULO TOPOGRAFICO				ESTRUCTURAS														
					MRN (N-m)	Esfuerzo Total Empot. (N)	Fuerza Equiv. Punta (N)	Deflexión d % <= 4%	Flexión del poste			RETENIDA				COMPRESION DEL POSTE			
	Coef. Segur. > 2.5	Req. Reten.	Tiro Horiz. (N)	Tiro Vert. (N)					Tiro Cable (N)	C.S. >2.5	Cargas Verticales								
Vano Viento (m)	Tiro Máximo (N)	MVP (N-m)	MVC (N-m)	MTC (N-m)															
Conduc. (N)																Técnico (N)	Reten. (N)	Poste (N)	TOTAL (N)
<b>Angulo: 40</b>																			
20	1477	2.372	947	9298	12617	11,96	1387	1,98	4,81	NO					37	981	0,00	4120	5137
30	1606	2.372	1421	10107	13901	13,17	1528	2,18	4,37	NO					55	981	0,00	4120	5156
40	1789	2.372	1895	11257	15525	14,71	1706	2,44	3,91	NO					73	981	0,00	4120	5174
50	1948	2.372	2369	12261	17002	16,11	1868	2,67	3,57	NO					92	981	0,00	4120	5192
60	2087	2.372	2842	13137	18352	17,39	2017	2,88	3,31	NO					110	981	0,00	4120	5211
70	2209	2.372	3316	13903	19592	18,56	2153	3,07	3,10	NO					128	981	0,00	4120	5229
80	2316	2.372	3790	14575	20737	19,65	2279	3,25	2,93	NO					147	981	0,00	4120	5247
90	2410	2.372	4264	15166	21802	20,66	2396	3,42	2,78	NO					165	981	0,00	4120	5266
100	2493	2.372	4737	15687	22796	21,60	2505	3,58	2,66	NO					183	981	0,00	4120	5284
110	2566	2.372	5211	16146	23729	22,49	2608	3,72	2,56	NO					202	981	0,00	4120	5303
<b>Angulo: 60</b>																			
20	1477	2.372	873	13592	16838	15,95	1850	2,64	3,60	NO					37	981	0,00	4120	5137
30	1606	2.372	1310	14776	18458	17,49	2028	2,90	3,29	NO					55	981	0,00	4120	5156
40	1789	2.372	1746	16457	20576	19,50	2261	3,23	2,95	NO					73	981	0,00	4120	5174
50	1948	2.372	2183	17924	22479	21,30	2470	3,53	2,70	NO					92	981	0,00	4120	5192
60	2087	2.372	2620	19205	24197	22,93	2659	3,80	2,51	NO					110	981	0,00	4120	5211
70	2209	2.372	3056	20325	25754	24,40	2830	4,04	2,36	SI	2862	4956	5723	5,4	128	981	4956,3	4120	10185
80	2316	2.372	3493	21308	27173	25,75	2986	4,26	2,23	SI	3019	5229	6038	5,1	147	981	5229,4	4120	10477
90	2410	2.372	3929	22171	28473	26,98	3129	4,47	2,13	SI	3164	5480	6327	4,9	165	981	5479,6	4120	10745
100	2493	2.372	4366	22932	29670	28,12	3260	4,65	2,05	SI	3297	5710	6593	4,7	183	981	5710,1	4120	10994
110	2566	2.372	4802	23604	30779	29,17	3382	4,83	1,97	SI	3420	5923	6840	4,5	202	981	5923,4	4120	11226
<b>Angulo: 90</b>																			
20	1477	2.372	713	19222	22307	21,14	2451	3,50	2,72	NO					37	981	0,00	4120	5137
30	1606	2.372	1069	20896	24338	23,06	2674	3,82	2,49	SI	2704	4684	5408	5,7	55	981	4683,8	4120	9840
40	1789	2.372	1426	23274	27072	25,65	2975	4,25	2,24	SI	3008	5210	6016	5,1	73	981	5210,0	4120	10384
50	1948	2.372	1782	25349	29503	27,96	3242	4,63	2,06	SI	3278	5678	6556	4,7	92	981	5677,9	4120	10870
60	2087	2.372	2139	27160	31671	30,01	3480	4,97	1,92	SI	3519	6095	7038	4,4	110	981	6095,1	4120	11306
70	2209	2.372	2495	28744	33612	31,85	3694	5,27	1,81	SI	3735	6469	7469	4,1	128	981	6468,6	4120	11698
80	2316	2.372	2852	30134	35358	33,50	3885	5,55	1,72	SI	3929	6805	7857	3,9	147	981	6804,6	4120	12052
90	2410	2.372	3208	31355	36936	35,00	4059	5,79	1,64	SI	4104	7108	8208	3,8	165	981	7108,3	4120	12374
100	2493	2.372	3565	32431	38368	36,36	4216	6,02	1,58	SI	4263	7384	8526	3,6	183	981	7384,0	4120	12668
110	2566	2.372	3921	33381	39675	37,60	4360	6,22	1,53	SI	4408	7635	8817	3,5	202	981	7635,4	4120	12938

Figura 88. Calculo mecánico de Poste de Madera 11 m / C6, 1x16+16/25, EDS = 15%, continuación

Fuente: Elaboración Propia

### Cálculo Mecánico de Estructuras - Poste de Madera 11m / C6, E3 , EDS = 15%

DATOS GENERALES				DATOS DEL CONDUCTOR				DATOS DEL POSTE				11m / C6			
Especificación	Armado E3			Conductor	Sección	Diámetro	Peso	Longitud del poste	hp	m	11				
Tipo de estructura	Fin de línea				mm <sup>2</sup>	mm	N/m	Longitud de empotramiento	Le	m	1,7				
Velocidad del viento	V	km/h	90	1x16/25	25	16,50	1,23	Altura útil del poste	h	m	9,3				
Presión del viento	Pv	N/m <sup>2</sup>	332	1x16+16/25	25	16,50	1,83	Diámetro en la base	Db	mm	237				
Vano viento	Vv	m	Vv					Diámetro en la punta	Do	mm	137				
Vano peso	Vp	m	1.1 Vv					Diámetro de empotramiento	Dm	mm	222				
Angulo desvío	Ang	grad	0					Factor de seguridad mínimo	Fs		2,5				
<b>DATOS DE LA RETENIDA</b>								Carga de rotura	Cr	N	6670				
Angulo de retenida	Ar	grad	30					Carga de trabajo	Ct	N	2668				
Carga de rotura de retenida	Crr	N	30926					Peso del poste	Pp	N	4.120				
Altura aplic. de Retenida		m	9					Altura aplic. de fuerzas	Ha	m	9,1				

**Figura 89.** Datos Previos para cálculo mecánico de estructuras. 11m/c6, E3, EDS 15%

Fuente: Elaboración Propia

V (km/h)	ANGULO TOPOGRAFICO FIN DE LINEA				ESTRUCTURAS														
					MRN (N-m)	Esfuerzo Total Empot. (N)	Fuerza Equiv. Punta (N)	Flexión del poste			RETENIDA				COMPRESION DEL POSTE				
	Vano Viento (m)	Tiro Máximo (N)	MVP (N-m)	MVC (N-m)				MTC (N-m)	Deflexión d % <= 4%	Coef. Segur. > 2,5	Req. Reten.	Tiro Horiz. (N)	Tiro Vert. (N)	Tiro Cable (N)	C.S. > 2.5	Conduc. (N)	Técnico (N)	Reten. (N)	Poste (N)
90																			
<b>Conductor:</b>	<b>1x16/25</b>																		
20	1499	2.372		13637	16009	15,17	1759	7,22	3,79	SI	1779	3081	3558	8,69	25	981	3081	4120	8206
30	1637	2.372		14893	17265	16,36	1897	7,79	3,52	SI	1918	3323	3837	8,06	37	981	3323	4120	8460
40	1844	2.372		16781	19153	18,15	2105	8,64	3,17	SI	2128	3686	4256	7,27	49	981	3686	4120	8836
50	2033	2.372		18503	20876	19,78	2294	9,41	2,91	SI	2320	4018	4639	6,67	61	981	4018	4120	9180
60	2206	2.372		20079	22451	21,27	2467	10,12	2,70	SI	2495	4321	4989	6,20	74	981	4321	4120	9495
70	2365	2.372		21524	23896	22,64	2626	10,78	2,54	SI	2655	4599	5310	5,82	86	981	4599	4120	9785
80	2511	2.372		22854	25227	23,90	2772	11,38	2,41	SI	2803	4855	5606	5,52	98	981	4855	4120	10054
90	2646	2.372		24082	26454	25,07	2907	11,93	2,29	SI	2939	5091	5879	5,26	110	981	5091	4120	10302
100	2771	2.372		25218	27590	26,14	3032	12,44	2,20	SI	3066	5310	6131	5,04	123	981	5310	4120	10533
<b>Conductor:</b>	<b>1x16+16/25</b>																		
20	1477	2.372		13444	15817	14,99	1738	7,13	3,84	SI	1757	3044	3515	8,80	37	981	3044	4120	8181
30	1606	2.372		14615	16988	16,10	1867	7,66	3,57	SI	1888	3269	3775	8,19	55	981	3269	4120	8425
40	1789	2.372		16278	18651	17,67	2050	8,41	3,25	SI	2072	3589	4145	7,46	73	981	3589	4120	8763
50	1948	2.372		17729	20102	19,05	2209	9,07	3,02	SI	2234	3869	4467	6,92	92	981	3869	4120	9061
60	2087	2.372		18996	21368	20,25	2348	9,64	2,84	SI	2374	4112	4749	6,51	110	981	4112	4120	9323
70	2209	2.372		20104	22477	21,30	2470	10,14	2,70	SI	2497	4326	4995	6,19	128	981	4326	4120	9555
80	2316	2.372		21076	23448	22,22	2577	10,57	2,59	SI	2605	4513	5211	5,93	147	981	4513	4120	9760
90	2410	2.372		21930	24303	23,03	2671	10,96	2,50	SI	2700	4677	5401	5,73	165	981	4677	4120	9943
100	2493	2.372		22683	25055	23,74	2753	11,30	2,42	SI	2784	4822	5568	5,55	183	981	4822	4120	10106

**Figura 90.** Cálculo mecánico de Poste de Madera 11 m / C6, E3, EDS = 15%

Fuente: Elaboración Propia

**Cálculo Mecánico de Estructuras - Poste de Madera 11 m / C6, 1x16/25 , EDS = 7%**

DATOS GENERALES				DATOS DE LOS CONDUCTORES				DATOS DEL POSTE			
Especificación	<b>Armado "E1"</b>			Conductor	<b>1x16/25</b>			Longitud del poste	hp	m	11
Tipo de estructura	<b>Alineamiento y Angulo 0°-90°</b>			Sección	S	mm <sup>2</sup>	25	Longitud de empotramiento	Le	m	1,7
Velocidad del viento	V	km/h	90	Diámetro	D	mm	16,5	Altura útil del poste	h	m	9,3
Presión del viento	Pv	N/m <sup>2</sup>	332	Peso unitario	Wc	N/m	1,23	Diámetro en la base	Db	mm	237
<b>DATOS DE LA RETENIDA</b>				Vano viento	Vv	m	Vv	Diámetro en la punta	Do	mm	137
Angulo de retenida	Ar	grad	30	Vano peso	Vp	m	1.1 Vv	Diámetro de empotramiento	Dm	mm	222
Carga de rotura de retenida	Crr	N	30926	Altura aplicación de fuerzas	Ha	m	9,2	Factor de seguridad mínimo	Fs		2,5
Altura aplic. de Retenida		m	9					Carga de rotura	Cr	N	6.670
								Peso del poste	Pp	N	4.120
								Momento inercia empot.		(cm <sup>4</sup> )	7.313
								Modulo de elasticidad		kN/cm <sup>2</sup>	900

**Figura 91.** Datos Previos para cálculo mecánico de estructuras. 11m/c6, 1x16/25, EDS 7%

Fuente: Elaboración Propia

V (km/h) 90	ANGULO TOPOGRAFICO				ESTRUCTURAS INTERMEDIAS															
					RETENIDA						COMPRESION DEL POSTE									
	Tiro Máximo (N)	MVP (N-m)	MVC (N-m)	MTC (N-m)	MRN (N-m)	Esfuerzo Total Empot. (N)	Fuerza Equiv. Punta (N)	Deflexión d % <= 4%	Coef. Segur. > 2,5	Req. Reten.	Tiro Horiz. (N)	Tiro Vert. (N)	Tiro Cable (N)	C.S. > 2,5	Conduc. (N)	Técnico (N)	Reten. (N)	Poste (N)	TOTAL (N)	
<b>Angulo:</b>																				
20	1.051	2.372	1008		3381	3,20	371	0,53	17,95	NO					25	981	0,00	4120	5125	
30	1.259	2.372	1512		3885	3,68	427	0,61	15,62	NO					37	981	0,00	4120	5137	
40	1.423	2.372	2017		4389	4,16	482	0,69	13,83	NO					49	981	0,00	4120	5150	
50	1.553	2.372	2521		4893	4,64	538	0,77	12,41	NO					61	981	0,00	4120	5162	
60	1.658	2.372	3025		5397	5,11	593	0,85	11,25	NO					74	981	0,00	4120	5174	
70	1.743	2.372	3529		5901	5,59	648	0,93	10,29	NO					86	981	0,00	4120	5187	
80	1.812	2.372	4033		6405	6,07	704	1,00	9,48	NO					98	981	0,00	4120	5199	
90	1.869	2.372	4537		6909	6,55	759	1,08	8,78	NO					110	981	0,00	4120	5211	
100	1.916	2.372	5041		7414	7,02	815	1,16	8,19	NO					123	981	0,00	4120	5223	
110	1.955	2.372	5545		7918	7,50	870	1,24	7,67	NO					135	981	0,00	4120	5236	
<b>Angulo:</b>	<b>10</b>																			
20	1.051	2.372	1004	1685	5061	4,80	556	0,79	11,99	NO					25	981	0,00	4120	5125	
30	1.259	2.372	1507	2020	5899	5,59	648	0,93	10,29	NO					37	981	0,00	4120	5137	
40	1.423	2.372	2009	2282	6663	6,31	732	1,05	9,11	NO					49	981	0,00	4120	5150	
50	1.553	2.372	2511	2491	7374	6,99	810	1,16	8,23	NO					61	981	0,00	4120	5162	
60	1.658	2.372	3013	2659	8045	7,62	884	1,26	7,55	NO					74	981	0,00	4120	5174	
70	1.743	2.372	3515	2795	8683	8,23	954	1,36	6,99	NO					86	981	0,00	4120	5187	
80	1.812	2.372	4018	2906	9296	8,81	1022	1,46	6,53	NO					98	981	0,00	4120	5199	
90	1.869	2.372	4520	2997	9889	9,37	1087	1,55	6,14	NO					110	981	0,00	4120	5211	
100	1.916	2.372	5022	3072	10467	9,92	1150	1,64	5,80	NO					123	981	0,00	4120	5223	
110	1.955	2.372	5524	3135	11032	10,45	1212	1,73	5,50	NO					135	981	0,00	4120	5236	

**Figura 92.** Cálculo mecánico de Poste de Madera 11 m / C6, 1x16/25, EDS = 7%

Fuente: Elaboración Propia

V (km/h) 90	ANGULO TOPOGRAFICO				ESTRUCTURAS INTERMEDIAS															
					MRN (N-m)	Esfuerzo Total Empot. (N)	Fuerza Equiv. Punta (N)	Flexión del poste			RETENIDA				COMPRESION DEL POSTE					
	Vano Viento (m)	Tiro Máximo (N)	MVP (N-m)	MVC (N-m)				MTC (N-m)	Deflexión d % ≤ 4%	Coef. Segur. > 2,5	Req. Reten.	Tiro Horiz. (N)	Tiro Vert. (N)	Tiro Cable (N)	C.S. > 2.5	Cargas Verticales				
															Conduc. (N)	Técnico (N)	Reten. (N)	Poste (N)	TOTAL (N)	
<b>Angulo: 20</b>																				
20	1.051	2.372	993	3357	6722	6,37	739	1,05	9,03	NO						25	981	0,00	4120	5125
30	1.259	2.372	1489	4024	7886	7,47	867	1,24	7,70	NO						37	981	0,00	4120	5137
40	1.423	2.372	1986	4547	8905	8,44	979	1,40	6,82	NO						49	981	0,00	4120	5150
50	1.553	2.372	2482	4963	9818	9,30	1079	1,54	6,18	NO						61	981	0,00	4120	5162
60	1.658	2.372	2979	5298	10649	10,09	1170	1,67	5,70	NO						74	981	0,00	4120	5174
70	1.743	2.372	3475	5569	11416	10,82	1255	1,79	5,32	NO						86	981	0,00	4120	5187
80	1.812	2.372	3972	5790	12134	11,50	1333	1,90	5,00	NO						98	981	0,00	4120	5199
90	1.869	2.372	4468	5971	12812	12,14	1408	2,01	4,74	NO						110	981	0,00	4120	5211
100	1.916	2.372	4965	6121	13458	12,75	1479	2,11	4,51	NO						123	981	0,00	4120	5223
110	1.955	2.372	5461	6246	14080	13,34	1547	2,21	4,31	NO						135	981	0,00	4120	5236
<b>Angulo: 30</b>																				
20	1.051	2.372	974	5003	8349	7,91	918	1,31	7,27	NO						25	981	0,00	4120	5125
30	1.259	2.372	1461	5998	9831	9,32	1080	1,54	6,17	NO						37	981	0,00	4120	5137
40	1.423	2.372	1948	6777	11097	10,52	1219	1,74	5,47	NO						49	981	0,00	4120	5150
50	1.553	2.372	2435	7398	12205	11,56	1341	1,91	4,97	NO						61	981	0,00	4120	5162
60	1.658	2.372	2922	7896	13190	12,50	1449	2,07	4,60	NO						74	981	0,00	4120	5174
70	1.743	2.372	3409	8300	14081	13,34	1547	2,21	4,31	NO						86	981	0,00	4120	5187
80	1.812	2.372	3896	8629	14897	14,12	1637	2,34	4,07	NO						98	981	0,00	4120	5199
90	1.869	2.372	4383	8900	15655	14,83	1720	2,46	3,88	NO						110	981	0,00	4120	5211
100	1.916	2.372	4870	9124	16365	15,51	1798	2,57	3,71	NO						123	981	0,00	4120	5223
110	1.955	2.372	5356	9310	17039	16,15	1872	2,67	3,56	NO						135	981	0,00	4120	5236
<b>Angulo: 40</b>																				
20	1.051	2.372	947	6612	9931	9,41	1091	1,56	6,11	NO						25	981	0,00	4120	5125
30	1.259	2.372	1421	7926	11719	11,10	1288	1,84	5,18	NO						37	981	0,00	4120	5137
40	1.423	2.372	1895	8956	13223	12,53	1453	2,07	4,59	NO						49	981	0,00	4120	5150
50	1.553	2.372	2369	9776	14517	13,76	1595	2,28	4,18	NO						61	981	0,00	4120	5162
60	1.658	2.372	2842	10434	15649	14,83	1720	2,46	3,88	NO						74	981	0,00	4120	5174
70	1.743	2.372	3316	10968	16656	15,78	1830	2,61	3,64	NO						86	981	0,00	4120	5187
80	1.812	2.372	3790	11403	17565	16,64	1930	2,76	3,46	NO						98	981	0,00	4120	5199
90	1.869	2.372	4264	11761	18397	17,43	2022	2,89	3,30	NO						110	981	0,00	4120	5211
100	1.916	2.372	4737	12057	19166	18,16	2106	3,01	3,17	NO						123	981	0,00	4120	5223
110	1.955	2.372	5211	12303	19886	18,84	2185	3,12	3,05	NO						135	981	0,00	4120	5236
<b>Angulo: 60</b>																				
20	1.051	2.372	873	9665	12911	12,23	1419	2,03	4,70	NO						25	981	0,00	4120	5125
30	1.259	2.372	1310	11587	15269	14,47	1678	2,40	3,98	NO						37	981	0,00	4120	5137
40	1.423	2.372	1746	13093	17211	16,31	1891	2,70	3,53	NO						49	981	0,00	4120	5150
50	1.553	2.372	2183	14291	18846	17,86	2071	2,96	3,22	NO						61	981	0,00	4120	5162
60	1.658	2.372	2620	15254	20246	19,18	2225	3,18	3,00	NO						74	981	0,00	4120	5174
70	1.743	2.372	3056	16034	21463	20,34	2359	3,37	2,83	NO						86	981	0,00	4120	5187
80	1.812	2.372	3493	16671	22536	21,35	2476	3,54	2,69	NO						98	981	0,00	4120	5199
90	1.869	2.372	3929	17193	23495	22,26	2582	3,69	2,58	NO						110	981	0,00	4120	5211
100	1.916	2.372	4366	17626	24364	23,09	2677	3,82	2,49	SI	2.707	4.689	5.414	5,7		123	981	4688,8	4120	9912
110	1.955	2.372	4802	17986	25160	23,84	2765	3,95	2,41	SI	2.796	4.842	5.591	5,5		135	981	4842,1	4120	10078

Figura 93. Cálculo mecánico de Poste de Madera 11 m / C6, 1x16/25, EDS = 7%, continuación 1  
Fuente: Elaboración Propia

V (km/h) 90	ANGULO TOPOGRAFICO				ESTRUCTURAS INTERMEDIAS														
					MRN (N-m)	Esfuerzo Total Empot. (N)	Fuerza Equiv. Punta (N)	Deflexión d % <= 4%	Flexión del poste			RETENIDA				COMPRESION DEL POSTE			
	Coef. Segur. > 2.5	Req. Reten.	Tiro Horiz. (N)	Tiro Vert. (N)					Tiro Cable (N)	C.S. > 2.5	Cargas Verticales								
Vano Viento (m)	Tiro Máximo (N)	MVP (N-m)	MVC (N-m)	MTC (N-m)						Conduc. (N)	Técnico (N)	Reten. (N)	Poste (N)	TOTAL (N)					
<b>Angulo: 90</b>																			
20	1.051	2.372	713	13669	16754	15,88	1841	2,63	3,62	NO					25	981	0.00	4120	5125
30	1.259	2.372	1069	16386	19828	18,79	2179	3,11	3,06	NO				37	981	0.00	4120	5137	
40	1.423	2.372	1426	18516	22314	21,14	2452	3,50	2,72	NO				49	981	0.00	4120	5150	
50	1.553	2.372	1782	20211	24365	23,09	2678	3,82	2,49	SI	2.707	4.689	5.415	5,7	61	981	4689,1	4120	9851
60	1.658	2.372	2139	21573	26084	24,72	2866	4,09	2,33	SI	2.898	5.020	5.796	5,3	74	981	5019,8	4120	10194
70	1.743	2.372	2495	22676	27543	26,10	3027	4,32	2,20	SI	3.060	5.301	6.121	5,1	86	981	5300,7	4120	10487
80	1.812	2.372	2852	23576	28800	27,29	3165	4,52	2,11	SI	3.200	5.543	6.400	4,8	98	981	5542,6	4120	10741
90	1.869	2.372	3208	24315	29896	28,33	3285	4,69	2,03	SI	3.322	5.753	6.643	4,7	110	981	5753,4	4120	10964
100	1.916	2.372	3565	24926	30863	29,25	3392	4,84	1,97	SI	3.429	5.940	6.859	4,5	123	981	5939,7	4120	11163
110	1.955	2.372	3921	25435	31729	30,07	3487	4,98	1,91	SI	3.525	6.106	7.051	4,4	135	981	6106,2	4120	11342

Figura 94. Cálculo mecánico de Poste de Madera 11 m / C6, 1x16/25, EDS = 7%, continuación 2

Fuente: Elaboración Propia

### Cálculo Mecánico de Estructuras - Poste de Madera 11m / C6, 1x16+16/25 , EDS = 7%

DATOS GENERALES				DATOS DE LOS CONDUCTORES				DATOS DEL POSTE			
Especificación	Armado "E1"			Conductor	1x16+16/25			Longitud del poste	hp	m	11
Tipo de estructura	Alineamiento y Angulo 0°-90°			Sección	S	mm²	25	Longitud de empotramiento	Le	m	1,7
Velocidad del viento	V	km/h	90	Diámetro	D	mm	16,5	Altura útil del poste	h	m	9,3
Presión del viento	Pv	N/m²	332	Peso unitario	Wc	N/m	1,83	Diámetro en la base	Db	mm	237
<b>DATOS DE LA RETENIDA</b>				Vano viento	Vv	m	Vv	Diámetro en la punta	Do	mm	137
Angulo de retenida	Ar	grad	30	Vano peso	Vp	m	1.1 Vv	Diámetro de empotramiento	Dm	mm	222
Carga de rotura de retenida	Crr	N	30926	Altura aplicación de fuerzas	Ha	m	9,2	Factor de seguridad minimo	Fs		2,5
Altura aplic. de Retenida		m	9					Carga de rotura	Cr	N	6.670
								Peso del poste	Pp	N	4.120
								Momento inercia empot.		(cm4)	7.313
								Modulo de elasticidad		kN/cm2	900

Figura 95. Datos Previos para cálculo mecánico de estructuras. 11m/c6, 1x16+16/25, EDS 7%

Fuente: Elaboración Propia



V (km/h) 90	ANGULO TOPOGRAFICO				ESTRUCTURAS INTERMEDIAS														
					MRN (N-m)	Esfuerzo Total Empot. (N)	Fuerza Equiv. Punta (N)	Flexión del poste			RETENIDA				COMPRESION DEL POSTE				
	Vano Viento (m)	Tiro Máximo (N)	MVP (N-m)	MVC (N-m)				MTC (N-m)	Deflexión d % <= 4%	Coef. Segur. > 2,5	Req. Reten.	Tiro Horiz. (N)	Tiro Vert. (N)	Tiro Cable (N)	C.S. > 2.5	Cargas Verticales			
															Conduc. (N)	Técnico (N)	Reten. (N)	Poste (N)	TOTAL (N)
<b>Angulo: 9</b>																			
20	990	2.372	1008		3381	3,20	371	0,53	17,95	NO					37	981	0,00	4120	5137
30	1.141	2.372	1512		3885	3,68	427	0,61	15,62	NO					55	981	0,00	4120	5156
40	1.243	2.372	2017		4389	4,16	482	0,69	13,83	NO					73	981	0,00	4120	5174
50	1.312	2.372	2521		4893	4,64	538	0,77	12,41	NO					92	981	0,00	4120	5192
60	1.362	2.372	3025		5397	5,11	593	0,85	11,25	NO					110	981	0,00	4120	5211
70	1.397	2.372	3529		5901	5,59	648	0,93	10,29	NO					128	981	0,00	4120	5229
80	1.423	2.372	4033		6405	6,07	704	1,00	9,48	NO					147	981	0,00	4120	5247
90	1.443	2.372	4537		6909	6,55	759	1,08	8,78	NO					165	981	0,00	4120	5266
100	1.458	2.372	5041		7414	7,02	815	1,16	8,19	NO					183	981	0,00	4120	5284
110	1.470	2.372	5545		7918	7,50	870	1,24	7,67	NO					202	981	0,00	4120	5303
<b>Angulo: 10</b>																			
20	990	2.372	1004	1588	4965	4,70	546	0,78	12,22	NO					37	981	0,00	4120	5137
30	1.141	2.372	1507	1830	5709	5,41	627	0,90	10,63	NO					55	981	0,00	4120	5156
40	1.243	2.372	2009	1993	6374	6,04	700	1,00	9,52	NO					73	981	0,00	4120	5174
50	1.312	2.372	2511	2105	6988	6,62	768	1,10	8,69	NO					92	981	0,00	4120	5192
60	1.362	2.372	3013	2184	7569	7,17	832	1,19	8,02	NO					110	981	0,00	4120	5211
70	1.397	2.372	3515	2240	8128	7,70	893	1,28	7,47	NO					128	981	0,00	4120	5229
80	1.423	2.372	4018	2282	8672	8,22	953	1,36	7,00	NO					147	981	0,00	4120	5247
90	1.443	2.372	4520	2314	9206	8,72	1012	1,44	6,59	NO					165	981	0,00	4120	5266
100	1.458	2.372	5022	2338	9732	9,22	1069	1,53	6,24	NO					183	981	0,00	4120	5284
110	1.470	2.372	5524	2357	10253	9,72	1127	1,61	5,92	NO					202	981	0,00	4120	5303
<b>Angulo: 20</b>																			
20	990	2.372	993	3165	6530	6,19	718	1,02	9,30	NO					37	981	0,00	4120	5137
30	1.141	2.372	1489	3646	7508	7,11	825	1,18	8,08	NO					55	981	0,00	4120	5156
40	1.243	2.372	1986	3970	8328	7,89	915	1,31	7,29	NO					73	981	0,00	4120	5174
50	1.312	2.372	2482	4193	9048	8,57	994	1,42	6,71	NO					92	981	0,00	4120	5192
60	1.362	2.372	2979	4350	9701	9,19	1066	1,52	6,26	NO					110	981	0,00	4120	5211
70	1.397	2.372	3475	4464	10311	9,77	1133	1,62	5,89	NO					128	981	0,00	4120	5229
80	1.423	2.372	3972	4547	10891	10,32	1197	1,71	5,57	NO					147	981	0,00	4120	5247
90	1.443	2.372	4468	4610	11450	10,85	1258	1,80	5,30	NO					165	981	0,00	4120	5266
100	1.458	2.372	4965	4658	11995	11,37	1318	1,88	5,06	NO					183	981	0,00	4120	5284
110	1.470	2.372	5461	4696	12529	11,87	1377	1,97	4,84	NO					202	981	0,00	4120	5303
<b>Angulo: 30</b>																			
20	990	2.372	974	4717	8063	7,64	886	1,26	7,53	NO					37	981	0,00	4120	5137
30	1.141	2.372	1461	5434	9267	8,78	1018	1,45	6,55	NO					55	981	0,00	4120	5156
40	1.243	2.372	1948	5917	10237	9,70	1125	1,61	5,93	NO					73	981	0,00	4120	5174
50	1.312	2.372	2435	6250	11057	10,48	1215	1,73	5,49	NO					92	981	0,00	4120	5192
60	1.362	2.372	2922	6484	11778	11,16	1294	1,85	5,15	NO					110	981	0,00	4120	5211
70	1.397	2.372	3409	6653	12434	11,78	1366	1,95	4,88	NO					128	981	0,00	4120	5229
80	1.423	2.372	3896	6777	13045	12,36	1434	2,05	4,65	NO					147	981	0,00	4120	5247
90	1.443	2.372	4383	6871	13626	12,91	1497	2,14	4,45	NO					165	981	0,00	4120	5266
100	1.458	2.372	4870	6943	14185	13,44	1559	2,23	4,28	NO					183	981	0,00	4120	5284
110	1.470	2.372	5356	6999	14728	13,96	1618	2,31	4,12	NO					202	981	0,00	4120	5303

Figura 96. Calculo mecánico de Poste de Madera 11 m / C6, 1x16+16/25, EDS = 7%

Fuente: Elaboración Propia

V (km/h)	ANGULO TOPOGRAFICO				ESTRUCTURAS INTERMEDIAS														
					MRN (N-m)	Esfuerzo Total Empot. (N)	Fuerza Equiv. Punta (N)	Deflexión d % <= 4%	Flexión del poste			RETENIDA				COMPRESION DEL POSTE			
	Coef. Segur. > 2,5	Req. Reten.	Tiro Horiz. (N)	Tiro Vert. (N)					Tiro Cable (N)	C.S. > 2.5	Cargas Verticales								
Vano Viento (m)	Tiro Máximo (N)	MVP (N-m)	MVC (N-m)	MTC (N-m)											Conduc. (N)	Técnico (N)	Reten. (N)	Poste (N)	TOTAL (N)
<b>Angulo: 40</b>																			
20	990	2.372	947	6233	9553	9,05	1050	1,50	6,35	NO					37	981	0.00	4120	5137
30	1.141	2.372	1421	7181	10974	10,40	1206	1,72	5,53	NO					55	981	0.00	4120	5156
40	1.243	2.372	1895	7819	12086	11,45	1328	1,90	5,02	NO					73	981	0.00	4120	5174
50	1.312	2.372	2369	8259	13000	12,32	1429	2,04	4,67	NO					92	981	0.00	4120	5192
60	1.362	2.372	2842	8569	13783	13,06	1515	2,16	4,40	NO					110	981	0.00	4120	5211
70	1.397	2.372	3316	8792	14480	13,72	1591	2,27	4,19	NO					128	981	0.00	4120	5229
80	1.423	2.372	3790	8956	15118	14,33	1661	2,37	4,01	NO					147	981	0.00	4120	5247
90	1.443	2.372	4264	9080	15716	14,89	1727	2,47	3,86	NO					165	981	0.00	4120	5266
100	1.458	2.372	4737	9175	16284	15,43	1789	2,55	3,73	NO					183	981	0.00	4120	5284
110	1.470	2.372	5211	9249	16832	15,95	1850	2,64	3,61	NO					202	981	0.00	4120	5303
<b>Angulo: 60</b>																			
20	990	2.372	873	9112	12358	11,71	1358	1,94	4,91	NO					37	981	0.00	4120	5137
30	1.141	2.372	1310	10498	14180	13,44	1558	2,22	4,28	NO					55	981	0.00	4120	5156
40	1.243	2.372	1746	11431	15550	14,73	1709	2,44	3,90	NO					73	981	0.00	4120	5174
50	1.312	2.372	2183	12074	16629	15,76	1827	2,61	3,65	NO					92	981	0.00	4120	5192
60	1.362	2.372	2620	12526	17518	16,60	1925	2,75	3,46	NO					110	981	0.00	4120	5211
70	1.397	2.372	3056	12853	18281	17,32	2009	2,87	3,32	NO					128	981	0.00	4120	5229
80	1.423	2.372	3493	13093	18958	17,96	2083	2,97	3,20	NO					147	981	0.00	4120	5247
90	1.443	2.372	3929	13274	19575	18,55	2151	3,07	3,10	NO					165	981	0.00	4120	5266
100	1.458	2.372	4366	13413	20151	19,09	2214	3,16	3,01	NO					183	981	0.00	4120	5284
110	1.470	2.372	4802	13521	20696	19,61	2274	3,25	2,93	NO					202	981	0.00	4120	5303
<b>Angulo: 90</b>																			
20	990	2.372	713	12887	15972	15,13	1755	2,51	3,80	NO					37	981	0.00	4120	5137
30	1.141	2.372	1069	14846	18288	17,33	2010	2,87	3,32	NO					55	981	0.00	4120	5156
40	1.243	2.372	1426	16166	19964	18,92	2194	3,13	3,04	NO					73	981	0.00	4120	5174
50	1.312	2.372	1782	17075	21229	20,12	2333	3,33	2,86	NO					92	981	0.00	4120	5192
60	1.362	2.372	2139	17715	22226	21,06	2442	3,49	2,73	NO					110	981	0.00	4120	5211
70	1.397	2.372	2495	18176	23044	21,84	2532	3,62	2,63	NO					128	981	0.00	4120	5229
80	1.423	2.372	2852	18516	23740	22,50	2609	3,72	2,56	NO					147	981	0.00	4120	5247
90	1.443	2.372	3208	18772	24353	23,08	2676	3,82	2,49	SI	2.706	4.687	5.412	5,7	165	981	4686,7	4120	9952
100	1.458	2.372	3565	18968	24905	23,60	2737	3,91	2,44	SI	2.767	4.793	5.535	5,6	183	981	4793,0	4120	10077
110	1.470	2.372	3921	19121	25415	24,08	2793	3,99	2,39	SI	2.824	4.891	5.648	5,5	202	981	4891,1	4120	10194

**Figura 97.** Calculo mecánico de Poste de Madera 11 m / C6, 1x16+16/25, EDS = 7%, continuación  
Fuente: Elaboración Propia

**Cálculo Mecánico de Estructuras - Poste de Madera 11m / C6, E3 , EDS = 7%**

DATOS GENERALES				DATOS DEL CONDUCTOR			DATOS DEL POSTE 11m / C6				
Especificación	<b>Armado E3</b>			Conductor	Sección	Diámetro	Peso	Longitud del poste	hp	m	11
Tipo de estructura	<b>Fin de línea</b>				mm <sup>2</sup>	mm	N/m	Longitud de empotramiento	Le	m	1,7
Velocidad del viento	V	km/h	90	1x16/25	25	16,50	1,23	Altura útil del poste	h	m	9,3
Presión del viento	Pv	N/m <sup>2</sup>	332	1x16+16/25	25	16,50	1,83	Diámetro en la base	Db	mm	237
Vano viento	Vv	m	Vv					Diámetro en la punta	Do	mm	137
Vano peso	Vp	m	1.1 Vv					Diámetro de empotramiento	Dm	mm	222
Angulo desvío	Ang	grad	0					Factor de seguridad mínimo	Fs		2,5
<b>DATOS DE LA RETENIDA</b>								Carga de rotura	Cr	N	6670
Angulo de retenida	Ar	grad	30					Carga de trabajo	Ct	N	2668
Carga de rotura de retenida	Crr	N	30926					Peso del poste	Pp	N	4.120
Altura aplic. de Retenida		m	9					Altura aplic. de fuerzas	Ha	m	9,1

**Figura 98.** Datos Previos para para cálculo mecánico de estructuras. 11m/c6, E3, EDS 7%  
Fuente: Elaboración Propia

V (km/h) 90	ANGULO TOPOGRAFICO FIN DE LINEA				ESTRUCTURAS																												
					MRN (N-m)	Esfuerzo Total Empot. (N)	Fuerza Equiv. Punta (N)	Flexión del poste			RETENIDA				COMPRESION DEL POSTE																		
	Vano Viento (m)	Tiro Máximo (N)	MVP (N-m)	MVC (N-m)				MTC (N-m)	Deflexión d % <= 4%	Coef. Segur. > 2.5	Req. Reten.	Tiro Horiz. (N)	Tiro Vert. (N)	Tiro Cable (N)	C.S. > 2.5	Cargas Verticales																	
																Conduc. (N)	Técnico (N)	Reten. (N)	Poste (N)	TOTAL (N)													
<b>Conductor: 1x16/25</b>																																	
20	1051	2.372		9560	11933	11,31	1311	9,13	5,09	SI	1325,85	2296,44	2651,70	11,66	25	981	2296	4120	7422														
30	1259	2.372		11461	13833	13,11	1520	10,58	4,39	SI	1537,00	2662,17	3074,00	10,06	37	981	2662	4120	7800														
40	1423	2.372		12950	15323	14,52	1684	11,72	3,96	SI	1702,52	2948,85	3405,04	9,08	49	981	2949	4120	8099														
50	1553	2.372		14136	16508	15,64	1814	12,63	3,68	SI	1834,23	3176,97	3668,45	8,43	61	981	3177	4120	8339														
70	1743	2.372		15860	18232	17,28	2004	13,95	3,33	SI	2025,81	3508,80	4051,61	7,63	86	981	3509	4120	8695														
80	1812	2.372		16489	18862	17,87	2073	14,43	3,22	SI	2095,75	3629,94	4191,50	7,38	98	981	3630	4120	8829														
<b>Conductor: 1x16+16/25</b>																																	
20	990	2.372		9013	11386	10,79	1251	8,71	5,33	SI	1265,06	2191,15	2530,13	12,22	37	981	2191	4120	7329														
30	1141	2.372		10384	12756	12,09	1402	9,76	4,76	SI	1417,33	2454,90	2834,67	10,91	55	981	2455	4120	7611														
40	1243	2.372		11307	13679	12,96	1503	10,46	4,44	SI	1519,90	2632,54	3039,79	10,17	73	981	2633	4120	7807														
50	1312	2.372		11942	14315	13,56	1573	10,95	4,24	SI	1590,53	2754,88	3181,06	9,72	92	981	2755	4120	7947														
70	1397	2.372		12713	15085	14,29	1658	11,54	4,02	SI	1676,14	2903,16	3352,28	9,23	128	981	2903	4120	8132														
80	1423	2.372		12951	15323	14,52	1684	11,72	3,96	SI	1702,56	2948,92	3405,12	9,08	147	981	2949	4120	8196														

**Figura 99.** Calculo mecánico de Poste de Madera 11 m / C6, E3, EDS = 7%  
Fuente: Elaboración Propia

## Prestaciones Mecánicas de Estructuras Para Redes Secundarias

### POSTE DE MADERA 11/C6

Configur. del Conductor	Vano Maximo por Distancia Minima de Seguridad				Vano y Desviacion Angular Maximo para el uso de Retenidas				
	Dirección del Vano	En Carreteras y Avenidas	En Calles y Caminos	Areas No Transitables	Vano (m)	Sin Retenida		Con una Retenida	
						Ang. Máx. (°)	C.S. (≤2,5p.u.)	Ang. (°)	C.S. (≤2,5p.u.)
1x16/25	A lo largo	125	135	150	20	79	2,51	90	
					40	61	2,53	90	
					60	50	2,53	90	
	Al Cruce	100	125	150	80	43	2,51	90	
					100	37	2,53	90	5,7
					110	35	2,52	90	5,5
1x16+16/25	A lo largo	115	120	140	20	79	2,52	90	
					40	62	2,52	90	
					60	52	2,50	90	
	Al Cruce	95	115	140	80	44	2,53	90	
					100	39	2,52	90	
					110	37	2,51	90	

**Figura 100.** Prestaciones Mecánicas, Poste 11/C6, ESTRUCTURA E1, EDS = 15 %  
Fuente: Elaboración Propia

### POSTE DE MADERA 11/C6

Configur. del Conductor	Vano Maximo por Distancia Minima de Seguridad				Vano Maximo para el uso de Retenidas			
	Dirección del Vano	En Carreteras y Avenidas	En Calles y Caminos	Areas No Transitables	Sin Retenida		Con una Retenida	
					Vano Maximo (m)	C.S. (≤2,5p.u.)	Vano (m)	C.S. (≤2,5p.u.)
1x16/25	A lo largo	125	135	150	-	-	20	8,7
					-	-	40	7,3
					-	-	50	6,7
	Al Cruce	100	125	150	-	-	60	6,2
					-	-	80	5,5
					-	-	100	5,0
1x16+16/25	A lo largo	115	120	140	-	-	20	8,8
					-	-	40	7,5
					-	-	50	6,9
	Al Cruce	95	115	140	-	-	60	6,5
					-	-	80	5,9
					-	-	100	5,6

**Figura 101.** Prestaciones Mecánicas, Poste 11/C6, ESTRUCTURA E3, EDS = 15 %  
Fuente: Elaboración Propia

POSTE DE MADERA 11/C6

Configur. del Conductor	Vano Maximo por Distancia Minima de Seguridad				Vano y Desviacion Angular Maximo para el uso de Retenidas				
	Dirección del Vano	En Carreteras y Avenidas	En Calles y Caminos	Areas No Transitables	Vano (m)	Sin Retenida		Con una Retenida	
						Ang. Máx. (°)	C.S. (≤2,5p.u.)	Ang. (°)	C.S. (≤2,5p.u.)
1x16/25	A lo largo	100	105	120	20			90	
					30			90	
					40			90	
	Al Cruce	80	100	120	50			90	
					70	79	2,50	90	
					80	74	2,50	90	
1x16+16/25	A lo largo	85	90	100	20			90	
					30			90	
					40			90	
	Al Cruce	70	85	100	50			90	
					70			90	
					80			90	

(\*) Se deberá utilizar poste de mayor longitud

**Figura 102.** Prestaciones Mecánicas, Poste 11/C6, ESTRUCTURA E1, EDS = 7 %

Fuente: Elaboración Propia

POSTE DE MADERA 11/C6

Configur. del Conductor	Vano Maximo por Distancia Minima de Seguridad				Sin Retenida		
	Dirección del Vano	En Carreteras y Avenidas	En Calles y Caminos	Areas No Transitables	Vano (m)	Deflex. (≥4,0%)	C.S. Compres. (≤2,5p.u.)
1x16/25	A lo largo	100	105	120	-		-
					-		-
					-		-
	Al Cruce	80	100	120	-		-
					-		-
					-		-
1x16+16/25	A lo largo	85	90	100	-		-
					-		-
					-		-
	Al Cruce	70	85	100	-		-
					-		-
					-		-

(\*) Se deberá utilizar poste de mayor longitud

**Figura 103.** Prestaciones Mecánicas, Poste 11/C6, ESTRUCTURA E3, EDS = 7 %

Fuente: Elaboración Propia

## Relación de Vanos por Distancia de Seguridad al Terreno - Redes Secundarias

### DISTANCIAS DE SEGURIDAD

#### 1. Cuando los alambres y/o conductores cruzan o sobresalen a:

Carreteras y avenidas sujetas al tráfico de camiones	6,5
Caminos, calles y otras áreas sujetas al tráfico de camiones	5,5
Calzadas, zonas de parqueo y callejones	5,5
bosques, huertos, etc.	5,5
Espacios y vías peatonales o áreas no transitables por vehículo	4,0
calles y caminos en zonas rurales	5,5

#### 2. Cuando los alambres y/o conductores están a lo largo de:

Carreteras y avenidas	5,5
Caminos, calles ó callejones	5,0
Espacios y vías peatonales o áreas no transitables por vehículo	4,0
Calles y caminos en zonas rurales	5,0
Caminos no carrozables en zonas rurales	4,5

**Figura 104.** Distancias de Seguridad – Redes Secundarias

Fuente: Elaboración Propia

### POSTES DE CONCRETO

H total	11
H empotramiento	1,7
H útil	9,3
H aplicación	9,2

**Figura 105.** Características de Postes de Madera 11 m/C6

Fuente: Elaboración Propia

## Relación de Vanos por Distancia de Seguridad Al Terreno - Redes Secundarias - EDS 15%

### VANOS RESULTANTES POR CONDUCTOR (EDS 15%)

#### 1. Cuando los alambres y/o conductores cruzan o sobresalen a:

	1x16/25	1x16+16/25
Carreteras y avenidas	100	95
Caminos, calles y otras áreas sujetas al tráfico de camiones	125	115
Calzadas, zonas de parqueo y callejones	125	115
bosques, huertos, etc.	125	115
Espacios y vías peatonales o áreas no transitables por vehículo	150	140
calles y caminos en zonas rurales	125	115

**2. Cuando los alambres y/o conductores estan a lo largo de:**

	1x16/25	1x16+16/25
Carreteras y avenidas	125	115
Caminos, calles ó callejones	135	120
Espacios y vias peatonales o áreas no transitables por vehiculo	150	140
Calles y caminos en zonas rurales	135	120
Caminos no carrozables en zonas rurales	145	130

**Figura 106.** Vanos Resultantes por Conductor – EDS 15%  
Fuente: Elaboración Propia

**Relación de Vanos Por Distancia de Seguridad Al Terreno - Redes Secundarias - EDS - 7%, Vano Flojo**

**VANOS RESULTANTES POR CONDUCTOR (EDS 7%)**

**1. Cuando los alambres y/o conductores cruzan o sobresalen a:**

	1x16/25	1x16+16/25
Carreteras y avenidas	80	70
Caminos, calles y otras áreas sujetas al tráfico de camiones	100	85
Calzadas, zonas de parqueo y callejones	100	85
Otros terrenos recorrido por vehiculos, tales como cultivos, pastos, bosques, huertos, etc.	100	85
Espacios y vias peatonales o áreas no transitables por vehiculo	120	100
calles y caminos en zonas rurales	100	85

**2. Cuando los alambres y/o conductores estan a lo largo de:**

	1x16/25	1x16+16/25
Carreteras y avenidas	100	85
Caminos, calles ó callejones	105	90
Espacios y vias peatonales o áreas no transitables por vehiculo	120	100
Calles y caminos en zonas rurales	105	90
Caminos no carrozables en zonas rurales	110	95

*Según el Codigo Nacional de Electricidad*

**Figura 107.** Vanos Resultantes por Conductor – EDS 7%  
Fuente: Elaboración Propia

### Detalle de Cimentación de Postes de Madera para redes en Baja Tensión:

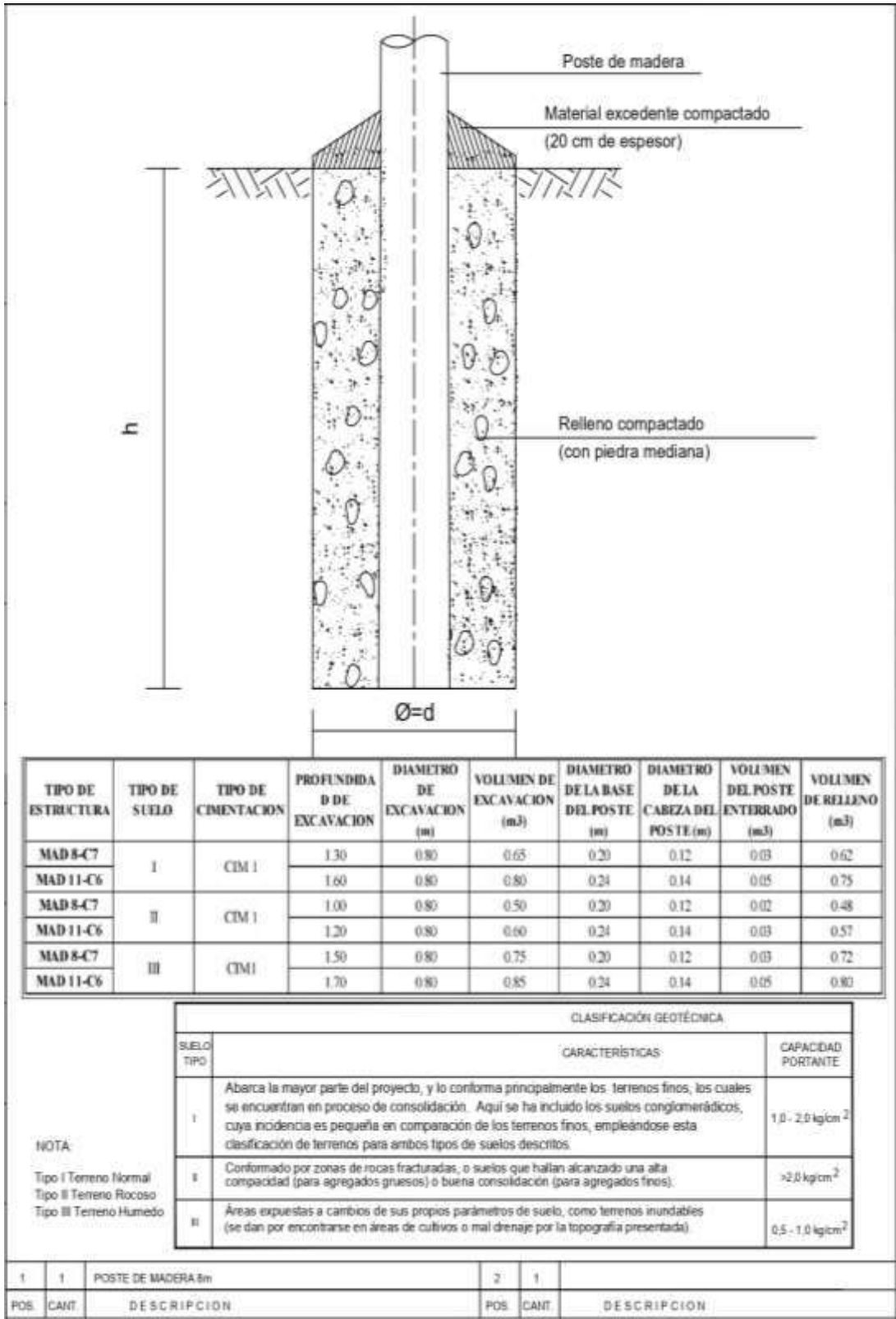


Figura 108. Detalle de cimentación de postes de Madera para redes secundarias (Baja Tensión)  
 Fuente: Elaboración Propia



## Cálculo de Retenidas: Cálculo Del Bloque de la Retenida Inclinada Para Postes en Redes Secundarias Para la Carga Máxima

### Datos

Según el cálculo mecánico de estructuras, para un vano de 275m se tiene:

<b>Fuerza Equivalente en la Punta:</b>	1526 N
Angulo de la Retenida ( $\alpha$ )	30 °
Densidad del Suelo:	1750 kg/m <sup>3</sup> (17,2 kN/m <sup>3</sup> )
Coefficiente de Fricción ( $\mu$ ) :	0,3

Tomamos un predimensionamiento del dado de anclaje,

<b>Largo =</b>	<b>0,40 m</b>
<b>Ancho =</b>	<b>0,40 m</b>
<b>Alto =</b>	<b>0,15 m</b>

y una altura  $h_b$  de profundidad del macizo:

<b><math>h_b =</math></b>	<b>2,00 m</b>
---------------------------	---------------

### Resultados

Así, de acuerdo al gráfico tenemos:

$$Fret = F / \text{sen}\alpha \quad \mathbf{Fret = 3052 \text{ N}}$$

Para calcular el área achurada del bloque de retenida:

$$\text{Longitud } bc = 0,35 \text{ m} \quad \text{Longitud } ac = 0,20 \text{ m}$$

$$\text{Area del } \triangle abc = 0,035 \text{ m}^2$$

$$\text{Longitud } bf = 1,15 \text{ m} \quad \Rightarrow \quad \text{entonces, el área } \triangle bef = 1,155 \text{ m}^2$$

$$\text{Longitud } cf = 1,50 \text{ m}$$

$$\text{Area lateral bloque de retenida} = \square efcd - \triangle efb - \triangle abc - \text{Area dado anclaje} = 1,75 \text{ m}^2$$

$$\text{Peso de macizo de tierra} = \text{Densidad suelo} \times \text{Area lateral} \times \text{ancho} = 12,04 \text{ kN} \quad \Rightarrow \quad \text{Peso Total} = 12,68 \text{ kN}$$

$$\text{Peso del dado de concreto} = 0,64 \text{ kN}$$

Del gráfico se tiene que  $W_t$  se divide en la fuerza A, paralela al plano de apoyo del macizo de relleno y B, perpendicular al mismo.

$$A = 10,98 \text{ kN}$$

$$B = 6,34 \text{ kN}$$

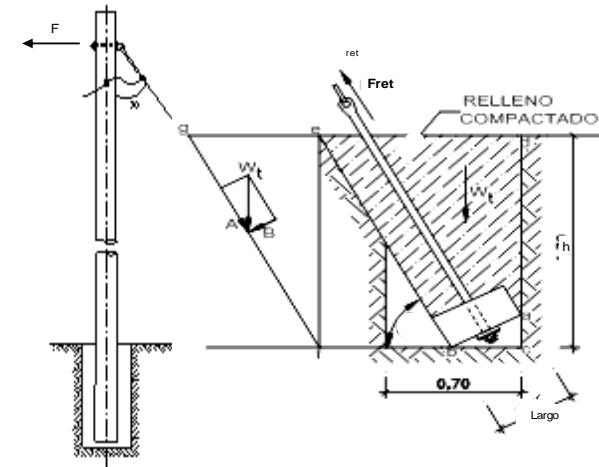
Tenemo además, como fuerza estabilizadora, la fuerza de fricción de las paredes del entorno del relleno,

con el suelo existente  $\Rightarrow$  La fricción lateral es,  $\gamma \times H_b = 34,34 \text{ kN/m}^2$

$$\text{Fuerza lateral} = \gamma \times H \times \text{AreaLateral}$$

$$\text{Fuerza lateral} = 60,19 \text{ kN}$$

$$\text{Fuerza de Fricción Estabilizadora Lateral} = 2 \times \text{Fuerza lateral} \times \text{Coef. Fricción} = 2 \times F_1 \times \mu = 36,11 \text{ kN}$$



**Figura 109.** Retenida inclinada en redes Secundarias  
Fuente: Elaboración Propia

### Aplicada:

La fuerza resistente total que equilibrará la tensión en el cable de la retenida será:

$$F_r = A + (\mu \times B) + 2 \times \mu \times F_1 = 99 \text{ kN}$$

Donde A es la componente del peso del macizo en el plano de apoyo del mismo,  $\mu \times B$  es la fuerza de fricción en dicho plano y el último término, la fuerza de fricción de las paredes laterales.

Tomamos un factor de seguridad  $F_r / F_{ret} \geq 2$

$$F_r / F_{ret} = 16,05 \quad \text{Conforme con el factor de seguridad.}$$

Las dimensiones del bloque de concreto y retenida son suficientes y están de acuerdo a las normas DEP/MEM

### Acero de Refuerzo

Para el bloque de concreto utilizaremos acero mínimo según se especifica en el Reglamento Nacional de Construcciones, y que debe ser:

$$A_s = 0,0018 \times b \times c = 1,08 \text{ cm}^2 \text{ es el área de requerimiento del acero.}$$

Consideramos: 4 varillas de diámetro 3/8" tendremos: 2,9 cm<sup>2</sup> lo cual es conforme.

Estas varillas se colocarán en la zona donde el dado trabaja en tracción y a cada 10 cm, y tendrán 5 cm de recubrimiento desde la cara superior del dado.

## Cálculo Del Bloque de la Retenida Vertical Para Postes en Redes Secundarias Para la Carga Máxima Aplicada:

### Datos

Según el cálculo mecánico de estructuras, para un vano de 275m se tiene:

<b>Fuerza Equivalente en la Punta:</b>	1526 N	
Angulo de la Retenida:	30 °	
Densidad del Suelo:	1750 kg/m <sup>3</sup>	(17,2 kN/m <sup>3</sup> )

Tomamos un predimensionamiento del dado de anclaje,

**Largo = 0,40 m**

**Ancho = 0,40 m**

**Alto = 0,15 m**

y una altura  $h_b$  de profundidad del macizo:

**$h_b = 2,20$  m**

### Resultados

Así, de acuerdo al gráfico tenemos:

$$Fret = F / \tan \alpha \quad \mathbf{Fret = 2643 \text{ N}}$$

Debido a la fricción interna y a la compactación del macizo de tierra, su peso será la mayor fuerza estabilizadora:

$$\text{Peso de macizo de tierra} = \text{Densidad suelo} \times \text{Volumen del Macizo Compactado} = 17,24 \text{ kN}$$

$$\text{Peso del dado de concreto} = 0,64 \text{ kN} \quad \Rightarrow \quad \text{Peso Total} = 17,88 \text{ kN}$$

Fuerza resistente =  $Fr = \text{Peso Total}$

Tomamos un factor de seguridad  $Fr / Fret \geq 2$

$$\mathbf{Fr / Fret = 6,77} \quad \text{Conforme con el factor de seguridad.}$$

Las dimensiones del bloque de concreto y retenida son suficientes y están de acuerdo a las normas DEP/MEM

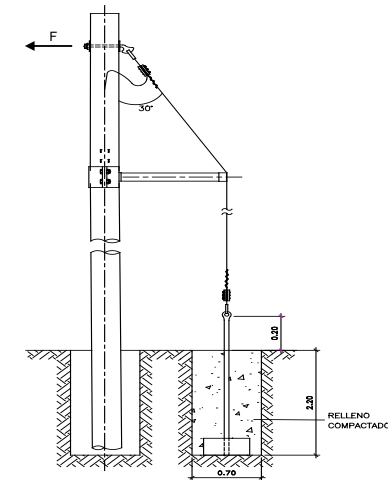
### Acero de Refuerzo

Para el bloque de concreto utilizaremos acero mínimo según se especifica en el Reglamento Nacional de Construcciones, y que debe ser:

$$As = 0,0018 \times b \times c = 1,08 \text{ cm}^2 \text{ es el área de requerimiento del acero.}$$

Consideramos: 4 varillas de diámetro 3/8" tendremos: 2,9 cm<sup>2</sup> lo cual es conforme.

Estas varillas se colocarán en la zona donde el dado trabaja en tracción y a cada 10 cm, y tendrán 5 cm de recubrimiento desde la cara superior del dado.

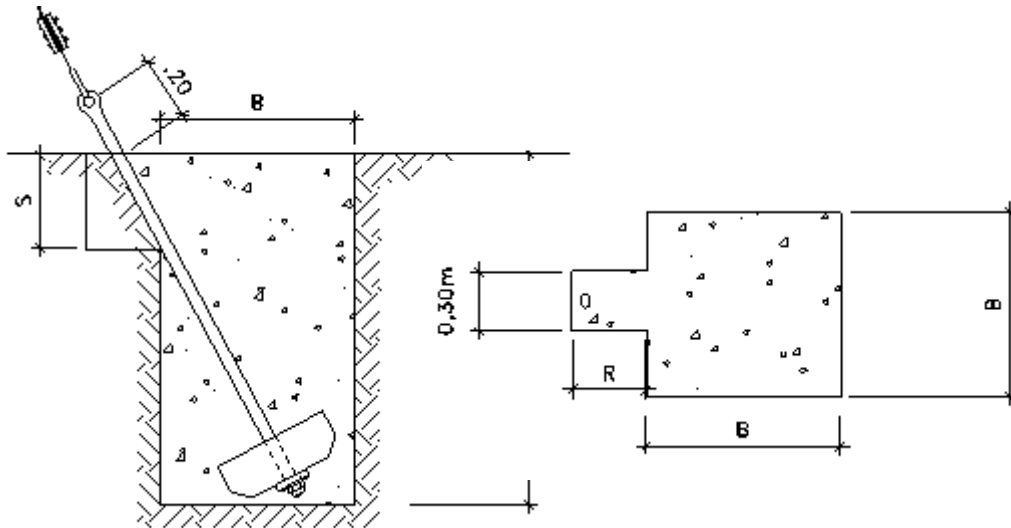


**Figura 110.** Retenida vertical en redes Secundarias  
Fuente: Elaboración Propia

## Cimentación de Retenida:

### Excavación:

#### Retenida Inclinada



**Figura 111.** Detalle de Excavación de Retenida Inclinada  
Fuente: Elaboración Propia

Caso	Bloque Anclaje		Dimensiones Excavación				Vexc m <sup>3</sup>
	L m	E m	h m	B m	S m	R m	
I y II	0,40	0,15	2,0	0,70	0,30	0,90	1,041

**Figura 112.** Dimensiones de Excavación de Retenida inclinada para los tipos de terreno I y II  
Fuente: Elaboración Propia

Caso	Bloque Anclaje		Dimensiones Excavación		Vexc m <sup>3</sup>
	L m	E m	h m	B m	
I y II	0,40	0,15	2,2	0,70	1,078

**Figura 113.** Dimensiones de Excavación de Retenida Vertical para los tipos de terreno I y II  
Fuente: Elaboración Propia

Tipo de Estructura	Tipo de Suelo	Excavación (m <sup>3</sup> )	Compactación (m <sup>3</sup> )	Eliminación del Material Excedente (m <sup>3</sup> )	Excavación (m <sup>3</sup> )	Compactación (m <sup>3</sup> )	Eliminación del Material Excedente (m <sup>3</sup> )
		RETENIDA SIMPLE			RETENIDA VERTICAL		
Poste de MAD	Tipo I Tipo II	1,04	1,02	0,02	1,08	1,06	0,02

**Figura 114.** Cálculo de Cimentación Para las Retenidas  
Fuente: Elaboración Propia

## g) Cálculos eléctricos y mecánicos de las redes en media tensión

### • Cálculos eléctricos de las Redes en Media Tensión

#### Selección del conductor por capacidad Térmica Frente a los Cortocircuitos

Tomando en cuenta las características eléctricas del sistema mencionados en la fundamentación científica y utilizando el método recomendado por la norma alemana VDE 103 que tiene la siguiente expresión:

$$I_m = I''k * \sqrt{(m + n) * t}$$

Donde:

$I_m$ : valor eficaz de la corriente generada, equivalente al calor generado por el cortocircuito.

$I''k$ : valor eficaz de la corriente inicial del cortocircuito.

$m$ : factor de influencia de la componente unidireccional de corriente.

$n$ : factor de influencia de la disminución de la corriente  $I''k$ .

$t$ : intervalo de tiempo de despeje del cortocircuito (0.2s).

De acuerdo a la norma alemana VDE la temperatura final admisible en los cables eléctricos aéreos sometidos a un esfuerzo de 10N/mm<sup>2</sup> es de 160 °C para un conductor de aleación de Al.

La temperatura inicial asumido es de 40 °C, para los cables eléctricos de Cu y Al.

Tomando la relación de  $I''cc/I_{ccp}$  (I subtransitoria/I permanente): 2

$$\text{Se tiene: } I''k = \frac{200}{(\sqrt{3} * 22,9)} = 5,04 \text{ KA}$$

Haciendo uso de la relación  $r/x \approx 0.7$  se obtiene el factor  $N = 1.16$  de la figura N°1

Con el factor N y el tiempo de eliminación de falla se obtienen el factor “m” de la figura N° 2(a) y con la proporción  $I''cc/I_{ccp}$  y el intervalo de tiempo de despeje de falla se tiene el factor “n” de la figura N° 2(b).

$$m = 0$$

$$n = 0,85$$

Con los valores de temperatura, se tiene el valor de la densidad de corriente de cortocircuito:

$$Tem. Inicial = 40^{\circ}C$$

$$Tem. Inicial = 160^{\circ}C$$

luego se consigue la densidad del flujo corriente de cortocircuito = 91 A/mm<sup>2</sup> en la figura N°3.

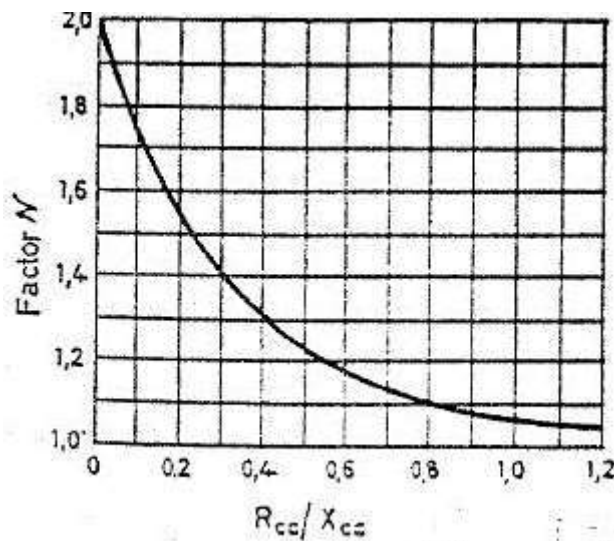
Con los valores obtenidos y reemplazando en la siguiente ecuación se obtiene el valor de  $I_m$ .

$$I_m = 5,04 * \sqrt{(0 + 0,85) * 0,2}$$

$$I_m = 2,08 KA$$

Por lo tanto, la sección mínima calculada sería: **22,85 mm<sup>2</sup>**

En conclusión, se utilizará para Redes en media Tensión Conductor de **35 mm<sup>2</sup>AAAC**



**Figura 115.** Reducción de la corriente de cortocircuito de choque vs R/X

Fuente: Norma DGE “Bases para el Diseño de Líneas y Redes Primarias para Electrificación Rural

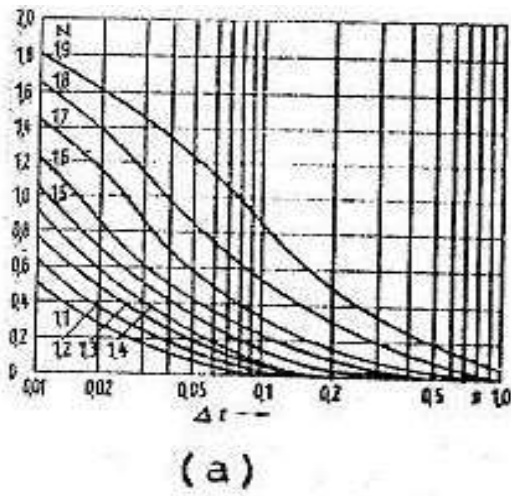


Figura 116. Tabla (b) "n" miembro de CA  
Miembro de CC

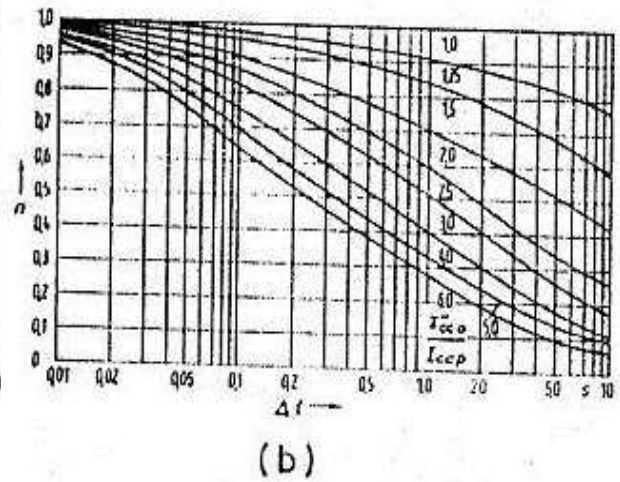
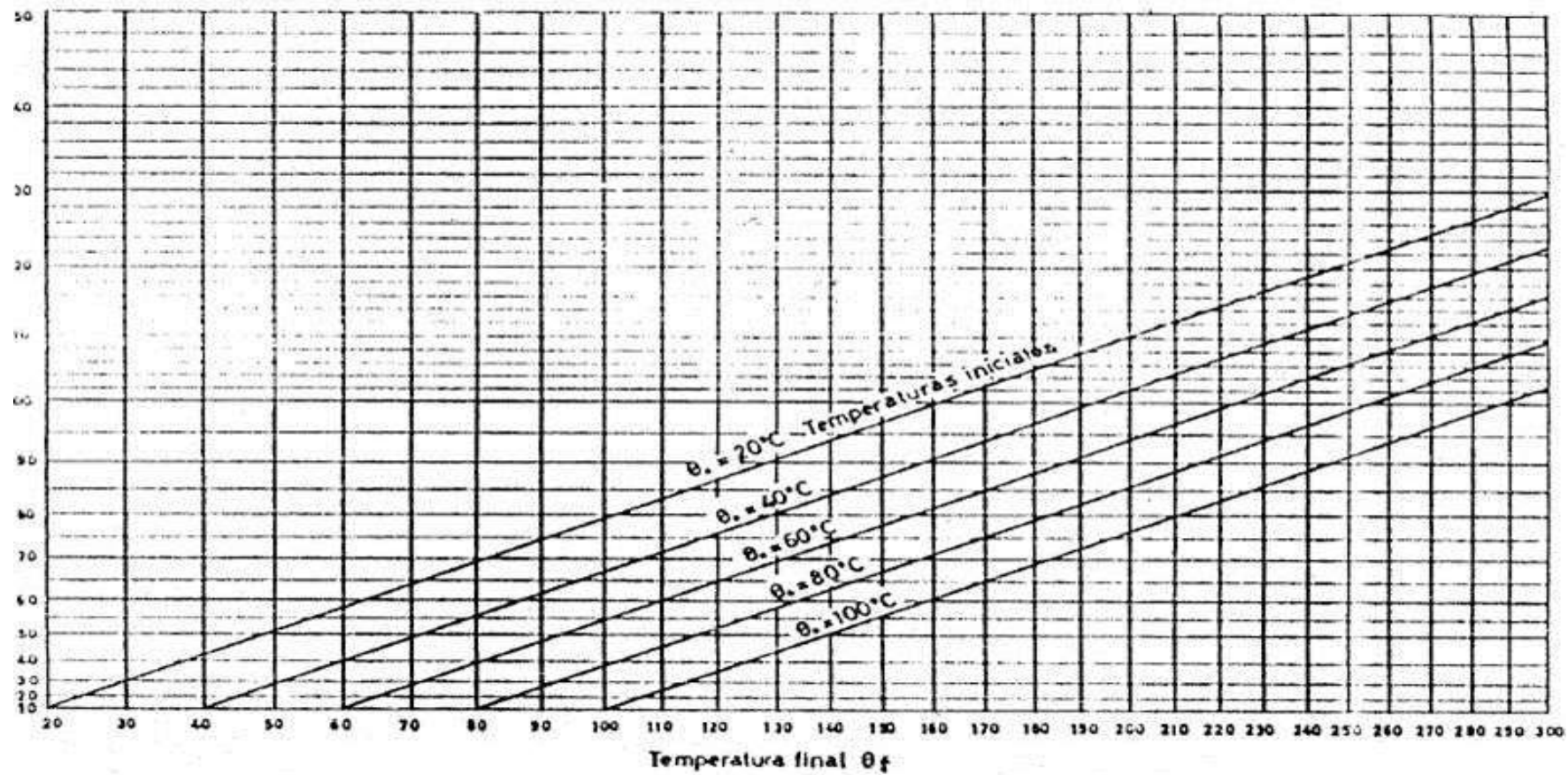


Figura 117. Figura N° 2b: Tabla (a) "m"

Fuente: Norma DGE "Bases para el Diseño de Líneas y Redes Primarias para Electrificación Rural"



**Figura 118.** Densidad de corriente de cortocircuito Calendario Transitorio de Conductores de Aluminio Durante un Cortocircuito  
 Fuente: Norma DGE "Bases para el Diseño de Líneas y Redes Primarias para Electrificación Rural"



## Cálculos de Caída de Tensión:

**Tabla 21:**

*Parámetros de Conductores y Factores de Caída de Tensión*

Sección mm <sup>2</sup>	Número de Alambres	Diámetro Exterior (mm)	Diámetro de cada alambre (mm)	Resistencia Eléctrica a 20 °C (Ω/km)	Resistencia Eléctrica a 40 °C (Ω/km)	X <sub>1</sub> (Ω/km)
35	7	7,57	2,52	0,9651	1,036	0,45

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 22:**

*Parámetros de Conductores y Factores de Caída de Tensión (continuación)*

SECCIÓN	X <sub>2</sub> (Ω/km)	X <sub>3</sub> (Ω/km)	X <sub>t</sub> (Ω/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>t</sub> (x 10 <sup>-4</sup> )
35	0,500	0,45	0,988	2,837	2,433	7,185	8,668

Fuente: Elaboración Propia

Tomando en consideración para las líneas primarias proyectadas lo siguiente:

La longitud de la Línea Primaria es 2,744 km

Tensión Nominal del Sistema: 22,9/13,2 kV

Sistema: Monofásico MRT

Conductor de fase: 35 mm<sup>2</sup> AAAC

Longitud total de la línea primaria: 2,744 km.

Estructuras: Poste de madera Importado 12 m clase 6 y 5.

**Tabla 23:**

*Relación de Tramos de Línea Primaria)*

N.º de Derivación	Deserción del Tramo	Distancia Total (km)
DV N° 1	Derivación 13,2 kV, 1Ø - MRT - Barrio Jorongo y Accobado Se01, 1x35mm <sup>2</sup> AAAC	1,629
DV N° 2	Derivación 13,2 kV, 1Ø - MRT - Suyturrumi Bajo y Villa Nueva, 1x35mm <sup>2</sup> AAAC	0,528
DV N° 3	Derivación 13,2 kV, 1Ø - MRT - Barrio Jorongo Se02, 1x35mm <sup>2</sup> AAAC	0,587
TOTAL		<b>2,744</b>

Fuente: Elaboración Propia

Se tiene entonces para sistemas monofásicos con retorno por tierra:

$$\Delta V = K_t PL$$

Donde:

- K : Factor de caída de tensión.  
 P : Potencia, en Kw.  
 L : Longitud del tramo de línea, en km.

**Tabla 24:**

*Caída de Tensión Porcentual*

N° de Derivación	Distancia Total (km)	Potencia Instalada (kw)	Factor de Caída de Tensión	Caída de Tensión Porcentual (%)
DV N° 1	1,629	5,79	0,0008668	0,82
DV N° 2	0,528	2,6	0,0008668	0,12
DV N° 3	0,587	1,33	0,0008668	0,07

*Fuente: Elaboración Propia*

Tomando en consideración para las redes primarias proyectadas lo siguiente:

La presente investigación comprende la instalación de Redes Primarias para 5 localidades que comprenden vanos flojos desde la línea principal hasta el transformador, el alcance de la extensión de redes primarias proyectadas tendrá las siguientes características:

- Tensión Nominal del Sistema : 22,9 / 13,2 kV
- Sistema : Monofásico MRT,
- Conductor de fase : 35 mm<sup>2</sup> AAAC
- Estructuras : Poste de madera Importado 12 m, Clase 6 y 5

**Tabla 25:**

*Relación de Tramos de redes Primarias*

N.º	Desercción del Tramo	Distancia Total (km)
RP 1	ACCOBADO	0,042
RP 2	BARRIO JORONGO SE01	
RP 3	BARRIO JORONGO SE02	0,020
RP 4	SUYTURRUMI BAJA Y VILLA NUEVA	0,041
RP 5	TANKARPATA	0,034
TOTAL		<b>0,137</b>

*Fuente: Elaboración Propia*

### Cálculos de Sistema de Puesta a Tierra:

De acuerdo a la fundamentación Científica, la configuración del sistema de puesta a tierra será de los tipos:

El tipo PAT-1C, se instalarán en todas las estructuras de las líneas y redes primarias, que consiste en una bajada de conductor y un cable de acero con recubrimiento metalúrgico de Cu de 4AWG (21,15mm<sup>2</sup>) en anillo en la base de la estructura.

El tipo PAT-1/PAT-2/PAT-3, se instalará en las estructuras con seccionamiento, que consiste de un (01), dos (02) y tres (03) electrodos en posición vertical

Para subestaciones de distribución, la configuración del sistema de puesta a tierra será del tipo PAT-2 y PAT-3 según sea el requerimiento, con la finalidad de obtener resistencia de puestas a tierra adecuada a la potencia del transformador.

para la presente investigación que cuenta con la siguiente relación de transformadores:

N°	Localidad	TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN (altura de instalación <=3500 m.s.n.m.)	TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN (altura de instalación >3500 m.s.n.m.)
		Transformador 1Ø 13,2 (F-N) /0,46-0,23 KV 5 KVA	Transformador 1Ø 13,2 (F-N) /0,46-0,23 KV 5 KVA
1	TANKAR PATA		1
2	SUYTURUMI BAJA		
3	VILLA NUEVA		1
4	ACCOBADO		
5	BARRIO JORONGO	2	
	<b>TOTAL</b>	<b>2</b>	<b>2</b>

*Figura 119.* Relación de Transformadores de Redes Primarias  
Fuente: Elaboración Propia

*Las localidades resaltadas con el mismo color comparten un mismo transformador que se detallan a continuación:*

- 2-3: *Suyturrumi Baja y Villa Nueva*
- 4-5: *Accobado y Barrio Jorongo.*

Por lo tanto, el valor máximo para la resistencia de puestas a tierra para los transformadores serán de máximo **25 Ω**

**Resultados de selección de puesta a tierra:**

Para los siguientes resultados se siguieron todos los procesos de cálculo explicados en la fundamentación científica, para mayor comodidad y rapidez se realizó todo el procedimiento para las cinco localidades en hojas de cálculo (Excel) que nos permitía tener los resultados y graficas de resistividad de forma instantánea. **Ver Anexo 14**

N°	Localidad	Resistividad	CÁLCULO SIN ADITIVOS			CÁLCULO CON ADITIVOS			Selección de PAT			OBSERVAION
		( $\Omega$ -m)	PAT-1 ( $\Omega$ )	PAT-2 ( $\Omega$ )	PAT-3 ( $\Omega$ )	PAT-1 ( $\Omega$ )	PAT-2 ( $\Omega$ )	PAT-3 ( $\Omega$ )	PAT-1 ( $\Omega$ )	PAT-2 ( $\Omega$ )	PAT-3 ( $\Omega$ )	
1	Línea Primaria Barrio Jorongo	29,88	12			9			12			SIN ADITIVO
2	Línea Primaria Suyturrumi Bajo y Villa Nueva	177,8			26			1			1	CON ADITIVO EN LAS 3 VARILLAS
3	Línea Primaria Barrio Jorongo SE02	406,85			60			1			1	CON ADITIVO EN LAS 3 VARILLAS

**Figura 120.** Selección de Puesta a Tierra en Línea Primaria  
Fuente: Elaboración Propia

N°	Localidad	Resistividad	CÁLCULO SIN ADITIVOS		CÁLCULO CON ADITIVOS		Selección de PAT		OBSERVACION
		( $\Omega$ -m)	PAT-2 ( $\Omega$ )	PAT-3 ( $\Omega$ )	PAT-2 ( $\Omega$ )	PAT-3 ( $\Omega$ )	PAT-2 ( $\Omega$ )	PAT-3 ( $\Omega$ )	
1	TANKAR PATA	334,58		49		1		1	CON ADITIVO EN LAS TRES VARILLAS
2	SUYTURUMI BAJA								
3	VILLA NUEVA	596,05		87		1		1	CON ADITIVO EN LAS TRES VARILLAS
4	ACCOBADO								
5	BARRIO JORONGO SE-01	345,06		51		1		1	CON ADITIVO EN LAS TRES VARILLAS
6	BARRIO JORONGO SE-02	422,02		62		1		1	CON ADITIVO EN LAS TRES VARILLAS

**Figura 121.** Selección de Puesta a Tierra en Subestaciones de Distribución  
Fuente: Elaboración Propia

*Nota: Las localidades resaltadas con el mismo color comparten un mismo transformador y se ha considerado el valor de resistividad de acuerdo a la ubicación geográfica de la subestación, las localidades se detallan a continuación:*

2-3: Suyturrumi Baja y Villa Nueva

4-5-6: Accobado y Barrio Jorongo.

### Selección de aisladores

Tomando en cuenta lo mencionado en la fundamentación científica se tiene los siguientes resultados:

Sistema 22,9/13,2 kV- Aislador TIPO PIN CLASE ANSI 56-3

A). SOBRETENSIONES EXTERNAS (NORMA I.E.C. 71-1)								
ZONA	ALTITUD m.s.n.m.	NIVEL BASICO DE AISLAMIENTO		AISLADORES TIPO PIN		AISLADORES TIPO SUSPENSION		
		A FRECUENCIA DE SERVICIO	AL IMPULSO	POSITIVO	Clase ANSI	POSITIVO	NEGATIVO	Clase ANSI
		[kVeficaz]	[kVpico]	[kVpico]	56-3	[kVpico]	[kVpico]	ISC7-0927-AGH
II	2001 - 3500	66	164	200	56-3	286	300	ISC7-0927-AGH
III	3501 - 4800	74	184	200	56-3	286	300	ISC7-0927-AGH

B). CONTAMINACION AMBIENTAL (NORMA I.E.C. 815)		
Minima Distancia de Fuga Específica Nominal:	BAJO	16 [mm/kV]

ZONA	ALTITUD m.s.n.m.	LONGITUD DE LINEA DE FUGA POR CONTAMINACION AMBIENTAL CALCULADO		AISLADORES TIPO PIN		AISLADORES TIPO SUSPENSION		
		i. Light		LINEA DE FUGA	Clase ANSI	LINEA DE FUGA	NEGATIVO	Clase ANSI
		[mm/kV]	[mm]	[mm]	56-3	[mm]	[kVpico]	ISC7-0927-AGH
II	2001 - 3500	16	525	533	56-3	927	355	ISC7-0927-AGH
III	3501 - 4800	16	590	533	NO CUMPLE	927	355	ISC7-0927-AGH

NOTA: En la Area del proyecto, se tiene un nivel de contaminación del tipo I, Según la Tabla II, de la Norma IEC-815 al cual le corresponde una mínima distancia de fuga específica nominal de: 16 [mm/kV]

**Figura 122.** Resultados de selección de aisladores TIPO PIN CLASE ANSI 56-3 para Sistema 22,9/13,2 kV  
Fuente: Elaboración Propia

Sistema 22,9/13,2 kV- Aislador TIPO PIN CLASE ANSI 56-4

A). SOBRETENSIONES EXTERNAS (NORMA I.E.C. 71-1)								
ZONA	ALTITUD m.s.n.m.	NIVEL BASICO DE AISLAMIENTO		AISLADORES TIPO PIN		AISLADORES TIPO SUSPENSION		
		A FRECUENCIA DESERVICIO	AL IMPULSO	POSITIVO	Clase ANSI	POSITIVO	NEGATIVO	Clase ANSI
		[kVeficaz]	[kVpico]	[kVpico]	56-4	[kVpico]	[kVpico]	ISC7-0927-AGH
II	2001 - 3500	66	164	225	56-4	286	300	ISC7-0927-AGH
III	3501 - 4800	74	184	225	56-4	286	300	ISC7-0927-AGH

B). CONTAMINACION AMBIENTAL (NORMA I.E.C. 815)		
Minima Distancia de Fuga Especifica Nominal:	BAJO	16 [mm/kV]

ZONA	ALTITUD m.s.n.m.	LONGITUD DE LINEA DE FUGA POR CONTAMINACION AMBIENTAL CALCULADO		AISLADORES TIPO PIN		AISLADORES TIPO SUSPENSION		
		I. Light		LINEA DE FUGA	Clase ANSI	LINEA DE FUGA	NEGATIVO	Clase ANSI
		[mm/kV]	[mm]	[mm]	56-4	[mm]	[kVpico]	ISC7-0927-AGH
II	2001 - 3500	16	525	686	56-4	927	355	ISC7-0927-AGH
III	3501 - 4800	16	590	686	56-4	927	355	ISC7-0927-AGH

NOTA: En la Area del proyecto, se tiene un nivel de contaminación del tipo I, Según la Tabla II, de la Norma IEC-815 al cual le corresponde una mínima distancia de fuga específica nominal de: 16 [mm/kV]

**Figura 123.** Resultados de selección de aisladores TIPO PIN CLASE ANSI 56-4 para Sistema 22,9/13,2 kV  
Fuente: Elaboración Propia

Considerando el nivel de aislamiento requerido, las características de los aisladores, la capacidad de sostenimiento al impulso atmosférico del material de las estructuras, para la línea y red primaria, se determina el uso de los siguientes aisladores:

Estructuras de alineamiento:

Aislador de Porcelana Tipo Pin, Clase ANSI 56-3 y 56-4 Para zonas mayores a 3500 msnm se recomienda la utilización de los aisladores tipo PIN 56-4.

Estructuras de ángulo y anclaje:

Aislador Polimérico de 36 kV

Aislador PIN			56-3	56-4
Voltaje de Flameo Promedio	A frecuencia	Seco	125	140
	Industrial (kV RMS)	Húmedo	80	95
	Al impulso (kV pico)	Positivo	200	225
		Negativo	265	310
Línea de fuga (mm)			533	685

**Figura 124.** Características de los Aisladores Tipo Pin (Norma ANSI C29.6)

Fuente: Elaboración Propia

Aislador suspensión polimérico			
Voltaje de Flameo Promedio	A frecuencia	Seco	184
	Industrial (kV RMS)	Húmedo	142
	Al impulso (kV pico)	Positivo	286
		Negativo	300
Línea de fuga (mm)			927

**Figura 125.** Características de los Aisladores de Suspensión (Norma ANSI C29.6)

Fuente: Elaboración Propia

### Selección de Pararrayos

Tomando en cuenta lo mencionado en la fundamentación científica se tiene los siguientes resultados:

- Altura de instalación >3500 m.s.n.m.

Pararrayos de Oxido Metálico, 21 kV, 10 KA Clase 1, 170 kV-BIL.

- Altura de instalación <=3500 m.s.n.m.

Pararrayos de Oxido Metálico, 21 kV, 10 KA Clase 1, 150 kV-BIL.



TENSIÓN DE OPERACIÓN Y TIPO DE SISTEMA		22,9 kV ESTRELLA NEUTRO ATERRADO		Nivel de Contaminación		Ligera												
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANT</b>	<b>UNID</b>	<b>Pararrayos De:</b>															
TENSIÓN DE OPERACIÓN	22,90	kV	Vn [kV] : 21,00															
FACTOR DE FALLA A TIERRA	1,25	u	MCOV [kV] : 17,00															
PORCENTAJE DE ELEVACION DE LA TENSIÓN DE OPERACIÓN	5,00	%	FOW 10 KA [kV] : 67,30															
MARGEN DE SEGURIDAD PARA COMPENSAR POSIBLES EFECTOS DE DISTRIBUCIÓN NO UNIFORME A LO LARGO DEL PARARRAYOS	5,00	%	8/20us 10 KA [kV] : 61,20															
TENSIÓN DE MÁXIMA DE OPERACIÓN	25,25	kV																
MÁXIMA TENSIÓN DE OPERACIÓN CONTINUA. (MCOV)	14,58	kV																
SOBRE TENSIÓN TEMPORAL. (TOV)	18,23	kV																
<b>PARARRAYOS</b>		<b>m.s.n.m.</b>	<b>1000</b>	<b>1500</b>	<b>2000</b>	<b>2500</b>	<b>3000</b>	<b>3500</b>	<b>4000</b>	<b>4500</b>								
		<b>Fac. correc.</b>	1,00	1,06	1,13	1,19	1,25	1,31	1,38	1,44								
Tensión nominal del pararrayo (Ur)		kV	21	21	21	21	21	21	21	21								
Tensión continua de operación fase-tierra (Uc)		kV	17	17	17	17	17	17	17	17								
Corriente nominal de descarga a 8/20 µs (In)		kA	10	10	10	10	10	10	10	10								
Temperatura de operación		°C	- 40 a +40	- 40 a +40	- 40 a +40	- 40 a +40	- 40 a +40	- 40 a +40	- 40 a +40	- 40 a +40								
Frecuencia nominal		Hz	60	60	60	60	60	60	60	60								
Línea de fuga unitaria		mm/kV	16	16	16	16	16	16	16	16								
<b>Tensiones residuales</b>																		
- Frente de onda de 1 µs (steep)		kVp/Ur	2,60	4,00	2,60	4,00	2,60	4,00	2,60	4,00	2,60	4,00	2,60	4,00	2,60	4,00		
- Frente de onda de 8/20 µs (lightning)		kVp/Ur	2,30	3,60	2,30	3,60	2,30	3,60	2,30	3,60	2,30	3,60	2,30	3,60	2,30	3,60		
- Frente de onda de 30/60 µs (switching)		kVp/Ur	2,00	2,90	2,00	2,90	2,00	2,90	2,00	2,90	2,00	2,90	2,00	2,90	2,00	2,90		
<b>ENVOLVENTE AISLANTE</b>																		
Material			Oxido	Oxido	Oxido	Oxido	Oxido	Oxido	Oxido	Oxido								
Nivel de Aislamiento																		
- Tensión de sostenimiento a frecuencia industrial – humedo 1 min		kVp/Ur	2,120	3,074	2,253	3,266	2,385	3,458	2,518	3,650	2,650	3,843	2,783	4,035	2,915	4,227	3,048	4,419
- Tensión de sostenimiento al impulso 8/20 µs		kVp/Ur	2,990	4,680	3,177	4,973	3,364	5,265	3,551	5,558	3,738	5,850	3,924	6,143	4,111	6,435	4,298	6,728
<b>CALCULO DEL MARGEN DE PROTECCION</b>																		
Nivel de aislamiento corregido por altura		kV	22,90	24,33	25,76	27,19	28,63	30,06	31,49	32,92								
(*) Nivel básico de aislamiento (BIL) del transformador a proteger		kV	150,00	150,00	150,00	150,00	150,00	150,00	170,00	170,00								
Tensión residual al impulso de corriente con de 8/20 µs (lightning)		kVp	75,60	75,60	75,60	75,60	75,60	75,60	75,60	75,60								
<b>MARGEN DE PROTECCIÓN DEL PARARRAYOS PARA DESCARGAS ATMOSFERICAS (%)</b>			<b>98,4%</b>	<b>98,4%</b>	<b>98,4%</b>	<b>98,4%</b>	<b>98,4%</b>	<b>98,4%</b>	<b>124,9%</b>	<b>124,9%</b>	<b>124,9%</b>							
(*) Valor asumido en función a los niveles de protección de la IEC - 60071 teniendo en cuenta los niveles de tensión del sistema. Estos márgenes podrán ser afinados una vez que se disponga de los BIL de los transformadores existentes																		
<b>VALORES</b>																		
Línea de fuga		mm	336,0	336,0	336,0	336,0	336,0	336,0	336,0	336,0								
<b>Tensiones residuales del Pararrayos</b>																		
- Frente de onda de 1 µs (steep)		kVp	55	84	55	84	55	84	55	84	55	84	55	84	55	84		
- Frente de onda de 8/20 µs (lightning)		kVp	49	76	49	76	49	76	49	76	49	76	49	76	49	76		
- Frente de onda de 30/60 µs (switching)		kVp	42	61	42	61	42	61	42	61	42	61	42	61	42	61		
<b>Nivel de Aislamiento del Envolvente Aislante</b>																		
- Tensión de sostenimiento a frecuencia industrial – humedo 1 min		kVp	45	65	48	69	51	73	53	77	56	81	59	85	62	89	64	93
- Tensión de sostenimiento al impulso 8/20 µs		kVp	63	99	67	105	71	111	75	117	79	123	83	129	87	136	91	142

Figura 126. Resultados de selección de pararrayos para Sistema 22,9/13,2 kV  
Fuente: Elaboración Propia

• **Cálculos Mecánicos de las Redes en Media Tensión**

**Calculo Mecánico de Conductores:**

**CÁLCULO MECÁNICO DE CONDUCTORES de 35mm<sup>2</sup> AAAC - EDS 15%**

3001 m.s.n.m. < AREA < 4800 m.s.n.m.

<b>Conductor:</b>	AAAC	<b>Hipótesis I :</b>	Templado 9,4°C, S/V,	EDS 15% (Trotura)
<b>Sección:</b>	35mm <sup>2</sup>	<b>Hipótesis II :</b>	Máximo Esfuerzo 9,4°C, 90 km/h ,	60% Trotura
<b>Peso Unitario (kg/m)</b>	0,094 Kg/m	<b>Hipótesis III :</b>	Temperatura Máxima 40°C, S/V,	60% Trotura
<b>Tiro de Rotura (N)</b>	10360,6 N	<b>Hipótesis IV :</b>	Mínima Temperatura -5,4°C, S/V, S/H,	60% Trotura
<b>EDS</b>	15%	<b>Hipótesis V :</b>	Viento con Hielo -5,4°C, S/V, 6mm,	60% Trotura

Vano [m]	Desnivel [m]	HIPOTESIS I			HIPOTESIS II			HIPOTESIS III			HIPOTESIS IV			HIPOTESIS V		
		H (N)	T (N)	F (m)	H (N)	T (N)	F (m)	H (N)	T (N)	F (m)	H (N)	T (N)	F (m)	H (N)	T (N)	F (m)
20,0	4,00	741,5	758,1	0,06	997,3	1023,5	0,15	172,8	178,3	0,27	1416,0	1445,9	0,03	1546,5	1583,8	0,11
30,0	6,00	780,3	798,6	0,14	1174,2	1207,4	0,30	247,8	255,8	0,43	1418,9	1449,8	0,07	1667,1	1710,5	0,22
40,0	8,00	822,7	842,9	0,23	1337,9	1377,8	0,46	317,0	327,5	0,59	1422,7	1454,7	0,13	1795,6	1845,2	0,36
50,0	10,00	865,6	887,6	0,34	1489,5	1536,0	0,65	381,3	394,1	0,77	1427,3	1460,3	0,21	1924,0	1979,9	0,53
60,0	12,00	907,1	931,0	0,47	1630,7	1683,6	0,85	441,2	456,3	0,96	1432,4	1466,6	0,30	2049,0	2111,2	0,72
70,0	14,00	946,6	972,4	0,61	1762,8	1822,1	1,07	497,2	514,6	1,16	1437,9	1473,2	0,40	2169,5	2237,9	0,93
80,0	16,00	983,9	1011,4	0,76	1887,1	1952,5	1,31	549,8	569,3	1,37	1443,6	1480,0	0,52	2285,0	2359,6	1,15
90,0	18,00	1018,7	1048,1	0,93	2004,4	2075,9	1,56	599,1	620,7	1,59	1449,4	1487,0	0,66	2395,5	2476,3	1,39
100,0	20,00	1051,3	1082,3	1,12	2115,4	2193,0	1,82	645,4	669,0	1,82	1455,1	1493,9	0,81	2501,2	2588,1	1,64
110,0	22,00	1081,6	1114,4	1,32	2220,8	2304,3	2,10	689,0	714,7	2,07	1460,7	1500,7	0,97	2602,2	2695,2	1,90
120,0	24,00	1109,8	1144,2	1,53	2321,0	2410,3	2,39	730,1	757,7	2,32	1466,1	1507,3	1,15	2698,8	2797,8	2,19
130,0	26,00	1136,0	1172,1	1,75	2416,4	2511,5	2,69	768,8	798,3	2,59	1471,3	1513,6	1,35	2791,3	2896,2	2,48
140,0	28,00	1160,4	1198,1	1,99	2507,4	2608,3	3,01	805,3	836,7	2,86	1476,2	1519,8	1,56	2879,7	2990,6	2,79
150,0	30,00	1183,1	1222,4	2,24	2594,3	2700,9	3,34	839,7	873,0	3,15	1480,9	1525,6	1,79	2964,4	3081,2	3,11
160,0	32,00	1204,2	1245,1	2,50	2677,4	2789,7	3,68	872,2	907,4	3,45	1485,2	1531,2	2,03	3045,6	3168,2	3,44
170,0	34,00	1223,8	1266,3	2,78	2756,8	2874,8	4,04	902,9	939,9	3,76	1489,3	1536,6	2,28	3123,4	3251,9	3,79
180,0	36,00	1242,1	1286,1	3,07	2832,9	2956,5	4,41	931,9	970,7	4,09	1493,2	1541,7	2,55	3198,0	3332,3	4,15
190,0	38,00	1259,1	1304,6	3,37	2905,8	3035,1	4,79	959,4	999,9	4,43	1496,7	1546,5	2,84	3269,5	3409,7	4,52
200,0	40,00	1274,9	1322,0	3,69	2975,7	3110,5	5,18	985,3	1027,6	4,78	1500,1	1551,1	3,14	3338,2	3484,1	4,91
210,0	42,00	1289,7	1338,3	4,02	3042,8	3183,1	5,59	1009,9	1053,9	5,14	1503,2	1555,5	3,45	3404,1	3555,9	5,31
220,0	44,00	1303,5	1353,5	4,37	3107,2	3253,0	6,00	1033,1	1078,8	5,51	1506,1	1559,6	3,78	3467,5	3625,0	5,72
230,0	46,00	1316,3	1367,9	4,73	3169,0	3320,4	6,43	1055,1	1102,5	5,90	1508,8	1563,6	4,12	3528,3	3691,5	6,15
240,0	48,00	1328,3	1381,4	5,10	3228,3	3385,2	6,88	1075,9	1125,1	6,30	1511,3	1567,4	4,48	3586,8	3755,8	6,58
250,0	50,00	1339,5	1394,1	5,49	3285,4	3447,8	7,33	1095,6	1146,5	6,71	1513,6	1571,0	4,86	3642,9	3817,7	7,03

**Figura 127.** Resultados de cálculo mecánico de conductores de 35 mm<sup>2</sup> AAAC – EDS 15%

Fuente: Elaboración Propia

### CÁLCULO MECÁNICO DE CONDUCTORES de 35mm<sup>2</sup> AAAC - EDS 15%

3001 m.s.n.m. < AREA < 4800 m.s.n.m.

<b>Conductor:</b>	AAAC	<b>Hipótesis I:</b>	Templado 9,4°C, S/V, EDS 15% (Trotura)
<b>Sección:</b>	35mm <sup>2</sup>	<b>Hipótesis II:</b>	Máximo Esfuerzo 9,4°C, 90 km/h , 60% Trotura
<b>Peso Unitario (kg/m)</b>	0,094 Kg/m	<b>Hipótesis III:</b>	Temperatura Máxima 40°C, S/V, 60% Trotura
<b>Tiro de Rotura (N)</b>	10360,6 N	<b>Hipótesis IV:</b>	Mínima Temperatura -5,4°C, S/V, S/H, 60% Trotura
<b>EDS</b>	15%	<b>Hipótesis V:</b>	Viento con Hielo -5,4°C, S/V, 6mm, 60% Trotura

Vano [m]	Desnivel [m]	HIPOTESIS I			HIPOTESIS II			HIPOTESIS III			HIPOTESIS IV			HIPOTESIS V		
		H (N)	T (N)	F (m)	H (N)	T (N)	F (m)	H (N)	T (N)	F (m)	H (N)	T (N)	F (m)	H (N)	T (N)	F (m)
260,0	52,00	1350,0	1406,1	5,89	3340,2	3508,1	7,80	1114,3	1166,9	7,14	1515,7	1574,5	5,25	3697,0	3877,5	7,50
270,0	54,00	1359,8	1417,4	6,31	3392,9	3566,4	8,28	1132,0	1186,3	7,58	1517,8	1577,9	5,65	3748,9	3935,2	7,97
280,0	56,00	1369,0	1428,1	6,74	3443,6	3622,6	8,78	1148,9	1204,7	8,03	1519,6	1581,1	6,07	3798,9	3991,0	8,46
290,0	58,00	1377,6	1438,2	7,18	3492,4	3676,9	9,28	1164,8	1222,4	8,50	1521,4	1584,2	6,50	3847,0	4044,8	8,96
300,0	60,00	1385,7	1447,8	7,64	3539,4	3729,4	9,80	1180,0	1239,2	8,98	1523,0	1587,2	6,95	3893,3	4096,9	9,48
310,0	62,00	1393,3	1456,9	8,11	3584,6	3780,1	10,34	1194,4	1255,2	9,47	1524,5	1590,1	7,41	3937,9	4147,2	10,01
320,0	64,00	1400,5	1465,5	8,60	3628,2	3829,1	10,88	1208,0	1270,5	9,98	1526,0	1592,9	7,89	3980,8	4195,9	10,55
330,0	66,00	1407,2	1473,8	9,11	3670,1	3876,6	11,44	1221,0	1285,2	10,50	1527,3	1595,6	8,39	4022,2	4243,1	11,10
340,0	68,00	1413,5	1481,6	9,62	3710,5	3922,5	12,01	1233,4	1299,2	11,03	1528,5	1598,3	8,90	4062,0	4288,7	11,67
350,0	70,00	1419,4	1489,1	10,15	3749,5	3967,0	12,60	1245,1	1312,6	11,58	1529,7	1600,8	9,42	4100,4	4332,9	12,25
360,0	72,00	1425,0	1496,2	10,70	3787,0	4010,1	13,20	1256,3	1325,4	12,14	1530,8	1603,4	9,96	4137,4	4375,7	12,85
370,0	74,00	1430,3	1503,0	11,26	3823,2	4051,9	13,81	1267,0	1337,8	12,72	1531,8	1605,8	10,52	4173,0	4417,2	13,46
380,0	76,00	1435,3	1509,6	11,84	3858,1	4092,3	14,44	1277,1	1349,6	13,31	1532,8	1608,3	11,09	4207,4	4457,5	14,08
390,0	78,00	1440,0	1515,8	12,43	3891,8	4131,6	15,08	1286,8	1360,9	13,92	1533,7	1610,6	11,67	4240,6	4496,5	14,71
400,0	80,00	1444,5	1521,9	13,04	3924,2	4169,7	15,73	1296,0	1371,8	14,54	1534,5	1613,0	12,27	4272,6	4534,4	15,36
410,0	82,00	1448,7	1527,7	13,66	3955,6	4206,6	16,39	1304,8	1382,2	15,17	1535,3	1615,3	12,89	4303,4	4571,2	16,03
420,0	84,00	1452,7	1533,2	14,29	3985,8	4242,5	17,07	1313,2	1392,3	15,82	1536,1	1617,5	13,52	4333,2	4606,9	16,70
430,0	86,00	1456,5	1538,6	14,94	4015,0	4277,4	17,77	1321,2	1402,0	16,48	1536,8	1619,8	14,16	4361,9	4641,6	17,39
440,0	88,00	1460,1	1543,8	15,61	4043,2	4311,3	18,48	1328,8	1411,3	17,16	1537,5	1622,0	14,82	4389,7	4675,4	18,10
450,0	90,00	1463,5	1548,8	16,29	4070,4	4344,2	19,20	1336,1	1420,4	17,85	1538,1	1624,2	15,50	4416,5	4708,2	18,82
460,0	92,00	1466,7	1553,7	16,99	4096,8	4376,3	19,93	1343,1	1429,0	18,55	1538,7	1626,4	16,19	4442,4	4740,1	19,55
470,0	94,00	1469,8	1558,4	17,70	4122,2	4407,4	20,68	1349,8	1437,4	19,28	1539,3	1628,5	16,90	4467,4	4771,2	20,29
480,0	96,00	1472,7	1562,9	18,42	4146,7	4437,8	21,44	1356,2	1445,5	20,01	1539,8	1630,6	17,62	4491,5	4801,4	21,05
490,0	98,00	1475,5	1567,3	19,16	4170,5	4467,3	22,22	1362,3	1453,4	20,76	1540,3	1632,7	18,35	4514,9	4830,9	21,83
500,0	100,00	1478,1	1571,7	19,92	4193,4	4496,1	23,01	1368,2	1461,0	21,53	1540,8	1634,8	19,11	4537,4	4859,6	22,62

**Figura 128.** Resultados de cálculo mecánico de conductores de 35 mm<sup>2</sup> AAAC – EDS 15%, continuación 1

Fuente: Elaboración Propia

### CÁLCULO MECÁNICO DE CONDUCTORES de 35mm<sup>2</sup> AAAC - EDS 15%

3001 m.s.n.m. < AREA < 4800 m.s.n.m.

<b>Conductor:</b>	AAAC	<b>Hipótesis I:</b>	Templado 9,4°C, S/V,	EDS 15% (Trotura)
<b>Sección:</b>	35mm <sup>2</sup>	<b>Hipótesis II:</b>	Máximo Esfuerzo 9,4°C, 90 km/h , 60% Trotura	
<b>Peso Unitario (kg/m)</b>	0,094 Kg/m	<b>Hipótesis III:</b>	Temperatura Máxima 40°C, S/V, 60% Trotura	
<b>Tiro de Rotura (N)</b>	10360,6 N	<b>Hipótesis IV:</b>	Mínima Temperatura -5,4°C, S/V, S/H, 60% Trotura	
<b>EDS</b>	15%	<b>Hipótesis V:</b>	Viento con Hielo -5,4°C, S/V, 6mm, 60% Trotura	

Vano [m]	Desnivel [m]	HIPOTESIS I			HIPOTESIS II			HIPOTESIS III			HIPOTESIS IV			HIPOTESIS V		
		H (N)	T (N)	F (m)	H (N)	T (N)	F (m)	H (N)	T (N)	F (m)	H (N)	T (N)	F (m)	H (N)	T (N)	F (m)
510,0	102,00	1480,7	1575,8	20,69	4215,6	4524,2	23,82	1373,8	1468,3	22,31	1541,3	1636,9	19,87	4559,2	4887,6	23,42
520,0	104,00	1483,1	1579,9	21,48	4237,1	4551,5	24,64	1379,2	1475,5	23,10	1541,7	1639,0	20,66	4580,3	4915,0	24,24
530,0	106,00	1485,4	1583,9	22,28	4257,9	4578,2	25,47	1384,3	1482,4	23,91	1542,2	1641,1	21,45	4600,7	4941,6	25,07
540,0	108,00	1487,5	1587,8	23,09	4278,0	4604,3	26,32	1389,3	1489,1	24,73	1542,5	1643,2	22,27	4620,5	4967,6	25,92
550,0	110,00	1489,6	1591,6	23,92	4297,4	4629,7	27,18	1394,0	1495,6	25,57	1542,9	1645,2	23,09	4639,6	4993,1	26,78
560,0	112,00	1491,6	1595,4	24,77	4316,2	4654,5	28,06	1398,6	1502,0	26,43	1543,3	1647,3	23,94	4658,1	5017,9	27,65
570,0	114,00	1493,5	1599,0	25,63	4334,5	4678,8	28,95	1403,0	1508,2	27,30	1543,6	1649,3	24,80	4676,0	5042,2	28,54
580,0	116,00	1495,4	1602,6	26,51	4352,1	4702,5	29,86	1407,2	1514,2	28,18	1544,0	1651,4	25,67	4693,3	5065,9	29,44
590,0	118,00	1497,1	1606,1	27,40	4369,2	4725,7	30,78	1411,2	1520,1	29,08	1544,3	1653,4	26,56	4710,1	5089,2	30,36
600,0	120,00	1498,8	1609,6	28,31	4385,8	4748,4	31,71	1415,1	1525,8	29,99	1544,6	1655,5	27,47	4726,3	5111,9	31,29
610,0	122,00	1500,4	1612,9	29,23	4401,8	4770,7	32,66	1418,9	1531,4	30,92	1544,9	1657,5	28,39	4742,1	5134,2	32,24
620,0	124,00	1501,9	1616,3	30,17	4417,4	4792,4	33,62	1422,4	1536,8	31,87	1545,1	1659,6	29,32	4757,3	5156,0	33,20
630,0	126,00	1503,4	1619,6	31,12	4432,5	4813,8	34,60	1425,9	1542,1	32,82	1545,4	1661,7	30,27	4772,1	5177,4	34,18
640,0	128,00	1504,8	1622,8	32,09	4447,1	4834,6	35,59	1429,2	1547,3	33,80	1545,6	1663,7	31,24	4786,4	5198,4	35,17
650,0	130,00	1506,1	1626,0	33,08	4461,3	4855,1	36,60	1432,5	1552,4	34,79	1545,9	1665,8	32,22	4800,3	5219,0	36,18
660,0	132,00	1507,5	1629,2	34,07	4475,0	4875,2	37,62	1435,6	1557,4	35,79	1546,1	1667,8	33,22	4813,8	5239,2	37,20
670,0	134,00	1508,7	1632,3	35,09	4488,4	4895,0	38,66	1438,5	1562,3	36,81	1546,3	1669,9	34,23	4826,9	5259,0	38,23
680,0	136,00	1509,9	1635,4	36,12	4501,3	4914,3	39,71	1441,4	1567,1	37,85	1546,5	1672,0	35,26	4839,6	5278,5	39,28
690,0	138,00	1511,1	1638,5	37,16	4513,9	4933,4	40,78	1444,2	1571,8	38,90	1546,8	1674,1	36,30	4851,9	5297,6	40,35
700,0	140,00	1512,2	1641,5	38,22	4526,1	4952,0	41,86	1446,9	1576,5	39,96	1546,9	1676,1	37,36	4863,9	5316,5	41,43
710,0	142,00	1513,2	1644,5	39,30	4538,0	4970,4	42,96	1449,5	1581,0	41,04	1547,1	1678,2	38,43	4875,5	5335,0	42,52
720,0	144,00	1514,3	1647,4	40,39	4549,5	4988,5	44,07	1452,0	1585,5	42,14	1547,3	1680,3	39,52	4886,7	5353,2	43,63
730,0	146,00	1515,3	1650,4	41,50	4560,7	5006,3	45,19	1454,4	1589,9	43,25	1547,5	1682,4	40,63	4897,7	5371,1	44,76
740,0	148,00	1516,2	1653,3	42,62	4571,5	5023,8	46,34	1456,7	1594,2	44,38	1547,7	1684,6	41,75	4908,3	5388,8	45,90
750,0	150,00	1517,2	1656,2	43,76	4582,1	5041,0	47,49	1459,0	1598,5	45,52	1547,8	1686,7	42,88	4918,6	5406,2	47,05

**Figura 129.** Resultados de cálculo mecánico de conductores de 35 mm<sup>2</sup> AAAC – EDS 15%, continuación 2

Fuente: Elaboración Propia

**CÁLCULO MECÁNICO DE CONDUCTORES de 35mm<sup>2</sup> AAAC - EDS 15%**

3001 ms.n.m. < AREA < 4800 ms.n.m.

<b>Conductor:</b>	AAAC	<b>Hipótesis I:</b>	Templado 9,4°C, S/V, EDS 15% (Trotura)
<b>Sección:</b>	35mm <sup>2</sup>	<b>Hipótesis II:</b>	Máximo Esfuerzo 9,4°C, 90 km/h , 60% Trotura
<b>Peso Unitario (kg/m)</b>	0,094 Kg/m	<b>Hipótesis III:</b>	Temperatura Máxima 40°C, S/V, 60% Trotura
<b>Tiro de Rotura (N)</b>	10360,6 N	<b>Hipótesis IV:</b>	Mínima Temperatura -5,4°C, S/V, S/H, 60% Trotura
<b>EDS</b>	15%	<b>Hipótesis V:</b>	Viento con Hielo -5,4°C, S/V, 6mm, 60% Trotura

Vano [m]	Desnivel [m]	HIPOTESIS I			HIPOTESIS II			HIPOTESIS III			HIPOTESIS IV			HIPOTESIS V		
		H (N)	T (N)	F (m)	H (N)	T (N)	F (m)	H (N)	T (N)	F (m)	H (N)	T (N)	F (m)	H (N)	T (N)	F (m)
760,0	152,00	1518,0	1659,1	44,91	4592,3	5058,0	48,66	1461,1	1602,7	46,67	1548,0	1688,8	44,04	4928,6	5423,4	48,22
770,0	154,00	1518,9	1661,9	46,08	4602,3	5074,7	49,85	1463,2	1606,8	47,85	1548,1	1690,9	45,20	4938,4	5440,3	49,40
780,0	156,00	1519,7	1664,8	47,26	4612,0	5091,2	51,05	1465,3	1610,9	49,03	1548,3	1693,1	46,38	4947,9	5457,0	50,60
790,0	158,00	1520,5	1667,6	48,46	4621,4	5107,4	52,27	1467,3	1614,9	50,24	1548,4	1695,2	47,58	4957,1	5473,4	51,82
800,0	160,00	1521,3	1670,4	49,68	4630,6	5123,5	53,50	1469,2	1618,9	51,46	1548,5	1697,4	48,80	4966,1	5489,7	53,05
810,0	162,00	1522,1	1673,3	50,91	4639,5	5139,3	54,74	1471,0	1622,8	52,69	1548,7	1699,6	50,02	4974,8	5505,7	54,29
820,0	164,00	1522,8	1676,0	52,15	4648,2	5154,9	56,01	1472,8	1626,7	53,94	1548,8	1701,8	51,27	4983,3	5521,6	55,56
830,0	166,00	1523,5	1678,8	53,41	4656,6	5170,4	57,28	1474,6	1630,6	55,20	1548,9	1704,0	52,53	4991,5	5537,3	56,83
840,0	168,00	1524,2	1681,6	54,69	4664,8	5185,6	58,58	1476,2	1634,4	56,48	1549,0	1706,2	53,80	4999,5	5552,8	58,12
850,0	170,00	1524,8	1684,4	55,98	4672,8	5200,7	59,88	1477,9	1638,1	57,78	1549,1	1708,4	55,09	5007,4	5568,1	59,43
860,0	172,00	1525,5	1687,1	57,29	4680,6	5215,6	61,20	1479,5	1641,9	59,09	1549,3	1710,6	56,40	5015,0	5583,3	60,75
870,0	174,00	1526,1	1689,9	58,61	4688,2	5230,4	62,54	1481,0	1645,6	60,42	1549,4	1712,8	57,72	5022,4	5598,3	62,09
880,0	176,00	1526,7	1692,6	59,95	4695,6	5245,0	63,90	1482,5	1649,2	61,76	1549,5	1715,1	59,06	5029,6	5613,1	63,44
890,0	178,00	1527,2	1695,4	61,31	4702,8	5259,4	65,26	1483,9	1652,9	63,12	1549,6	1717,3	60,41	5036,6	5627,9	64,80
900,0	180,00	1527,8	1698,1	62,68	4709,8	5273,7	66,65	1485,3	1656,5	64,49	1549,7	1719,6	61,78	5043,5	5642,4	66,19
910,0	182,00	1528,3	1700,9	64,06	4716,6	5287,9	68,05	1486,7	1660,0	65,88	1549,8	1721,9	63,17	5050,1	5656,9	67,59
920,0	184,00	1528,9	1703,6	65,46	4723,3	5301,9	69,46	1488,0	1663,6	67,28	1549,8	1724,2	64,57	5056,7	5671,2	69,00
930,0	186,00	1529,4	1706,3	66,88	4729,8	5315,8	70,89	1489,3	1667,1	68,70	1549,9	1726,5	65,98	5063,0	5685,4	70,43
940,0	188,00	1529,9	1709,1	68,31	4736,1	5329,6	72,34	1490,6	1670,6	70,14	1550,0	1728,8	67,42	5069,2	5699,5	71,87
950,0	190,00	1530,4	1711,8	69,76	4742,3	5343,3	73,80	1491,8	1674,1	71,59	1550,1	1731,1	68,86	5075,2	5713,5	73,33
960,0	192,00	1530,8	1714,5	71,23	4748,3	5356,8	75,27	1492,9	1677,6	73,06	1550,2	1733,4	70,33	5081,1	5727,4	74,81
970,0	194,00	1531,3	1717,2	72,71	4754,2	5370,3	76,76	1494,1	1681,0	74,54	1550,3	1735,8	71,80	5086,8	5741,2	76,30
980,0	196,00	1531,7	1720,0	74,20	4759,9	5383,6	78,27	1495,2	1684,4	76,04	1550,3	1738,1	73,30	5092,4	5754,9	77,80
990,0	198,00	1532,1	1722,7	75,71	4765,5	5396,9	79,79	1496,3	1687,8	77,55	1550,4	1740,5	74,81	5097,9	5768,5	79,32
1000,0	200,00	1532,6	1725,5	77,24	4770,9	5410,1	81,33	1497,4	1691,2	79,08	1550,5	1742,9	76,33	5103,2	5782,0	80,86

*Figura 130.* Resultados de cálculo mecánico de conductores de 35 mm<sup>2</sup> AAAC – EDS 15%, continuación 3

Fuente: Elaboración Propia



**CALCULO MECANICO DE LAS ESTRUCTURAS DE MADERA PARA LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN 1Ø-MRT**

Datos del Poste				Datos del Conductor		Datos del Aislador		Datos de la Retenida	
Tipo de Armado	<b>PS1-0/PA1-0</b>	Coef. del Material (K)	1	Secc. mm <sup>2</sup>	35	Tipo	<b>PIN 56/3</b>	$\alpha$ °	37
Función	Suspensión	Momento Inercia cm <sup>4</sup>	38	Diám. mm	7,5	Long.mm	197	Alt. de Aplic. 1ra Ret. (m)	10,315
Tipo de poste	<b>12m - C 5</b>	Factor de Seguridad	<b>2,5</b>	Peso unit.N/n	0,92	Ø mm	267	Alt. de Aplic. 2da Ret. (m)	
Long. del poste m	12,0	Carga Rotura N	8.450	Alt. Cond.1 m	<b>10,54</b>	Peso (Todas las Fases) N	75,46	Alt. de Aplic. 3ra Ret. (m)	
Long. de empot. m	1,8	Carga Trabajo N	3.380		<b>0,00</b>	F.Viel/Ais N	12,18679802	Ø <sub>ex</sub> mm	10,00
Altura útil poste m	10,2	Esfuerzo Máx. Mpa	49,0		<b>0,00</b>			Rotura N	30.931
Circ. en punta cm	15,00	Módulo Elast. Mpa	10.200	Num. Fases	1				
Circ. línea tierra cm	26,00	Peso del poste N	6.684						
Sección Empot.cm <sup>2</sup>	54	Carga <sub>pos</sub> N	902,3	<b>Datos del C. Guarda</b>		<b>Datos Generales</b>			
Ø punta	4,8			Material	-	Peso <sub>cruce</sub> N	782	Velocidad km/h	70
Ø tierra	8,3			Secc. mm <sup>2</sup>	-	Peso <sub>opera</sub> N	980	Altitud m.s.n.m.	3000
Ø amarre	5,27			Diám. mm	0	Peso <sub>extra</sub> (SE, Capac., etc.)N	0	Presión N/m <sup>2</sup>	232
P*	2,5			Peso unit.N/n	0,00				
					0,00				

Vano Viento (m)	Tiro Horiz.I-N Condición Max. Esf.	MVC N-m	MTC N-m	MVP N-m	MRN N-m	RH (MPa)	F.S. ≥2,5	Feq-N	F.S. ≥2,5	Requer. de Reten.	Número de Reten.	Carga Verfic. Total N	F.S. Por Pandeo ≥ 1,8	F.S. Reten. ≥ 1,5
		Momento viento sob. conduct.	Momento carga sob. conduct.	Momento Viento sob. Estructura	Momento total Estructura	Esfuerzo en la línea de tierra	Factor Seg. S/Retenida	Fuerza Equiv. Punta	F. S. Fuerza C/Retenida					
<b>Ángulo: 5</b>														
280	3.444	5.123	3.166	716	9.006	161,84	0,30	939	0,47	SI	1	10.324	0,1	60,64
300	3.539	5.489	3.254	716	9.460	170,00	0,29	986	0,44	SI	1	10.420	0,1	59,00
320	3.628	5.855	3.336	716	9.908	178,05	0,28	1.033	0,41	SI	1	10.513	0,1	57,56
340	3.711	6.221	3.412	716	10.349	185,98	0,26	1.079	0,39	SI	1	10.606	0,1	56,28
360	3.787	6.587	3.482	716	10.786	193,83	0,25	1.125	0,37	SI	1	10.698	0,1	55,14
380	3.858	6.953	3.548	716	11.217	201,58	0,24	1.170	0,36	SI	1	10.788	0,1	54,13
400	3.924	7.319	3.608	716	11.644	209,25	0,23	1.214	0,34	SI	1	10.877	0,1	53,21
420	3.986	7.685	3.665	716	12.066	216,84	0,23	1.258	0,32	SI	1	10.966	0,1	52,39
<b>Ángulo: 10 (Suspensión-Angular 5º-30º)</b>														
280	3.444	5.109	6.327	716	12.152	218,38	0,22	1.267	0,47	SI	1	9.981	0,1	30,35
300	3.539	5.474	6.503	716	12.693	228,10	0,21	1.324	0,44	SI	1	10.050	0,1	29,53
320	3.628	5.839	6.666	716	13.221	237,59	0,21	1.379	0,42	SI	1	10.117	0,1	28,81
340	3.711	6.204	6.817	716	13.737	246,86	0,20	1.432	0,39	SI	1	10.182	0,1	28,17
360	3.787	6.568	6.958	716	14.242	255,94	0,19	1.485	0,37	SI	1	10.246	0,1	27,60
380	3.858	6.933	7.088	716	14.738	264,85	0,19	1.537	0,36	SI	1	10.309	0,1	27,09
400	3.924	7.298	7.210	716	15.224	273,59	0,18	1.588	0,34	SI	1	10.371	0,1	26,63
420	3.986	7.663	7.323	716	15.702	282,18	0,17	1.637	0,33	SI	1	10.432	0,1	26,22

**Figura 132.** Resultados de cálculo mecánico de estructuras de madera PS1-0/PA1-0 para línea de distribución 1Ø-MRT, continuación

Fuente: Elaboración Propia

**CALCULO MECANICO DE LAS ESTRUCTURAS DE MADERA PARA LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN 1Ø-MRT**

Datos del Poste				Datos del Conductor		Datos del Aislador		Datos de la Retenida	
Tipo de Armado	<b>PA2-0</b>	Coef. del Material (K)	1	Material	AAAC	Tipo	Suspensión 2x5/3	$\alpha$ °	37
Tipo	<b>12m - C 5</b>	Momento Inercia cm <sup>4</sup>	30	Secc. mm <sup>2</sup>	35	Long.mm	292	Alt. m	3,3
Long. del poste m	12,0	Factor de Seguridad	2,5	Diám. mm	7,5	Ø mm	254	Ø <sub>ex</sub> mm	7,94
Long. de empot. m	1,8	Carga Rotura N	8.450	Peso unit.N/m	0,92	Peso N	102	Rotura N	30.931
Altura útil poste m	10,2	Carga Trabajo N	3.380	Alt. Cond.1	9,98	F.Vie/Ais N	17	Carga <sub>pos</sub> N	807
Circ. en punta cm	15,0	Esfuerzo Máx. Mpa	49,0	Num. Fases	1	<b>Datos Generales</b>			
Circ. línea tierra cm	26	Módulo Elast. Mpa	10.200	<b>Datos del C.Guarda</b>		Peso <sub>cruce</sub> N	300	Viento	
Sección Empot.cm <sup>2</sup>	54	Peso del poste N	6.684	Material	-	Peso <sub>coera</sub> N	785	Velocidad km/h	70
Aplic. del Pcr cm	17,44			Secc. mm <sup>2</sup>	-			Altitud m.s.n.m.	3000
				Diám. mm	0			Presión N/m <sup>2</sup>	232
				Peso unit.N/m	0,00				
					0,00				

Vano Viento (m)	Tiro Horiz.I-N Condición Conductor	MVC N-m	MTCN-m	MVP N-m	MRN N-m	RH (MPa)	F.S. ≥ 2,5	Feq-N	F.S. ≥ 2,5	Requer. de Reten.	Número de Reten.	Carga Vertic. Total N	F.S. Por Pandeo ≥ 1,8
		Momento viento sob. conduct.	Momento carga sob. conduct.	Momento Viento sob. Estructura	Momento total Estructura	Esfuerzo en la línea de tierra	Factor Seg. Esfuerzo S/Retenida	Fuerza Equiv. Punta	F. S. Fuerza C/Retenida				
<b>Ángulo: 40</b>													
260	3.340	4.235	22.791	716	27.742	498,55	0,10	2.893	0,6	SI	2	12.701	0,1
280	3.444	4.561	23.497	716	28.774	517,09	0,09	3.000	0,5	SI	2	12.755	0,1
300	3.539	4.886	24.150	716	29.753	534,69	0,09	3.103	0,5	SI	2	12.958	0,1
320	3.628	5.212	24.756	716	30.684	551,43	0,09	3.200	0,5	SI	2	13.154	0,1
340	3.711	5.538	25.318	716	31.572	567,38	0,09	3.292	0,4	SI	2	13.344	0,1
360	3.787	5.864	25.840	716	32.420	582,61	0,08	3.381	0,4	SI	2	13.528	0,1
380	3.858	6.190	26.325	716	33.231	597,18	0,08	3.465	0,4	SI	2	13.708	0,1
400	3.924	6.515	26.776	716	34.008	611,15	0,08	3.546	0,4	SI	2	13.883	0,1
<b>Ángulo: 50</b>													
260	3.340	4.084	28.162	716	32.963	592,37	0,08	3.437	0,6	SI	3	13.256	0,1
280	3.444	4.399	29.034	716	34.149	613,69	0,08	3.561	0,5	SI	3	13.487	0,1
300	3.539	4.713	29.842	716	35.271	633,84	0,08	3.678	0,5	SI	3	13.709	0,1
320	3.628	5.027	30.590	716	36.333	652,94	0,08	3.789	0,5	SI	3	13.922	0,1
340	3.711	5.341	31.284	716	37.342	671,06	0,07	3.894	0,5	SI	3	14.129	0,1
360	3.787	5.655	31.929	716	38.301	688,30	0,07	3.994	0,4	NO	3	9.116	0,1
380	3.858	5.970	32.529	716	39.214	704,71	0,07	4.089	0,4	NO	3	9.185	0,1
400	3.924	6.284	33.086	716	40.086	720,38	0,07	4.180	0,4	NO	3	9.254	0,1

**Figura 133.** Resultados de cálculo mecánico de estructuras de madera PA2-0 para línea de distribución 1Ø-MRT

Fuente: Elaboración Propia



**CALCULO MECANICO DE LAS ESTRUCTURAS DE MADERA PARA LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN 1Ø-MRT**

Datos del Poste				Datos del Conductor		Datos del Aislador		Datos de la Retenida	
Tipo de Armado	<b>PA2-0</b>			Material	AAAC	Tipo	Suspensión 2x52/3	$\alpha$ °	37
Tipo	<b>12m - C 5</b>	Coef. del Material (K)	1	Secc. mm <sup>2</sup>	35	Long.mm	292	Alt. m	3,3
Long. del poste m	12,0	Momento Inercia cm <sup>4</sup>	30	Diám. mm	7,5	Ø mm	254	Ø <sub>ex</sub> mm	7,94
Long. de empot. m	1,8	Factor de Seguridad	2,5	Peso unit.N/m	0,92	Peso N	102	Rotura N	30.931
Altura útil poste m	10,2	Carga Rotura N	8.450	Alt. Cond.1	9,98	F.Vie/Ais N	17	Carga <sub>pos</sub> N	807
Circ. en punta cm	15,0	Carga Trabajo N	3.380		0,00	<b>Datos Generales</b>			
Circ. línea tierra cm	26	Esfuerzo Máx. Mpa	49,0		0,00				
Sección Empot.cm <sup>2</sup>	54	Módulo Elast. Mpa	10.200	Num. Fases	1	Peso <sub>cruce</sub> N	300	Viento	
Aplic. del Pcr cm	17,44	Peso del poste N	6.684	<b>Datos del C. Guarda</b>		Peso <sub>opera</sub> N	785	Velocidad km/h	70
				Material	-			Altitud m.s.n.m.	3000
				Secc. mm <sup>2</sup>	-			Presión N/m <sup>2</sup>	232
				Diám. mm	0				
				Peso unit.N/m	0,00				
					0,00				

Vano	Tiro Horiz.l-N	MVC N-m	MTC N-m	MVP N-m	MRN N-m	RH (MPa)	F.S. ≥ 2,5	Feq-N	F.S. ≥ 2,5	Requer. de Reten.	Número de Reten.	Carga Vertic. Total N	F.S. Por Pandeo ≥ 1,8
		Momento viento sob. conduct.	Momento carga sob. conduct.	Momento viento sob. Estructura	Momento total Estructura	Esfuerzo en la línea de tierra	Factor Seg. Esfuerzo S/Retenida	Fuerza Equiv. Punta	F. S. Fuerza C/Retenida				
Viento (m)	Condición Conductor												
Ángulo: 60													
260	3.340	3.903	33.318	716	37.937	681,77	0,07	3.956	0,6	NO	3	8.770	0,1
280	3.444	4.203	34.350	716	39.270	705,71	0,07	4.095	0,6	NO	3	8.839	0,1
300	3.539	4.503	35.306	716	40.525	728,27	0,07	4.226	0,5	NO	3	8.908	0,1
320	3.628	4.804	36.191	716	41.711	749,58	0,07	4.349	0,5	NO	3	8.977	0,1
340	3.711	5.104	37.013	716	42.832	769,74	0,06	4.466	0,5	NO	3	9.046	0,1
360	3.787	5.404	37.775	716	43.896	788,84	0,06	4.577	0,4	NO	3	9.116	0,1
380	3.858	5.704	38.485	716	44.905	806,98	0,06	4.682	0,4	NO	3	9.185	0,1
400	3.924	6.005	39.144	716	45.865	824,23	0,06	4.783	0,4	NO	3	9.254	0,1

**Figura 134.** Resultados de cálculo mecánico de estructuras de madera PA2-0 para línea de distribución 1Ø-MRT, continuación  
Fuente: Elaboración Propia

**CALCULO MECANICO DE LAS ESTRUCTURAS DE MADERA PARA LINEAS DE DISTRIBUCION 1Ø-MRT**

Datos del Poste				Datos del Conductor		Datos del Aislador		Datos de la Retenida	
Tipo de Armado	<b>PA3-0</b>	Coef. del Material (K)	1	Material	AAAC	Tipo	<b>Suspensión 4x52/3</b>	$\alpha$ °	37
Tipo	<b>12m - C 5</b>	Momento Inercia cm <sup>4</sup>	30	Secc. mm <sup>2</sup>	<b>35</b>	Long. mm	584	Alt. m	<b>9,3</b>
Long. del poste m	12,0	Factor de Seguridad	2,5	Diám. mm	7,5	Ø mm	254	Ø <sub>ex</sub> mm	<b>7,9</b>
Long. de empot. m	1,8	Carga Rotura N	<b>8.450</b>	Peso unit. Nm	0,92	Peso N	204	Rotura N	<b>30.931</b>
Altura útil poste m	10,2	Carga Trabajo N	3.380	Alt. Cond.1	<b>9,98</b>	F. Vie/Ais N	34	Carga <sub>pos</sub> N	807
Circ. en punta cm	15,0	Esfuerzo Máx. Mpa	49,0		<b>0,00</b>	<b>Datos Generales</b>			
Circ. línea tierra cm	26	Módulo Elast. Mpa	10.200		<b>0,00</b>	Peso <sub>cruce</sub> N	300	Viento	
Sección Empot. cm <sup>2</sup>	54	Peso del poste N	6.684	Num. Fases	1	Peso <sub>opera</sub> N	785	Velocidad km/h	<b>70</b>
Aplic. del Pcr cm	17,44			<b>Datos del C. Guarda</b>				Altitud m.s.n.m.	<b>3000</b>
				Material	-			Presión N/m <sup>2</sup>	<b>232</b>
				Secc. mm <sup>2</sup>	-				
				Diám. mm	0				
				Peso unit. Nm	0,00				
					<b>0,00</b>				

Vano Viento (m)	Tiro Horiz. I-N Condición Conductor	MVC N-m	MTC N-m	MVP N-m	MRN N-m	RH (MPa)	F.S. ≥2,5	Feq-N	F.S. ≥2,5	Requer. de Reten.	Número de Reten.	Carga Verfic. Total N	F.S. Por Pandeo ≥ 1,8
		Momento viento sob. conduct.	Momento carga sob. conduct.	Momento Viento sob. Estructura	Momento total Estructura	Esfuerzo en la línea de tierra	Factor Seg. Esfuerzo S/Retenida	Fuerza Equiv. Punta	F. S. Fuerza C/Retenida				
300	3.539	5.200	35.306	716	41.222	740,79	0,07	4.298	0,5	SI	2	14.621	0,1
320	3.628	5.547	36.191	716	42.454	762,93	0,06	4.427	0,4	SI	2	14.756	0,0
340	3.711	5.893	37.013	716	43.622	783,93	0,06	4.549	0,4	SI	2	14.984	0,0
360	3.787	6.240	37.775	716	44.732	803,87	0,06	4.664	0,4	SI	2	15.204	0,0
380	3.858	6.587	38.485	716	45.787	822,84	0,06	4.774	0,4	SI	2	15.417	0,0
400	3.924	6.933	39.144	716	46.794	840,92	0,06	4.879	0,4	SI	2	15.623	0,0
420	3.986	7.280	39.759	716	47.755	858,19	0,06	4.980	0,3	SI	2	15.823	0,0
440	4.043	7.627	40.331	716	48.674	874,71	0,06	5.075	0,3	SI	2	16.017	0,0

**Figura 135.** Resultados de cálculo mecánico de estructuras de madera PA3-0 para línea de distribución 1Ø-MRT

Fuente: Elaboración Propia

**CALCULO MECANICO DE LAS ESTRUCTURAS DE MADERA PARA LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN 1Ø-MRT**

Datos del Poste				Datos del Conductor		Datos del Aislador		Datos de la Retenida	
Tipo de Armado	<b>PR3-0</b>	Coef. del Material (K)	1	Material	AAAC	Tipo	Suspensión 2x52/3	$\alpha$ °	37
Función	Retención o Anclaje	Momento Inercia cm <sup>4</sup>	50	Secc. mm <sup>2</sup>	<b>35</b>	Long.mm	292	Alt. de Aplic. 1ra Ret. (m)	<b>9,0</b>
Tipo	<b>12m - C5</b>	Factor de Seguridad	<b>2,5</b>	Diám. mm	7,5	Ø mm	254	Alt. de Aplic. 2da Ret. (m)	
Long. del poste m	12,0	Carga Rotura N	8.450	Peso unit.N/n	0,92	Peso N	102	Alt. de Aplic. 3ra Ret. (m)	
Long. de empot. m	1,8	Carga Trabajo N	3.380	Alt. Cond.1	<b>9,98</b>	F.Vie/Ais N	17	Ø <sub>ex</sub> mm	<b>7,9</b>
Altura útil poste m	10,2	Esfuerzo Máx. Mpa	49,0		<b>0,00</b>			Rotura N	<b>30.931</b>
Circ. en punta cm	15,0	Módulo Elast. Mpa	10.200		<b>0,00</b>				
Circ. línea tierra cm	26	Peso del poste N	6.684	Num. Fases	1				
Sección Empot.cm <sup>2</sup>	54	Carga <sub>pos</sub> N	1.034	<b>Datos del C.Guarda</b>		<b>Datos Generales</b>			
Aplic. del Pcr cm	17,44			Material	-	Peso <sub>crude</sub> N	297	Velocidad km/h	<b>70</b>
Ø punta	4,77			Secc. mm <sup>2</sup>	-	Peso <sub>opera</sub> N	785	Altitud m.s.n.m.	<b>3000</b>
Ø tierra	8,28			Diám. mm	0			Presión N/m <sup>2</sup>	<b>232</b>
Ø amarre	5,64			Peso unit.N/n	0,00				
P*	2,15				<b>0,00</b>				

Vano	Tiro	MVC N-m	MTC N-m	MVP N-m	MRN N-m	RH (MPa)	F.S. ≥2,5	Feq-N	F.S. ≥2,5	Requer. de Reten.	Número de Reten.	Carga Vertic. Total N	F.S. Por Pandeo ≥ 1,8	F.S. de Retenida ≥ 1,5
	Horiz.I-N	Momento viento sob. conduct.	Momento carga sob. conduct.	Momento Viento sob. Estructura	Momento total Estructura	Esfuerzo en la línea de tierra	Factor Seg. Esfuerzo S/Retenida	Fuerza Equiv. Punta	F. S. Fuerza C/Retenida					
650	4.461	11.267	44.501	716	56.484	1.015,07		5.890	0,23	SI	1	16.647	0,06	3,78
700	4.526	12.133	45.148	716	57.998	1.042,27		6.048	0,21	SI	1	16.915	0,06	3,73
750	4.582	13.000	45.706	716	59.422	1.067,87		6.196	0,20	SI	1	17.169	0,06	3,68
800	4.631	13.867	46.190	716	60.773	1.092,14		6.337	0,19	SI	1	17.413	0,06	3,64
850	4.673	14.733	46.611	716	62.061	1.115,29		6.471	0,18	SI	1	17.648	0,06	3,61
900	4.710	15.600	46.980	716	63.296	1.137,49		6.600	0,17	SI	1	17.875	0,06	3,58
950	4.742	16.467	47.304	716	64.487	1.158,89		6.724	0,16	SI	1	18.096	0,06	3,56
1.000	4.771	17.334	47.590	716	65.640	1.179,60		6.845	0,15	SI	1	18.310	0,06	3,54

**Figura 136.** Resultados de cálculo mecánico de estructuras de madera PR3-0 para línea de distribución 1Ø-MRT

Fuente: Elaboración Propia

## Calculo Mecánico de Espigas y Aisladores de Anclaje

### Para Aislador Tipo PIN 56-3

3001 m.s.n.m. < AREA < 4800 m.s.n.m.

#### A. Calculo Mecanico de Espigas Rectas para Aislador Tipo PIN

- Para realizar el calculo de espigas rectas se ha considerado la siguiente expresión:

$$P = \frac{\sigma_t \times d^3}{10 \times h}$$

Para el presente calculo se ha considerado el uso del acero A36, cuyas características mecánicas son:

- Esfuerzo de influencia $\sigma_t$ :	36	kg/mm <sup>2</sup>
- Esfuerzo máx. de trabajo $\sigma_t$ (0.5 $\sigma_t$ ):	18	kg/mm <sup>2</sup>
- Diametro de la espiga:	28,6	mm
- Longitud sobre la cruceta:	203	mm

El tiro maximo que soportara la espiga sera:

$$P = 2034,90 \text{ N}$$

- Las espigas seran usadas hasta un angulo de linea de 15 como maximo por lo tanto soportaran un tiro maximo de :

$$T = F_{vc} \times \cos(a/2) + F_{tc} \times \sin(a/2) \quad 35 \text{ mm}^2$$

Angulo de la linea (a) 20

F<sub>vc</sub>: Fuerza del viento sobre el conductor

$$F_{vc} = P_v \times D \times d$$

P<sub>v</sub> : Presion del viento 34,02 kg/m<sup>2</sup>

D : Diametro del conductor 7,5 mm

d : Vano basico 250,0 m

$$F_{vc} = 625,76 \text{ N}$$

F<sub>tc</sub>: Fuerza debido a la tension del conductor

$$F_{tc} = T_{max}$$

$$F_{tc} = 3285,36 \text{ N}$$

$$T = 1186,74 \text{ N}$$

**Si  $P < T$  !CUMPLE;**

**De los resultados las espigas soportan plenamente las condiciones de trabajo.**

## B. Cargas de Rupturas de Aisladores

### - Aisladores Tipo Pin - 56-3

Los aisladores seran usados para angulos comprendidos entre 0° y 30°, por lo tanto para el angulo mas desfavorable de 30°, tenemos:  $T = 1186,74 \text{ N}$

La Carga de ruptura minima que debe soportar el aislador esta dado por la expresi3n:

$$Q = C_s \times T$$

Para un coeficiente de seguridad de:  $C_s = 3,00$

$$Q = 3560,23 \text{ N}$$

#### Carga minima Requerida

Carga mecanica de Flexion 13 kN

**De acuerdo a este resultado se selecciona el Aisladores Tipo Pin - 56-3**

### - Para Aisladores Tipo Suspensi3n polimericos 36 kV

Este tipo de aislador sera usado para 3ngulos a partir de los 6° hasta los 60°. De los calculos realizados para un cambio de direcci3n en el vano, con angulo mas desfavorable (60°) se tiene:

Tiro maximo para un angulo de desviacion de 60° Vano  
500 m  
35mm<sup>2</sup>  
 $T = 3631,61 \text{ N}$

La Carga de ruptura minima que debe soportar el aislador suspension es:

$$Q = C_s \times T$$

Para un coeficiente de seguridad de:  $C_s = 2,5$

$$Q = 9,08 \text{ N}$$

#### Carga minima Requerida

Carga mecanica garantizada 70 kN

**Por tanto se selecciona el aislador polimerico, que cumple con la carga de ruptura m3nima**

## Para Aislador Tipo PIN 56-4

### A. Calculo Mecanico de Espigas Rectas para Aislador Tipo PIN

- Para realizar el calculo de espigas rectas se ha considerado la siguiente expresi3n:

$$P = \frac{\sigma_t \times d^3}{10 \times h}$$

Para el presente calculo se ha considerado el uso del acero A36, cuyas caracteristicas mecánicas son:

- Esfuerzo de influencia $\sigma_r$ :	36	kg/mm <sup>2</sup>
- Esfuerzo máx. de trabajo $\sigma_t$ (0.5 $\sigma_r$ ):	18	kg/mm <sup>2</sup>
- Diametro de la espiga:	28,6	mm
- Longitud sobre la cruceta:	254	mm

El tiro maximo que soportara la espiga sera:

$$P = 1626,32 \text{ N}$$

- Las espigas seran usadas hasta un angulo de linea de 15 como maximo por lo tanto soportaran un tiro maximo de :

$$T = F_{vc} \times \cos(\alpha/2) + F_{tc} \times \sin(\alpha/2) \quad 35 \text{ mm}^2$$

$$\text{Angulo de la linea (a)} \quad 30$$

F<sub>vc</sub>: Fuerza del viento sobre el conductor

$$F_{vc} = P_v \times D \times d$$

$$P_v : \text{Presion del viento} \quad 34,02 \text{ kg/m}^2$$

$$D : \text{Diametro del conductor} \quad 7,5 \text{ mm}$$

$$d : \text{Vano basico} \quad 250,0 \text{ m}$$

$$F_{vc} = 625,76 \text{ N}$$

F<sub>tc</sub>: Fuerza debido a la tension del conductor

$$F_{tc} = T_{max}$$

$$F_{tc} = 3285,36 \text{ N}$$

$$T = 1454,75 \text{ N}$$

$$\text{Si } P < T \text{ !CUMPLE!}$$

**De los resultados las espigas soportan plenamente las condiciones de trabajo.**

$$3001 \text{ m.s.n.m.} < \text{AREA} < 4800 \text{ m.s.n.m.}$$

### c. Cargas de Rupturas de Aisladores

#### - Aisladores Tipo Pin - 56-4

Los aisladores seran usados para angulos comprendidos entre 0° y 30°, por lo tanto para el angulo mas desfavorable de 30°, tenemos: T= 1454,75 N

La Carga de ruptura minima que debe soportar el aislador esta dado por la expresi3n:

$$Q = C_s \times T$$

$$\text{Para un coeficiente de seguridad de:} \quad C_s = 3,00$$

$$Q = 4364,24 \text{ N}$$

#### Carga minima Requerida

Carga mecanica de Flexion 13 kN

**De acuerdo a este resultado se selecciona el Aisladores Tipo Pin - 56-4**

## Calculo Mecánico de Retenidas

### Cálculo Del Bloque de la Retenida Inclinada Para Postes en Líneas y Redes Primarias Para la Carga Máxima Aplicada

#### Datos

Según el cálculo mecánico de estructuras, para un vano de 1000m, ángulo de desviación de  $0^\circ$ , armado PR3-0(Ver CME) se tiene de :

<b>Fuerza Equivalente en la Punta:</b>	5370 N
Angulo de la Retenida ( $\alpha$ ):	$37^\circ$
Densidad del Suelo:	$1740 \text{ kg/m}^3$ (17,1 kN/m <sup>3</sup> )
Coefficiente de Fricción ( $\mu$ ):	0,3

Tomamos un predimensionamiento del dado de anclaje,

Largo =	0,40 m
Ancho =	0,40 m
Alto =	0,15 m

y una altura  $h_b$  de profundidad del macizo:

$h_b =$	<b>2,00 m</b>
---------	---------------

#### Resultados

Así, de acuerdo al gráfico tenemos:

$$Fret = F / \text{sena} \quad \mathbf{Fret = 8923 \text{ N}}$$

Para calcular el área achurada del bloque de retenida:

Longitud bc = 0,32 m	Longitud ac = 0,24 m
Area del abc = 0,038 m <sup>2</sup>	
Longitud bf = 1,51 m	entonces, el área bef = 1,507 m <sup>2</sup>
Longitud cf = 1,83 m	
Area lateral bloque de retenida = efgd - efb - abc - Area Bloque =	2,05 m <sup>2</sup>

$$\text{Peso de macizo de tierra} = \text{Densidad suelo} \times \text{Area lateral} \times \text{ancho} = 13,98 \text{ kN} \quad \text{Peso Total} = 14,62 \text{ kN}$$

$$\text{Peso del dado de concreto} = 0,64 \text{ kN}$$

Del gráfico se tiene que  $W_t$  se divide en la fuerza A, paralela al plano de apoyo del macizo de relleno y B, perpendicular al mismo.

$$A = 11,67 \text{ kN}$$

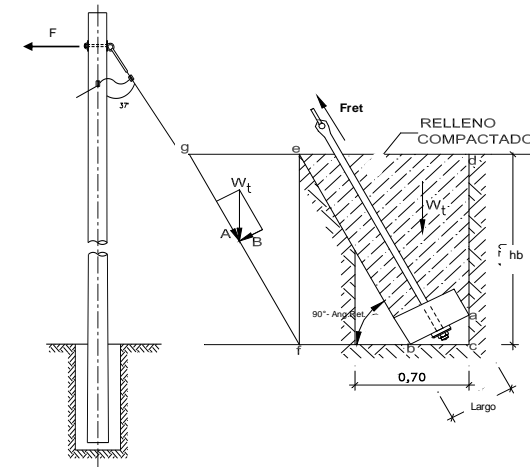
$$B = 8,80 \text{ kN}$$

Tenemos además, como fuerza estabilizadora, la fuerza de fricción de las paredes del entorno del relleno, con el suelo existente La fricción lateral es,  $\gamma \times H_b = 34,14 \text{ kN/m}^2$

$$\text{Fuerza lateral} = \gamma \times H \times \text{Area Lateral}$$

$$\text{Fuerza lateral} = 69,90 \text{ kN}$$

$$\text{Fuerza de Fricción Estabilizadora Lateral} = 2 \times \text{Fuerza lateral} \times \text{Coef. Fricción} = 2 \times F_1 \times \mu = 41,94 \text{ kN}$$



**Figura 137.** Retenida inclinada en redes de MT  
Fuente: Elaboración Propia

**La fuerza resistente total que equilibrará la tensión en el cable de la retenida será:**

$$F_r = A + (\mu \times B) + 2 \times \mu \times F_1 = \mathbf{56,25 \text{ kN}}$$

Donde A es la componente del peso del macizo en el plano de apoyo del mismo, u x B es la fuerza de fricción en dicho plano y el último término, la fuerza de fricción de las paredes laterales.

Tomamos un factor de seguridad  $F_r / F_{ret} \geq 2$

**$F_r / F_{ret} = 6,30$**  Conforme con el factor de seguridad.

Las dimensiones del bloque de concreto y retenida son suficientes y están de acuerdo a las normas DEP/MEM

#### **Acero de Refuerzo**

Para el bloque de concreto utilizaremos acero mínimo según se especifica en el Reglamento Nacional de Construcciones, y que debe ser:

$$A_s = 0,0018 \times b \times c = 1,08 \text{ cm}^2 \text{ es el área de requerimiento del acero.}$$

Consideramos: 4 varillas de diámetro 3/8" tendremos: 2,9 cm<sup>2</sup> lo cual es conforme.

Estas varillas se colocarán en la zona donde el dado trabaja en tracción y a cada 10 cm, y tendrán 5 cm de recubrimiento desde la cara superior del dado.

Nota: La resultante de la fuerza aplicada en la punta es menor que las fuerzas aplicadas para las cuales se hizo el análisis de la cimentación de postes.

Por lo tanto los esfuerzos resistores son mayores y el diseño es conforme.



## Cálculo Del Bloque de la Retenida Vertical Para Postes en Líneas y Redes Primarias Para la Carga Máxima Aplicada

### Datos

Según el cálculo mecánico de estructuras, para un vano de 650m, ángulo de desviación de 0°, armado PR3-0 (Ver CME) se tiene de :

Fuerza Equivalente en la Punta: 4586,00 N  
 Angulo de la Retenida: 30 °  
 Densidad del Suelo: 1740 kg/m<sup>3</sup> (17,1 kN/m<sup>3</sup>)

Tomamos un predimensionamiento del dado de anclaje,

Largo = 0,40 m  
 Ancho = 0,40 m  
 Alto = 0,15 m

y una altura  $h_b$  de profundidad del macizo:

$h_b = 2,20$  m

### Resultados

Así, de acuerdo al gráfico tenemos:

$$Fret = F / \tan \alpha \quad Fret = 7943 \text{ N}$$

Debido a la fricción interna y a la compactación del macizo de tierra, su peso será la mayor fuerza estabilizadora:

Peso de macizo de tierra = Densidad suelo x Volumen del Macizo Compactado = 17,15 kN

Peso del dado de concreto = 0,64 kN

Peso Total = 17,78 kN

Fuerza resistente =  $Fr = \text{Peso Total}$

Tomamos un factor de seguridad  $Fr / Fret \geq 2$

$Fr / Fret = 2,24$  Conforme con el factor de seguridad.

Las dimensiones del bloque de concreto y retenida son suficientes y están de acuerdo a las normas DEP/MEM

### Acero de Refuerzo

Para el bloque de concreto utilizaremos acero mínimo según se especifica en el Reglamento Nacional de Construcciones, y que debe ser:

$As = 0,0018 \times b \times c = 1,08 \text{ cm}^2$  es el área de requerimiento del acero.

Consideramos: 4 varillas de diámetro 3/8" tendremos: 2,9 cm<sup>2</sup> lo cual es conforme.

Estas varillas se colocarán en la zona donde el dado trabaja en tracción y a cada 10 cm, y tendrán 5 cm de recubrimiento desde la cara superior del dado.

Nota: La fuerza vertical resultante sobre la base del poste, para este caso, es menor que para la retenida inclinada, para la cual la comprobación resultó satisfactoria.

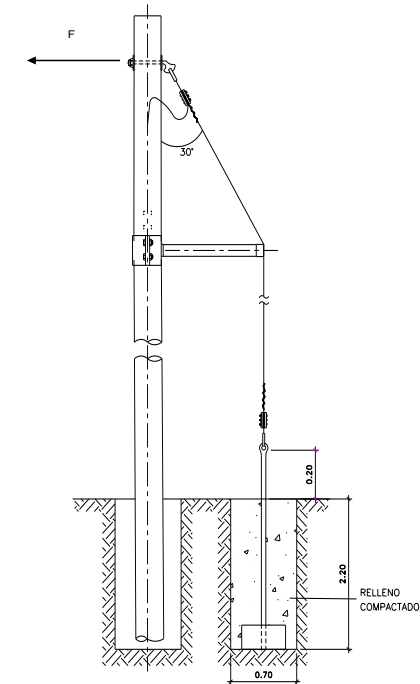


Figura 138. Retenida vertical en redes MT

Fuente: Elaboración Propia

## Cálculo de Amortiguadores

Datos del conductor

Tipo de conductor :

Condición (% EDS):

Condiciones climatológicas

Velocidad del viento:

Espesor de la adhesión del hielo sobre el conductor  
 0.00 mm  1.50 mm  3.00 mm  6.00 mm  12.00 mm  24.00 mm

Conclusiones

Norma:  
 DL Nro. 25844 / RD Nro. 018-EM/DGE  
 Para Vanos:

Menores de 270.00 m  
0 Amortiguadores

Igual o mayor de 270.00 m pero menores a 480.00 m  
2 Amortiguadores

Igual o mayor de 480.00 m pero menores a 660.00 m  
4 Amortiguadores

Igual o mayor de 660.00 m  
6 Amortiguadores

$$A = 0.0013D_{Ext}\sqrt{k_i}$$

$$B = 0.0026D_{Ext}\sqrt{k_i}$$

$$C = 0.0039D_{Ext}\sqrt{k_i}$$

$$k_i = \frac{T_i}{w_i} = \frac{T_i}{m_i w_o}$$

$$m_f = \frac{\sqrt{(w_o + w_h)^2 + f_v^2}}{w_o} = \sqrt{\left(1 + \frac{w_h}{w_o}\right)^2 + \left(\frac{f_v}{w_o}\right)^2}$$

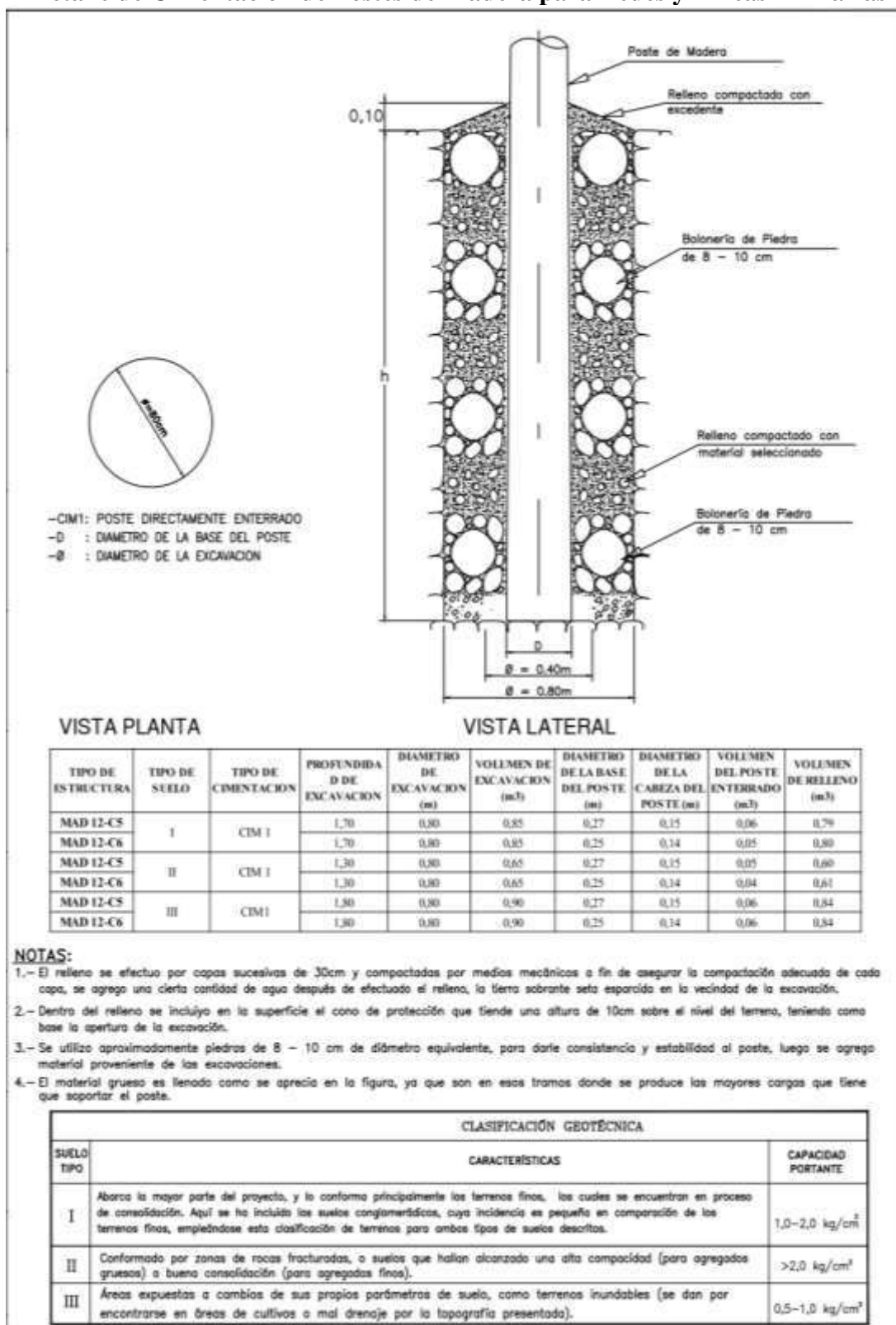
$$w_h = \frac{d_c}{2} \left( \sqrt{e(e + d_c)} - \frac{d_c}{2} \text{ArcCos}\left(\frac{d_c}{d_c + 2e}\right) \right) 10^{-3}$$

$$f_v = 0.0042v^2(d_c + e) 10^{-3}$$

VANO	CANTIDAD	CONDUCTOR DE 35 mm2 AAAC		
		A [ m ]	B [ m ]	C [ m ]
60				
90				
120				
150				
180				
210				
240				
270	1	1		
300	1	1		
330	1	1		
360	1	1		
390	1	1		
420	1	1		
450	1	1		
480	2	1	1	
510	2	1	1	
540	2	1	1	
570	2	1	1	
600	2	1	1	
630	2	1	1	
660	3	1	1	1
690	3	1	1	1
720	3	1	1	1
750	3	1	1	1
780	3	1	1	1
810	3	1	1	1
840	3	1	1	1
870	3	1	1	1
900	3	1	1	1
930	3	1	1	1
960	3	1	1	1
990	3	1	1	1
1020	3	1	1	1
1050	3	1	1	1
1080	3	1	1	1
1110	3	1	1	1
1140	3	1	1	1
1170	3	1	1	1
1200	3	1	1	1

Figura 139. Resultados de cálculo de Amortiguadores  
 Fuente: Elaboración Propia

## Detalle de Cimentación de Postes de Madera para Redes y Líneas Primarias



**Figura 140.** Detalle de Cimentación de Postes de Madera para Redes y Líneas

Fuente: Elaboración Propia

## h) Medrado y Presupuesto

Los metrados de redes en media tensión y red secundaria se especifican detalladamente del Anexo 5 al Anexo 8

El resumen general del presupuesto se detalla a continuación:

<b>RESUMEN GENERAL</b>					
<b>Utilización de software para diseño de redes en MT y BT para electrificar cinco localidades en el distrito de</b>					
DEPARTAMENTO(S) : HUANCVELICA					
PROVINCIA(S) : HUANCVELICA					
DISTRITO(S) : ACORIA					
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>LINEAS PRIMARIAS</b>	<b>REDES PRIMARIAS</b>	<b>REDES SECUNDARIAS</b>	<b>TOTAL S/.</b>
A	SUMINISTROS DE MATERIALES	47.193,14	31.917,07	76.818,80	155.929,01
B	MONTAJE ELECTROMECHANICO	308.803,32	50.835,77	101.936,70	461.575,79
C	TRANSPORTE DE MATERIALES	4.949,65	2.971,86	7.408,91	15.330,42
D	<b>COSTO DIRECTO ( C.D. )</b>	<b>360.946,11</b>	<b>85.724,70</b>	<b>186.164,41</b>	<b>632.835,22</b>
E	GASTOS GENERALES	43.313,54	10.286,96	22.339,73	75.940,23
F	UTILIDADES	28.875,69	6.857,98	14.893,15	50.626,82
<b>SUB-TOTAL SIN I.G.V. (S/.)</b>					<b>759.402,27</b>
<b>IMPUESTO GENERAL A LAS VENTAS IGV (18%)</b>					<b>136.692,41</b>
<b>COSTO TOTAL (Incluye I.G.V.) S/.</b>					<b>896.094,68</b>

*Figura 141.* Resumen General del metrado y costo total del Proyecto  
Fuente: Elaboración Propia

## i) Planos de redes en media y Baja tensión

Los planos de las líneas primarias, redes primarias y redes secundarias, se muestran a detalle en el Anexo 15

#### IV. Análisis y discusión

- ✓ Con el objetivo de realizar el diseño de las redes en media y baja tensión con ayuda de los softwares correspondientes para cada caso, se ha llegado a desarrollar de manera óptima gracias al uso de estos softwares de diseño tales como Red Cad, Red Lin, y Topomagic, haciendo que la elaboración de las redes sea más eficiente ya que se realizaron en menos tiempo y asegurando la calidad del diseño valiéndonos de los cálculos eléctricos, mecánicos e incluso planilla de todas las estructuras que podemos reportar de los softwares para la dimensión de los equipos y materiales , y también para la elaboración de metrado y presupuesto. A partir de esto podemos aceptar la hipótesis general que establece que la utilización de software para el diseño de Redes en Media y Baja tensión, permitirá realizar la electrificación óptima de cinco localidades en el distrito de Acoria – Huancavelica. Esto guardan relación con lo que sostienen Gonzales (2017) donde hace uso del software Di red-Cad para diseñar redes de distribución secundaria 380/220, De La Cruz (2019) donde hace uso del software HOMER para diseñar un sistema eléctrico aislado y Valencia (2018) donde se diseñó un software para el cálculo de parámetros eléctricos de redes en media y baja tensión, estos autores señalan que gracias a estos softwares se realizó un diseño óptimo técnico y económico de sus proyectos, gracias a las ventajas y funciones que ofrecen, como agilizar los cálculos de redes eléctricas y por ende sus diseños, aprovechando así las ventajas de las economías de escala y respetando lo propuesto por la normativa vigente del país.
- ✓ En la presente investigación al realizar el respectivo estudio de campo de la zona que nos ayudó a conocer la situación de las localidades, se observó que todas las viviendas están hechas de adobe, el terreno en la zona es mayormente llano además que cruza carretera hacia el distrito de Huancavelica y se observó que hay una línea existente monofásica que cruza por la zona donde se ubican las 5 localidades a electrificar.  
esto quiere decir que la zona es accesible y se presta para poder realizar los trabajos de campo con más facilidad como levantamiento topográfico y

lotización, además las viviendas al estar hechas de adobe ya no será necesario colocar muretes, ya que los medidores pueden estar directamente empotrado en las fachadas reduciendo así costos, por ultimo al pasar una línea existente muy cerca de las localidades a electrificar, se podrá identificar con más facilidad un punto de alimentación y será mucho más sencillo trazar una línea proyectada de menor longitud que suministre de electricidad a las cinco localidades beneficiadas. Esto tiene similitud con Bremes y Robles (2016) quienes en su estudio sobre diseño y calculo eléctrico y mecánico para electrificar la comunidad de Tisey, realizaron una delimitación de la zona donde se realizaría la investigación, identificando un punto cercano para conectarse a la red, verificando las condiciones del terreno, si es o no accesible para las futuras conexiones domiciliarias, como postes, retenidas, transformadores, etc. En tal sentido y bajo lo referido anteriormente y al analizar estos resultados, confirmamos que uno de los primeros pasos para empezar a realizar el estudio es la observación en campo que nos permita saber cómo es el terreno en la zona donde se realizaran los trabajos para prevenir cualquier contratiempo y tener una idea clara de donde se partirá y además para identificar desde que punto más cercano se tomara conexión a la red para electrificar a la o las comunidades de estudio.

- ✓ Con el objetivo de identificar el poste más cercano para conectar a la red a las cinco localidades y poder realizar el levantamiento topográfico de las líneas y redes primarias, se encontró que el punto de alimentación para el suministro total de 10,82 kw de potencia de las cinco localidades beneficiadas será una estructura existente de Madera de 12 m sin código, ubicada en el centro poblado Chaynapampa, distrito de acoria, ya que este punto es el más cercano para poder suministrar de energía a las cinco localidades y poder tener un diseño más apropiado, al mismo tiempo que el levantamiento topográfico de la línea y redes primarias sería más óptimo. Esto guarda relación también con Bremes y Robles (2016) ya que en su tesis para electrificar a la comunidad de Tisey tomo un punto de alimentación más cercano y accesible de una línea existente de 14,4KV. Analizando los resultados podemos decir que el sistema

existente siendo MRT, puede alimentar sin problemas a la línea proyectada para las cinco localidades ya que estas se encuentran en zonas poco pobladas y aparte que comprenden un bajo costo.

- ✓ Al realizar el levantamiento topográfico de las de las cinco localidades, además de realizar un padrón de usuarios que permita saber la cantidad de beneficiarios los resultados nos dieron que la cantidad total de viviendas beneficiadas son de 46 (45 conexiones domiciliarias y 1 carga especial), además se realizó el levantamiento topográfico de las viviendas con estación total y GPS, esto nos permitió saber la cantidad de viviendas beneficiadas y sus propietarios que contara la presente investigación y tener en cuenta las conexiones domiciliarias que se instalaran en un futuro. Esto guarda relación con Zavaleta (2016) en su tesis sobre electrificación rural del caserío José Olaya en el distrito de mache, ya que utilizo instrumento de recolección de datos padrón de usuarios para así tener en conocimiento la cantidad de viviendas y población beneficiadas. En tal sentido es necesario conocer los beneficiados para poder calcular la potencia de los transformadores y planificar un servicio eléctrico de calidad
- ✓ Con el objetivo de calcular la máxima demanda de energía y dimensionar la potencia de los transformadores de cada una de las cinco localidades consideradas se tuvo que para la localidad Tankarpata la demanda máxima fue de 2,12 KW, y se seleccionó un transformador de 5 KVA. Para las localidades Suyturrumi Bajo y Villanueva se consideró un solo transformador ya que las localidades son vecinas y sus lotes entre ellos se encuentran muy cerca, la demanda máxima fue de 2,60 KW, y se seleccionó un transformador de 5 KVA. Para la localidad Barrio Jorongo en la subestación 01 la demanda máxima fue de 4,77 KW, y se seleccionó un transformador de 5 KVA y en la subestación 02 la demanda máxima fue de 1,33 KW, y se seleccionó un transformador de 5 KVA.

Según los cálculos la potencia para los transformadores es inferior a 5 KVA, sin embargo, se consideró esa potencia por ser comercial. Estos resultados también reflejan que la densidad de beneficiados en las 5 localidades es muy poca, además se tomó como calificación eléctrica como demanda máxima

400w/lote por ser de suministro monofásico, y factor de simultaneidad de 0,5. Estos resultados guarda relación con Zavaleta (2016) quien Según la R.D-015-2004-MEM/DGE consideró el sector tipo V. por lo cual se le asigna una carga de 400w/Lote con suministro monofásico para los usuarios y factor de simultaneidad de 0,5 y para cargas especiales 1, sin embargo el autor calculo no por medio de software red Cad, donde obtuvimos un cuadro de cargas como en el presente estudio, si no por medio de fórmulas a un horizonte de 20 años, la demanda máxima que obtuvo fue de 18,64, y considero un transformador de 28 KVA de potencia, ya que su estudio es de una sola localidad donde se concentra toda la carga. También guarda relación con Tuesta (2017) quien según Resolución Ministerial N° 531.2004-MEN/DM de acuerdo al proyecto que diseño y siendo una habilitación de baja concentración poblacional tipo 1 y de suministro trifásico, con demanda máxima de 1500w/ Lote según calificación eléctrica, siendo su localidad de estudio de 25 lotes y factor de simultaneidad de 0,5 obtuvo una máxima demanda de 18,75 KW

- ✓ Con el objetivo de realizar los cálculos eléctricos y mecánicos para la seleccionar los materiales adecuados para las redes en Media y Baja tensión, para electrificar cinco localidades en el distrito de Acoria – Huancavelica se han desarrollado en concordancia a lo descrito en el Código Nacional de Electricidad Suministro 2011, también con las normas técnicas pertinentes emitidas por el Ministerio de Energía y Minas, con la finalidad de mejorar el servicio eléctrico, evitando constantes reclamos de parte de los usuarios, también poder atender el aumento de la demanda y garantizando la seguridad Publica dando así una mejor calidad de vida a los beneficiados, esto concuerda con Zavaleta (2016) quien en su investigación de electrificación en zonas rurales ha tenido en cuenta las normas DGE, tanto como para su estudio como para la selección de los materiales adecuados.
- ✓ Con el objetivo de realizar el metrado y presupuesto para la ejecución del proyecto, se procedió a trabajar el metrado y presupuesto en planillas de Excel valiéndonos de lo reportado con los softwares de diseño para la contabilidad



de los materiales a utilizar, tomando en cuenta que la presente investigación tiene 5 localidades beneficiadas una línea primaria hacia barrio jorongo SE01 con 2 derivaciones hacia Suyturrumi baja y villa nueva, y además de 4 redes primarias haciendo un total de 2881km, edemas de las redes secundarias para cada localidad que son un total de 3,42 km), por lo que nuestro presupuesto al final fue de S/ 896.094,68 nuevos soles, esto contrasta con otros autores como por ejemplo Zavaleta (2016) con un presupuesto de S/195 770,99 nuevos soles, ya que su proyecto de electrificación rural solo comprende una localidad beneficiada con 39 usuarios, con recorrido de línea de media tensión de 591,90 m y 1708,70km de red secundaria.

- ✓ Por último, con el objetivo de elaborar los planos los planos de distribución de las redes en media tensión y secundarias de las cinco localidades en el distrito de Acoria – Huancavelica.

se procedió a reportar en formato DXF, los planos de los softwares de diseño, y luego se editó los planos en AutoCAD para que su presentación sea lo más legible y entendible, y con su respectiva escala ya que estos planos tendrán que ser utilizados para la futura ejecución de la obra, esto contrasta con Brenes y Robles (2016) y Zavaleta (2016) quienes realizaron sus planos de redes de media y baja tensión en el software AutoCAD, debido a que su investigación no tiene nada que ver con utilización de softwares de diseño, sin embargo aunque el tema de la investigación no trate específicamente sobre la utilización de alguno de esos softwares, bien se podría utilizar para poder así agilizar la elaboración de planos ya que la elaboración desde cero suele ser muy tedioso. por otra parte, Gonzales (2017), al hacer uso del software de diseño DIREDCAD, se validó de este mismo para reportar sus planos en DXF para luego poder editarlo en AutoCAD y así tener planos legibles con su respectiva escala.

## V. Conclusiones

Se concluye que:

- ✓ Con respecto al objetivo general, se concluye que se utilizaron los softwares de diseño, Red Lin, Topomagic, Red Cad, AutoCAD, e incluso Excel para las planillas de estructuras reportadas de los softwares, haciendo que el desarrollo de presente investigación sea de manera óptima y eficiente.
- ✓ Se realizó una visita de campo en la zona que nos ayudó a conocer la situación de las localidades a electrificar como el material de construcción de las viviendas que están hechas de adobe así se evitaran poner muretes ya que los medidores pueden estar empotrados directamente en las fachadas, también se pudo observar que el terreno en la zona es mayormente llano y cruza carretera por toda la zona, esto quiere decir que la zona es accesible y se presta para poder realizar los trabajos de campo con más facilidad como el levantamiento topográfico y lotización, y además se observó una línea monofásica existente cercana a la zona de las cinco localidades de este estudio.
- ✓ se identificó, por medio de la observación, el punto más cercano a la zona del estudio para conectarse a una red de media tensión, que será una estructura existente de madera de 12m sin código ubicado en el centro poblado de Chaynapampa y se procedió a realizar la mejor ruta de recorrido de la línea respetando las normativas vigentes para abastecer de energía a las localidades, y así mismo se realizó el levantamiento topográfico de las líneas primarias con ayuda de estación total y GPS (Ver Anexo 13)
- ✓ Se realizó el levantamiento topográfico de las cinco localidades con ayuda de estación total y GPS, considerando el total de viviendas encontradas en cada localidad (Ver Anexo 13), y también se realizó un padrón de usuarios por cada localidad, en colaboración con los pobladores del lugar que nos permitió tener en conocimiento la cantidad de beneficiarios del presente proyecto, La cantidad total de viviendas beneficiadas son 46 (45 conexiones domiciliarias y 1 carga especial) (Ver Anexo 12).
- ✓ Se ha realizado el respectivo diseño de las redes de media tensión con ayuda

de los softwares Topomagic que nos permitió editar los datos de estación total y Red Lin que nos facilitó distribuir las estructuras de las líneas primarias respetando la normativa vigente por el Ministerio de Energía y Minas.

También se realizó el respectivo diseño para las redes secundarias con ayuda del software Red Cad que nos facilitó la distribución de estructuras respetando siempre las distancias de seguridad.

- ✓ Se determinó la máxima demanda proyectada para cada una de las localidades consideradas en el presente estudio que son las siguientes:
  - Para la localidad Tankarpata la demanda máxima fue de 2,12 KW, y se seleccionó un transformador de 5 KVA
  - Para las localidades Suyturrumi Bajo y Villanueva se consideró un solo transformador ya que las localidades son vecinas y sus lotes entre ellos se encuentran muy cerca, la demanda máxima fue de 2,60 KW, y se seleccionó un transformador de 5 KVA
  - Para la localidad Barrio Jorongo se consideró dos transformadores ya que sus lotes se dividen en dos grupos y se encuentran alejados (Ver Anexo 15), en la subestación 01 la demanda máxima fue de 4,77 KW, y se seleccionó un transformador de 5 KVA y en la subestación 02 la demanda máxima fue de 1,33 KW, y se seleccionó un transformador de 5 KVA, además la localidad de Accobado se consideró en la localidad Barrio Jorongo en el grupo de la Subestación 01, por la cercanía de sus lotes.
- ✓ Se realizaron los cálculos eléctricos y mecánicos de las redes secundarias, cálculo de conductores y selección de accesorios de ferretería, postes de madera cumpliendo siempre con las distancias mínimas de seguridad, de las retenidas y todo lo que concierne a las redes secundaria o de baja tensión.  
Se seleccionó un conductor de aluminio autoportante tipo CAAI. Estos conductores están diseñados para cumplir con la mayoría de los requisitos mecánicos y eléctricos exigidos por las normas del Ministerio de Energía y Minas.  
La caída de tensión máxima en cada región se tomó de los datos reportados por el software Red Cad y de la hoja de documentación recibida para la longitud

de la red secundaria en cada región (red secundaria total 3,42 km), es así que en la localidad Tankarpata, la longitud de la red secundaria es de 0,46 km y la caída máxima de tensión es de 0,80%. Para las localidades de Suyturrumi y Villa Nueva, la longitud de la red secundaria es de 0,84 km y la caída máxima de tensión es de 1,70%. Para la subestación 01 de Barrio Jorongo y Accobado la longitud de la red secundaria es de 1,18 km y la caída de tensión máxima es de 3,80%, y para la subestación 02 la longitud de la red secundaria es de 0,94 km y la caída de tensión máxima es de 1,30%, es decir la caída de tensión cumplen con la ley establecidas por el Código Nacional de Electricidad y la NTCSEER.

- ✓ Se tomó en cuenta las condiciones climáticas y geográficas para realizar los cálculos eléctricos y mecánicos de las redes de media tensión, posibilitando la correcta selección de materiales eléctricos para los sistemas de puesta a tierra, postes de madera de 12m y accesorios de ferretería comunes. Corresponde cumplir con la normativa vigente en este proyecto.

En este estudio se seleccionó y calculó correctamente el conductor de aluminio tipo AAAC 35 mm<sup>2</sup> para redes de media tensión para cumplir con los requerimientos mecánicos y eléctricos requeridos para este estudio, siendo tres tramos de línea primaria se tienen así: 1.629 km para la línea primaria hacia Barrio Jorongo y Accobado se01, con una caída de tensión de 0.82%; de 0.528 km para Suyturrumi Baja y Villa Nueva con una caída de tensión de 0.12% , y de 0.587 km para Barrio Jorongo se02, con una caída de tensión de 0.07%, siendo los resultados inferiores a los requeridos por las normas y códigos eléctricos nacionales y la NTCSEER.

Además, cuenta también con 4 tramos de red primaria (comprende desde la línea primaria hasta la subestación de distribución), así se tiene: para las localidades de Barrio Jorongo y Accobado SE01 un tramo de 0,042 km; para las localidades de Suyturrumi Baja y Villa Nueva se tiene un tramo de 0,041 km; para Barrio Jorongo se02 se tiene un tramo de 0,020 km, y por último para la localidad de Tankarpata se tiene un tramo de 0,034 km, haciendo un total, de redes primarias, de 0,095 km.

respecto a la selección de los materiales de puestas a tierra (PAT):

- Los datos de la resistividad medidas en campo y la hoja de cálculo empleada para calcular el tipo de PAT, tanto para el seccionamiento de las líneas y localidad, se muestran con detalle en el Anexo 14, se hicieron las mediciones a 2; 4; 6 y 8 m, usando como instrumento de medición por medio del método wenner como se detalla en la fundamentación científica.
  - Los suelos cribados y/o terrenos de cultivo son considerados como material de relleno por el proyecto, de acuerdo con lo establecido en la NTP 370.052: 1999 de Seguridad Eléctrica. Los materiales de construcción del pozo de puesta a tierra recomiendan utilizar el mismo material que el suelo donde se ubica el pozo de puesta a tierra, eliminando partículas pesadas y de alta resistencia, tales como rocas, elementos extraños e impurezas y/o utilizando tierra de cultivo (tierra de cultivo).
  - Las subestaciones de distribución del proyecto contarán con PAT-2 y PAT -3 de acuerdo a los resultados obtenidos.
- ✓ Se elaboraron los metrado de los materiales y presupuestos de redes primarias y secundarias, por lo que se utilizaron los informes estructurales de los programas de diseño Red Lin y Red Cad y se tomaron en cuenta los costos actuales en el mercado, por un valor de presupuesto de S/ 896.094,68 nuevos soles, esto ayudara a tener en cuenta parta cuando se realice la ejecución del presente estudio en las cinco localidades, distrito de Acoria-Huancavelica (Ver Anexos 5; 6 y 7)
  - ✓ Se elaboraron los planos de distribución en el software AutoCAD, previamente reportados de los softwares de diseño Red Lin y Red Cad, de las Redes Primarias y Secundarias, con sus respectivos armados a utilizar, su respectiva leyenda e indicando la escala del plano realizado, para electrificar de cinco localidades en el distrito de Acoria – Huancavelica (Ver Anexo 15).

## VI. Recomendaciones

Se recomienda:

- ✓ La realización de un estudio de electrificación para la localidad Barrio Saccsapata que se encuentra cerca de la zona del presente estudio, dentro del centro poblado Chaynapampa, donde se observó que dicha localidad tampoco cuenta con el servicio eléctrico, lo cual indica un retraso en el desarrollo no solo para los pobladores del lugar, si no para el país mismo.
- ✓ Tener en cuenta ciertas limitaciones de los softwares de Diseño cuando se realice los diseños correspondientes, como por ejemplo en el software de diseño para redes en media Tensión, REDLIN, aún falta implementar un cálculo más detallado del árbol de cargas de las estructuras como lo tienen otros softwares de diseño de redes eléctricas.  
Por otro lado, el Software de Diseño para redes secundarias, REDCAD, hemos hallado que aún no cuenta con una base de cálculo para el numero de luminarias a instalar en una cierta localidad a electrificar de acuerdo a la normativa del ministerio de energía y minas, por lo que se tiene que hacer de forma manual en una hoja de cálculo aparte.
- ✓ Utilizar, para realizar el metrado y presupuesto, el software S10, ya que es un software versátil e intuitivo y exclusivamente para ello, permitirá realizar el metrado y presupuesto de manera más sencilla y rápida.
- ✓ La contratista que ejecute los trabajos electromecánicos, tendrá la responsabilidad de realizar charlas para concientizar a los pobladores de las cinco localidades en el centro poblado de Chaynapampa, distrito de Acoria – Huancavelica, acerca los riesgos eléctricos que puedan producirse.

## **VII. Agradecimiento**

A nuestros padres por apoyarnos en todo momento, quienes se esforzaron de gran manera para poder finalizar esta carrera profesional.

A nuestros hermanos mayores por sus consejos, por inspirarnos superación y perseverancia, y desarrollar en nosotros profesionales con mentalidad positiva y competitiva.

A nuestras familias por sus constantes motivaciones a alcanzar nuestras metas, por su presencia siempre en los momentos de desanimo y querer desistir, sobre todo a los que ya no están en este mundo y dejaron en nosotros muchas enseñanzas de perseverancia y nunca rendirse.

A la Universidad San Pedro por acogernos y permitirnos culminar nuestros estudios y, así, poder desarrollarnos tanto profesional, como socialmente, con ética y moral.

A nuestro asesor, el ingeniero Ruber Alva Julca quien nos brindó mucho de sus conocimientos profesionales y su tiempo para poder realizar y mejorar este presente estudio.

A todos nuestros docentes de la carrera de ingeniería Mecánica Eléctrica quienes formaron en nosotros profesionales de calidad y competencia.

## VIII. Referencias bibliográficas

- De La Cruz, J.L. (2020). *Red Cad 2020*. Lima: Esolutions. Recuperado de <http://www.esolutions.com.pe/redcad/>
- De La Cruz, J.L. (2020). *Red Lin 2020*. Lima: Esolutions. Recuperado de <http://www.esolutions.com.pe/redlin>
- De La Cruz, J.L. (2020). *Topomagic 2020*. Lima: Esolutions. Recuperado de <http://www.esolutions.com.pe/topomagic/>
- Méndez, A. (2014). *Google Earth Pro y sus ventajas*. Cultiva cultura Online Magazine. recuperado de: <https://cultivacultura.jimdofree.com/2014/11/08/diferencias-entre-google-earth-y-google-earth-pro/>
- Autodesk (2021). *Software CAD con automatización del diseño, conjuntos de herramientas y aplicaciones web y para dispositivos móviles*. recuperado de: <https://latinoamerica.autodesk.com/products/autocad/overview?term=1-YEAR>
- Danysoft (2021). *El Sistema Geográfico de Referencia -Global Mapper v22-* recuperado de: <https://www.danysoft.com/global-mapper/>
- De La Cruz, F.E. (2019). *Diseño de un sistema eléctrico aislado utilizando el software HOMER para electrificar el caserío Santa Rosa de Tumar en el distrito de Huambos, provincia de Chota – Cajamarca*. (Tesis de Titulación) recuperado de repositorio de Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo <http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/UNPRG/8078>
- Gonzales, G.R. (2017). *Selección de Redes de Distribución Secundaria 380/220v Aplicando el Software DIREC-CAD para el SED (en 2205), Ubicado en el*



*Distrito de la Victoria - Chiclayo – Lambayeque*, (Tesis de Titulación), recuperado de repositorio de Universidad Pedro Ruiz Gallo <http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/UNPRG/2266>

Valencia, Q.R. (2018). *Diseño De Un Software Aplicativo Para Cálculos de Parámetros Eléctricos de Redes de Media y Baja tensión en Juliaca* (Tesis de Titulación), recuperado de repositorio de la Universidad Andina <http://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/2608>

Tuesta, V.R. (2017). *Diseño del subsistema de distribución de redes secundarias de 220v para la electrificación de la urbanización “el oasis de la planicie” cieneguilla, departamento de lima* (Tesis de Titulación), recuperado de repositorio de Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur <http://repositorio.untels.edu.pe/handle/UNTELS/215>

Zavaleta, I.A.. (2016). *Proyecto de Electrificación rural del caserío José Olaya, Distrito de Mache, provincia de Otuzco, departamento de la libertad* (Tesis de Titulación), recuperado de repositorio de Universidad Cesar Vallejo <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/6456>

Bremes, V.G. y Robles, R.D. (2016). *Diseño, Cálculos Eléctricos y Mecánicos de un Proyecto de Electrificación Rural en la Comunidad Tisey Municipio de Wiwili* (Tesis de Titulación), recuperado de repositorio de Universidad de Nicaragua <http://repositorio.cnu.edu.ni/Record/RepoUNI1356>

Lara, H.M. (2020). *Instalacion del Sistema de Electrificación Rural en las localidades de Colca, Anca y Canshapampa, Distrito de Marca-Recuay-Ancash*” (Tesis de Titulación), recuperado de repositorio de Universidad Nacional del Centro del Perú <https://repositorio.uncp.edu.pe>

Ley N° 25844, Ley de Concesiones Eléctricas y su Reglamento, Decreto Supremo N° 020-97-EM, Ministerio de Energía y Minas Lima, Perú, 10 de octubre de 1997. Recuperado de [https://minem.gob.pe/\\_legislacionM.php?idSector=6&idLegislacion=6482](https://minem.gob.pe/_legislacionM.php?idSector=6&idLegislacion=6482)

Dirección General de Electricidad - Ministerio de Energía y Minas (2004), “Normas Técnicas Rurales”, recuperado de <https://www.minem.gob.pe>

Dirección General de Electricidad - Ministerio de Energía y Minas (2006), Código Nacional de Electricidad Sistema de Distribución Tomo IV, recuperado de <http://www.osinerg.gob.pe>

Dirección General de Electricidad - Ministerio de Energía y Minas (2011), Código Nacional de Electricidad Suministro, recuperado de <https://spij.minjus.gob.pe>

Consortio Cordillera de los Andes (s.f.). *Estudio de la Ingeniería de Detalle, Electrificación Rural Grupo 09 Ubicado en 12 Departamentos, ítem 2 proyecto 27: Macari – puno*, recuperado de <https://1library.co/document/y9r0n2dy-calculos-justificativos.html>

## IX. Anexos y apéndice

### Anexo 1: Procedimiento para el diseño de redes en Media y Baja tensión utilizando los softwares de diseño Topomagic, Red Lin, Red Cad

#### Pasos a seguir del diseño de una red BT con Red Cad 2020

- 1) En primer lugar, debemos actualizar e importar los parámetros generales, estructuras y base de datos. Ver fig.

PARAMETROS GENERALES		Versión:
ID	Descripción	Valor
<b>1 Parámetros Eléctricos</b>		
1,01	Calificación eléctrica de Servicio Particular - kW/Abon	0,40
1,02	Calificación eléctrica de Alumbrado Público - kW/Abon	0,06
1,03	Factor de simultaneidad de Servicio Particular	0,50
1,04	Factor de simultaneidad de Alumbrado Público	1,00
1,05	Factor de simultaneidad de Carga Especial	1,00
1,06	Factor de Potencia de Servicio Particular	1,00
1,07	Factor de Potencia de Alumbrado Público	0,90
1,08	Factor de sobrecarga de los transformadores	1,3
1,09	Factor de carga de Servicio Particular (cálculo de pérdidas de	0,3
1,10	Factor de carga de Alumbrado Público (cálculo de pérdidas d	0,5
<b>2 Datos de Armados</b>		
2,01	Longitud Máx. de Acometida Corta (m)	15
2,02	Longitud Máx. de Acometida Larga (m)	25
2,03	Longitud Máx. de Acometida Extra Larga (m)	30
2,04	Acometidas mínimas por caja de Derivación	4
2,05	Acometidas máximas por caja de Derivación	10
2,06	Control con célula fotoeléctrica por luminaria	No
2,07	Usar PAT de MT y BT por separado	No
2,08	Número de decimales para la visualización de vanos	0
<b>3 Autodiseño</b>		
3,01	Ángulo de deflexión mínimo en estructura para llevar retenida	12
<b>4 Validación de Red</b>		
4,01	Caída de tensión máxima (%)	7
4,02	Vano promedio mínimo entre PATs consecutivos (m)	100
4,03	Vano promedio máximo entre PATs consecutivos (m)	200
4,04	Número de ramales máximos por estructura de BT	4
4,05	Factor KALP. Consumo de Energía de alumbrado público por abonado (kW	6,3
4,06	Indicador "Postas no abonado" máximo inadvertido	1

Figura 142. Parámetros generales

Fuente: Elaboración propia, software Excel

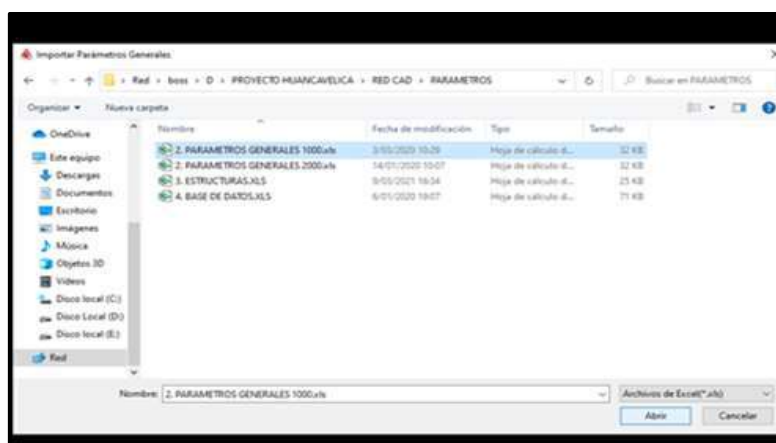


Figura 143. Importación de los parámetros generales

Fuente: Elaboración propia, software Excel

ID	Nombre	Tip. Estruct.	Soporte	¿Lluva retenida?	IDSoporte	IDPAT
0	Poste BT	BT	Monosopote	No	0	0
1	Poste MT	MT	Monosopote	No	2	3
2	Poste MT SED	SED	Monosopote	No	3	1
3	Poste MT SED Bisopote	SED	Bisopote	No	5	1
4	Poste BT con retenida	BT	Monosopote	Si	0	0
5	Poste MT con retenida	MT	Monosopote	Si	2	3

Figura 144. Cuadro de estructuras  
Fuente: Elaboracion propia, software Excel

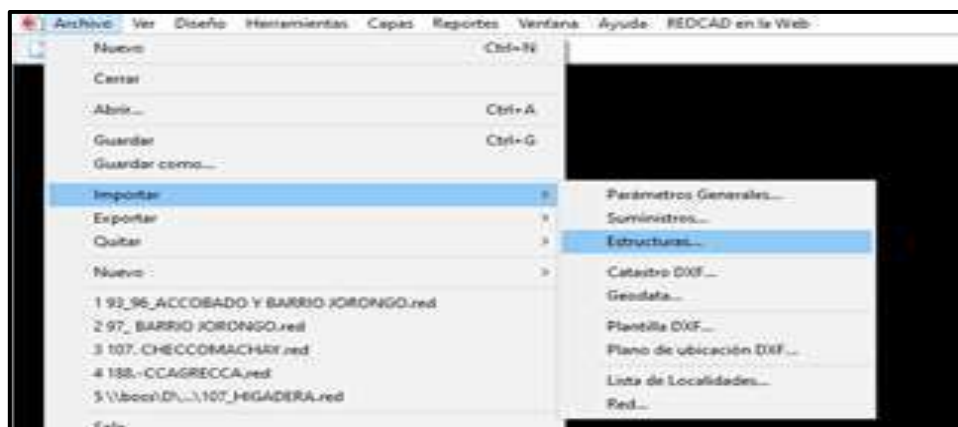
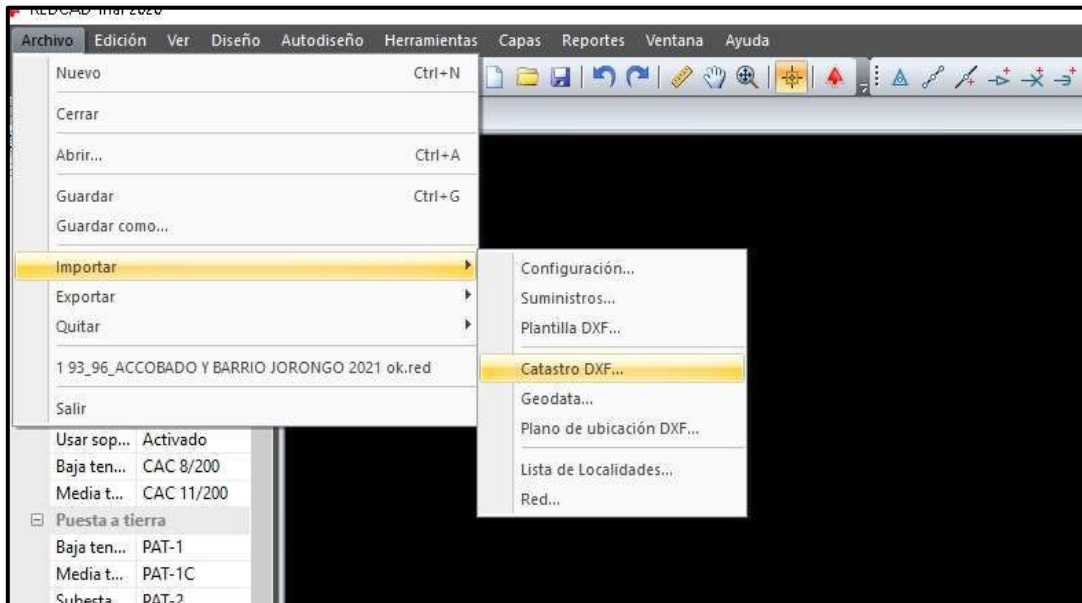


Figura 145. Importacion del cuadro de estructuras  
Fuente: Elaboracion propia, software Excel

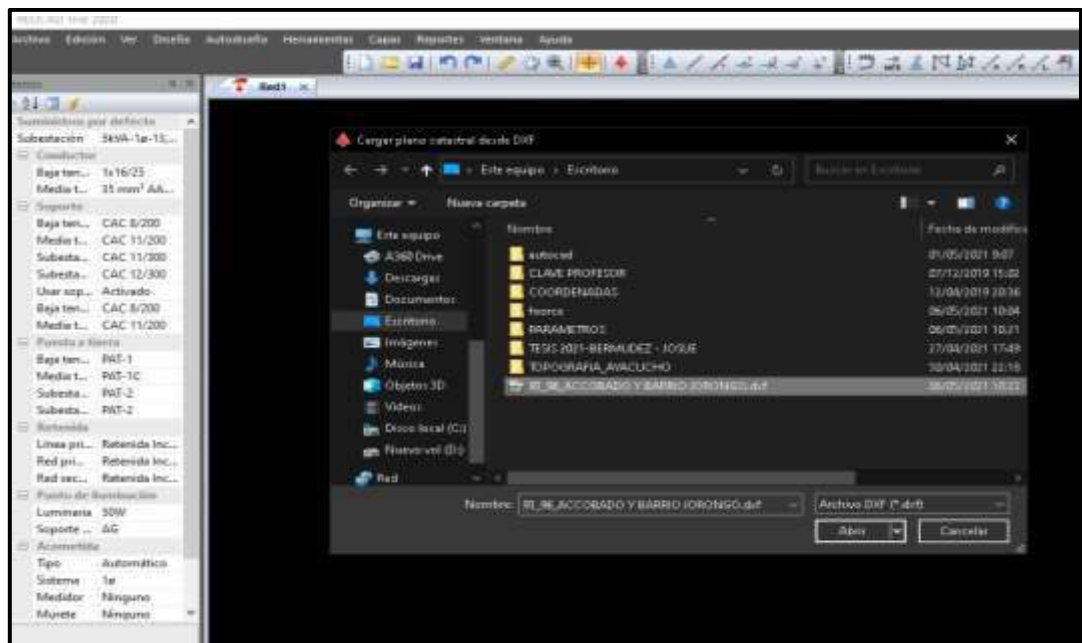
ID	Numero	Codificación en soportes	Tipo de conducto	Características Eléctricas (Fases)						Secc. Nom. Fase Serv-Part.	Secc. Nom. Fase Alum. Pub.	Postante Seccion mm²
				Resistencia Serv. Part. Ω/km	Resistencia Alum. Pub. Ω/km	K Serv. Part. Ω/km	K Alum. Pub. Ω/km	Numero de Fases SP	Numero de Fases AP			
0	1x16/25	a	Aéreo	1,91	0	3,53	0	1	0	16	0	25
1	1x16+1x16/25	b	Aéreo	1,91	0	3,53	3,53	1	1	16	16	25
2	2x16/25	c	Aéreo	1,91	0	4,098	0	2	0	16	0	25
3	2x16+1x16/25	d	Aéreo	1,91	0	4,098	3,53	2	1	16	16	25
4	2x25/25	e	Aéreo	1,2	0	2,577	0	2	0	25	0	25
5	2x25+1x16/25	f	Aéreo	1,2	1,91	2,577	3,53	2	1	25	16	25
6	2x35/25	g	Aéreo	0,868	0	1,867	0	2	0	35	0	25
7	2x35+1x16/25	h	Aéreo	0,868	1,91	1,867	3,53	2	1	35	16	25
8	3x16/25	i	Aéreo	1,91	0	3,53	0	3	0	16	0	25
9	3x16+1x16/25	j	Aéreo	1,91	1,91	3,53	3,53	3	1	16	16	25
10	3x25/25	k	Aéreo	1,2	0	2,238	0	3	0	25	0	25
11	3x25+1x16/25	a3	Aéreo	1,2	1,91	2,238	3,53	3	1	25	16	25
12	3x35/25	m	Aéreo	0,868	0	1,52	0	3	0	35	0	25
13	3x35+1x16/25	a4	Aéreo	0,868	1,91	1,523	3,537	3	1	35	16	25
14	CPHx16+1x16+N/A c1		Aéreo	1,91	1,91	3,53	3,53	1	1	16	16	25
15	CPBx16+1x16+N/A c2		Aéreo	1,91	1,91	3,563	3,535	3	1	16	16	25
16	CPBx25+1x16+N/A c3		Aéreo	1,2	1,91	2,238	3,536	3	1	25	16	25
17	CPBx35+1x16+N/A c4		Aéreo	0,868	1,91	1,523	3,537	3	1	35	16	25

Figura 146. Base de datos  
Fuente: Elaboracion propia, software Excel

- 2) Cargar el plano catastral de la localidad Barrio Jorongo Accobado, Suyturrumi y Villanueva Baja y Tankarpata, debe encontrarse en el formato AutoCAD DXF 2000. Ver figura.

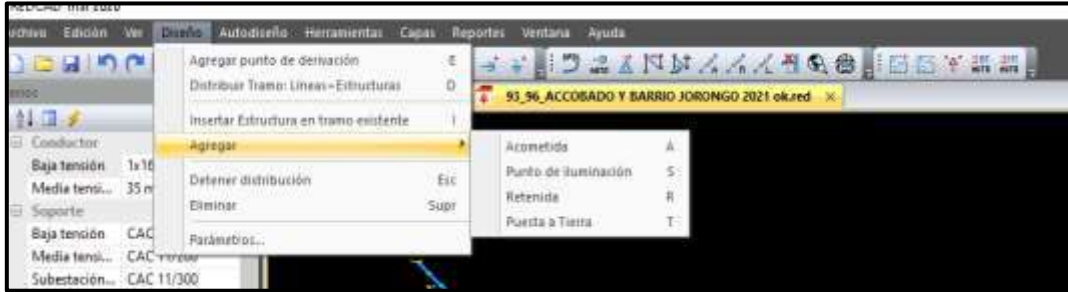


**Figura 147.** Importación de catastro DXF  
Fuente: Elaboración propia, software Red Cad



**Figura 148.** Cargar plano catastral desde DXF  
Fuente: Elaboración propia, software Red Cad

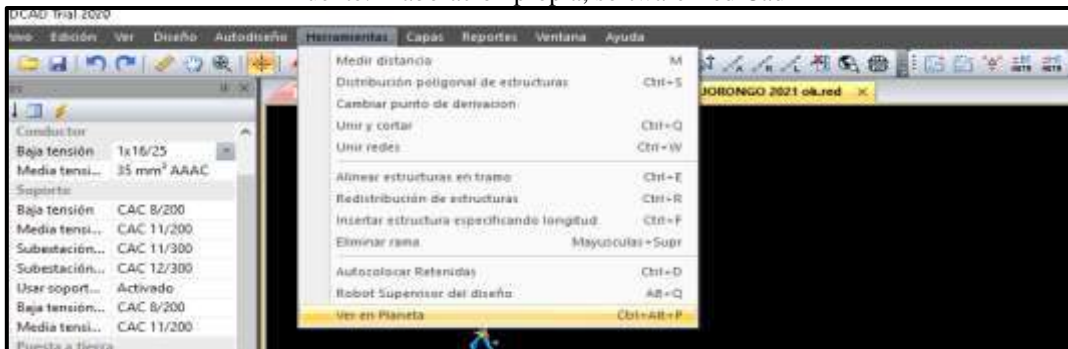
3) Antes de diseñar debemos conocer los comandos de diseño, autodiseño, herramientas, capas, reportes. Ver fig.



**Figura 149.** Vista de diseño  
Fuente: Elaboracion propia, software Red Cad



**Figura 150.** Vista de auto diseño  
Fuente: Elaboracion propia, software Red Cad

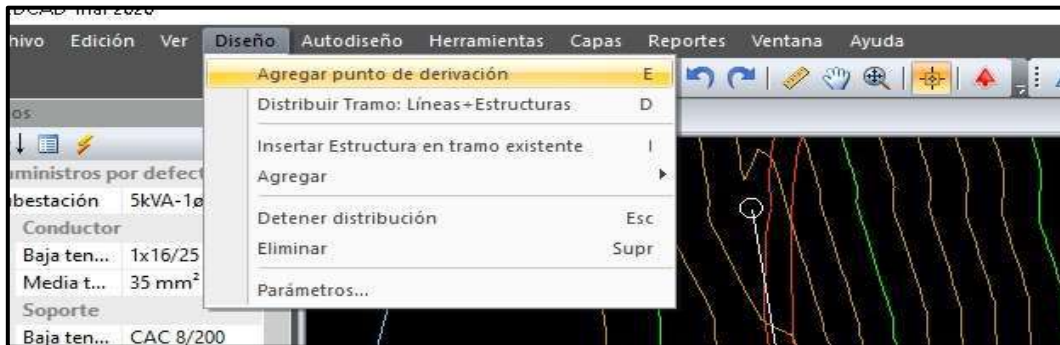


**Figura 151.** Vista herramientas  
Fuente: Elaboracion propia, software Red Cad

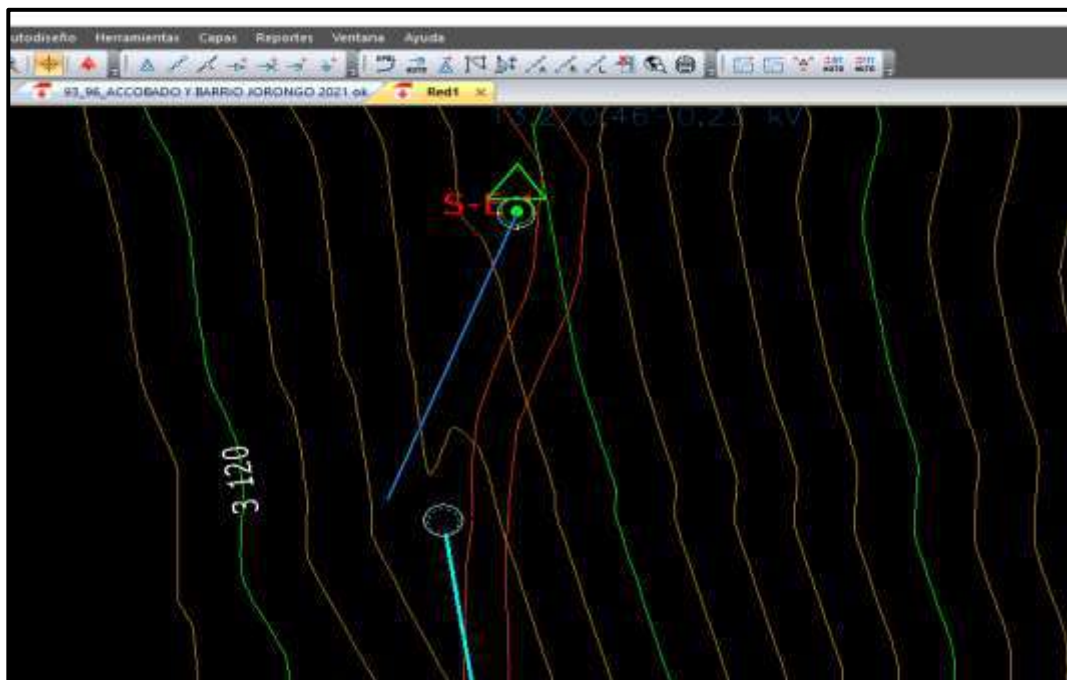


**Figura 152.** Vista de capas  
Fuente: Elaboracion propia, software Red Cad

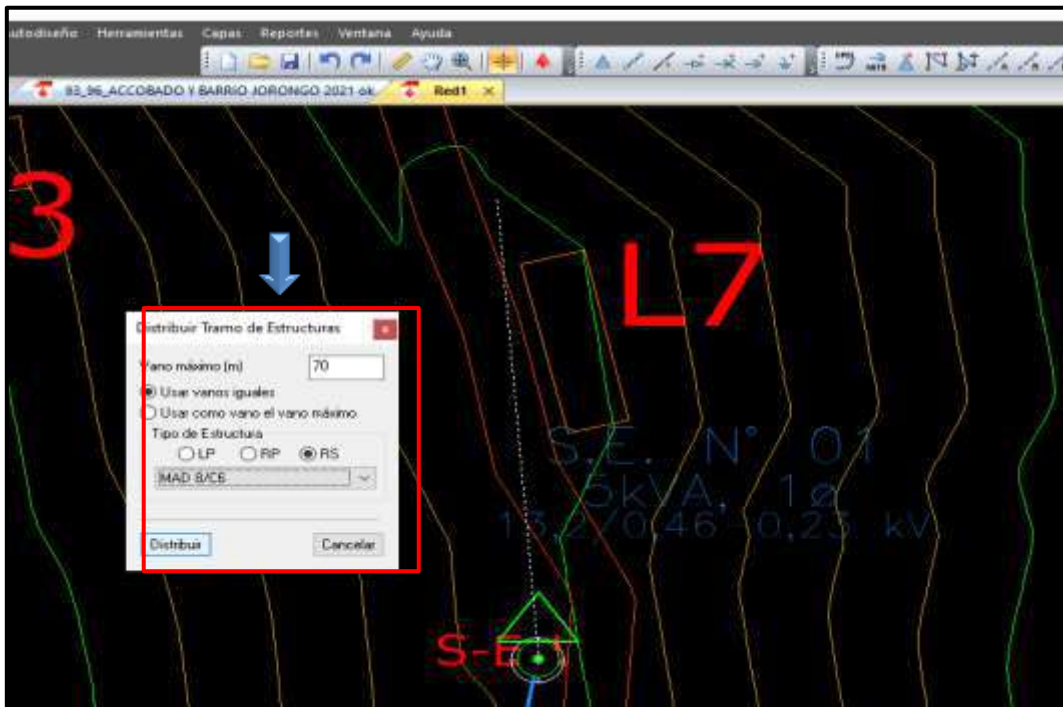
- 4) Insertar el punto de derivación, lo cual es el punto de diseño. Para luego distribuir por tramos los postes de baja tension a una distancia con un vano maximo de:  $V_{max}=70$  m. hasta llegar a los lotes de cada beneficiario. Ver fig.



**Figura 153.** Agregar punto de derivación  
Fuente: Elaboracion propia, software Red Cad

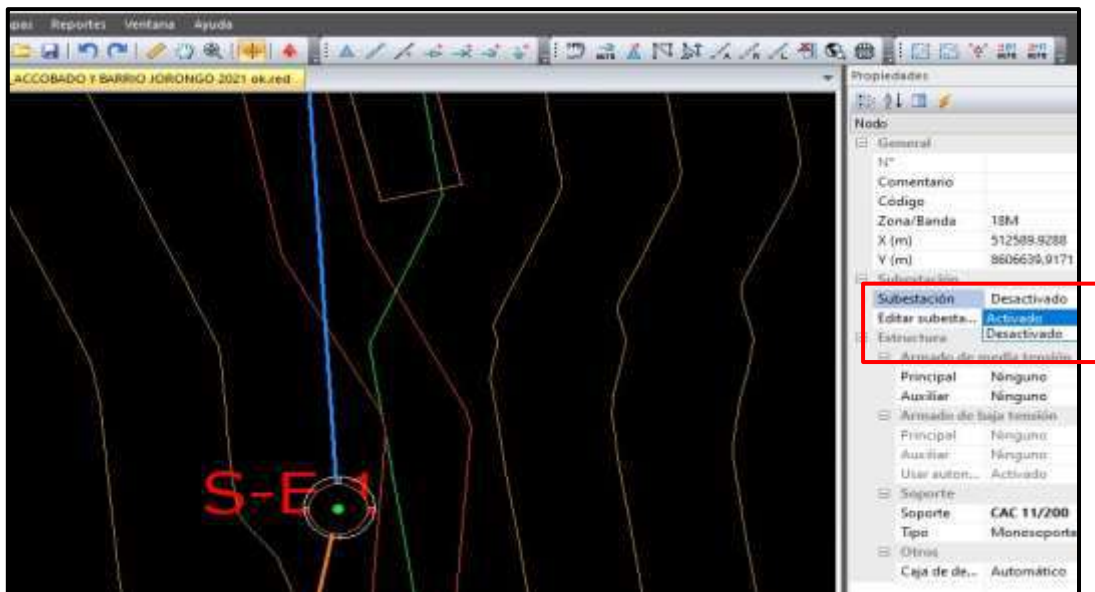


**Figura 154.** seleccionar transformador  
Fuente: Elaboracion propia, software Red Cad



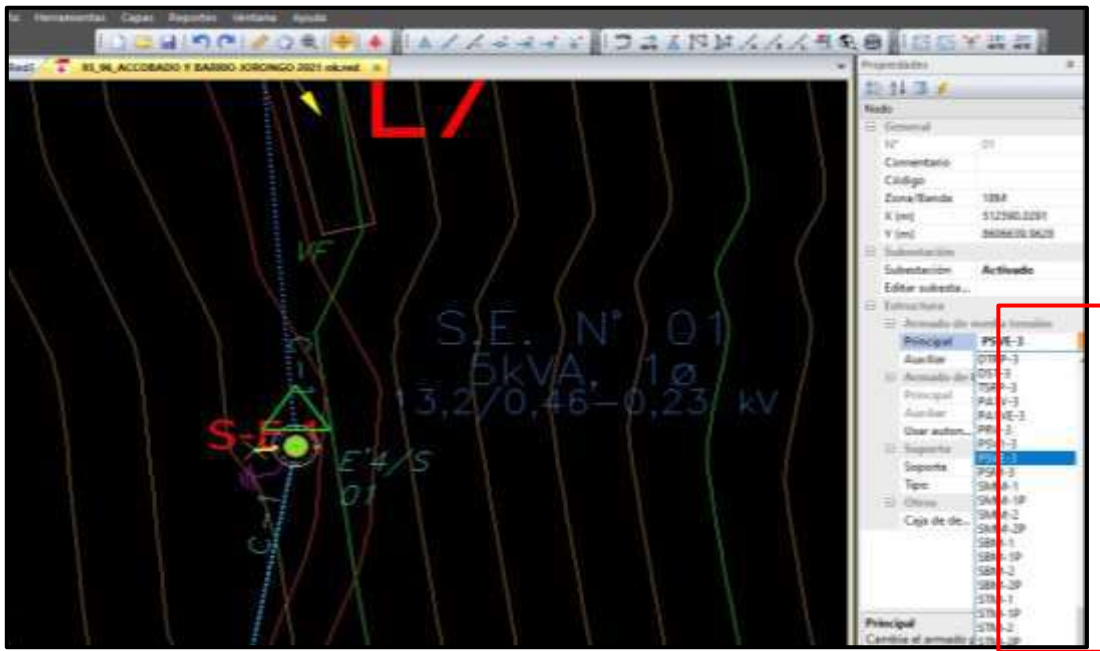
**Figura 155.** Distribución de los tramos de estructuras  
Fuente: Elaboracion propia, software Red Cad

- 5) Activamos la sub estación y por defecto no arroja el nivel de tensión y eligimos el armado principal MT (PSVE-3), el armado auxiliar (PS1-0) y el poste (MAD 12/C5). Ver fig.

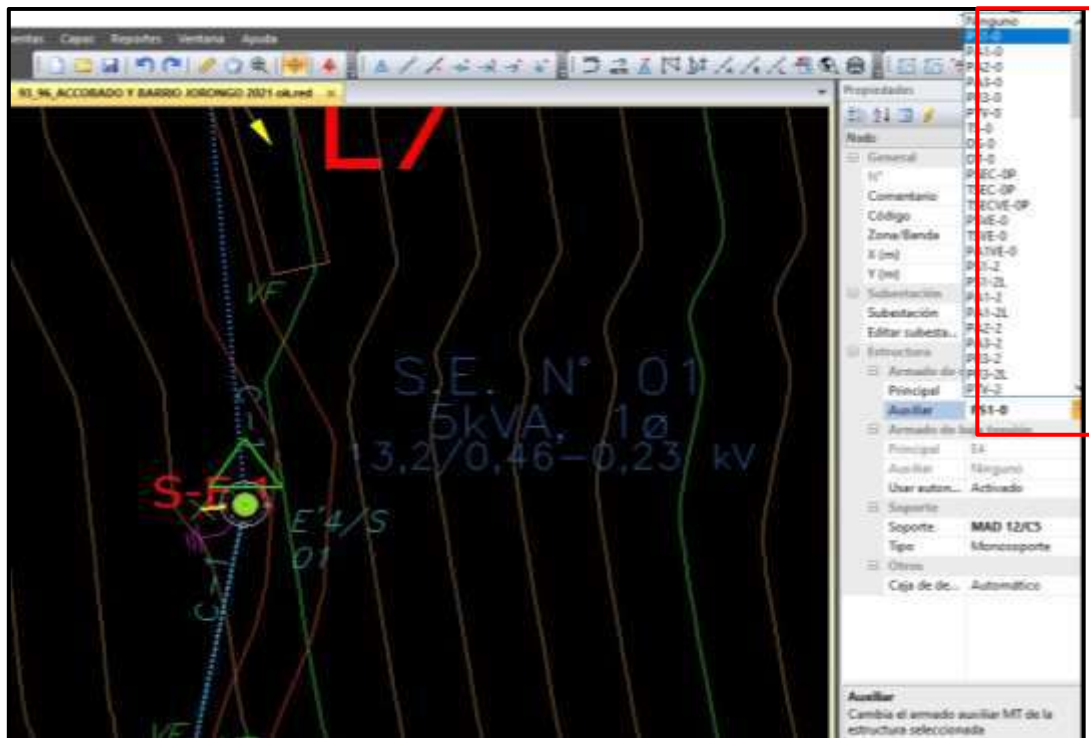


**Figura 156.** Activar la sub estación  
Fuente: Elaboracion propia, software Red Cad

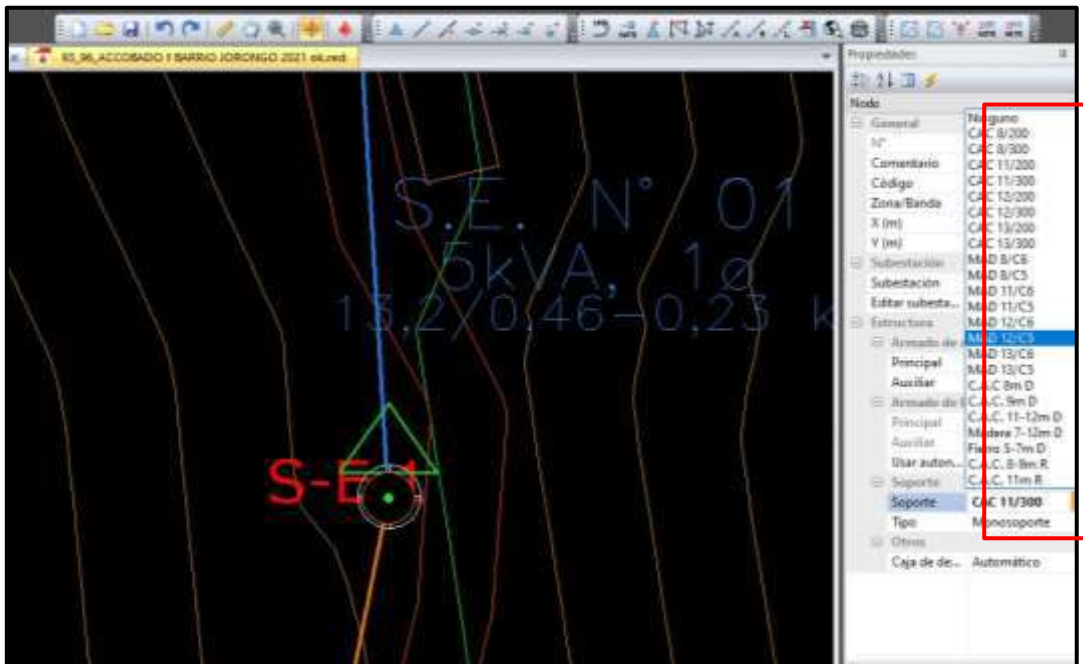




**Figura 157.** Definir armado principal  
Fuente: Elaboracion propia, software Red Cad

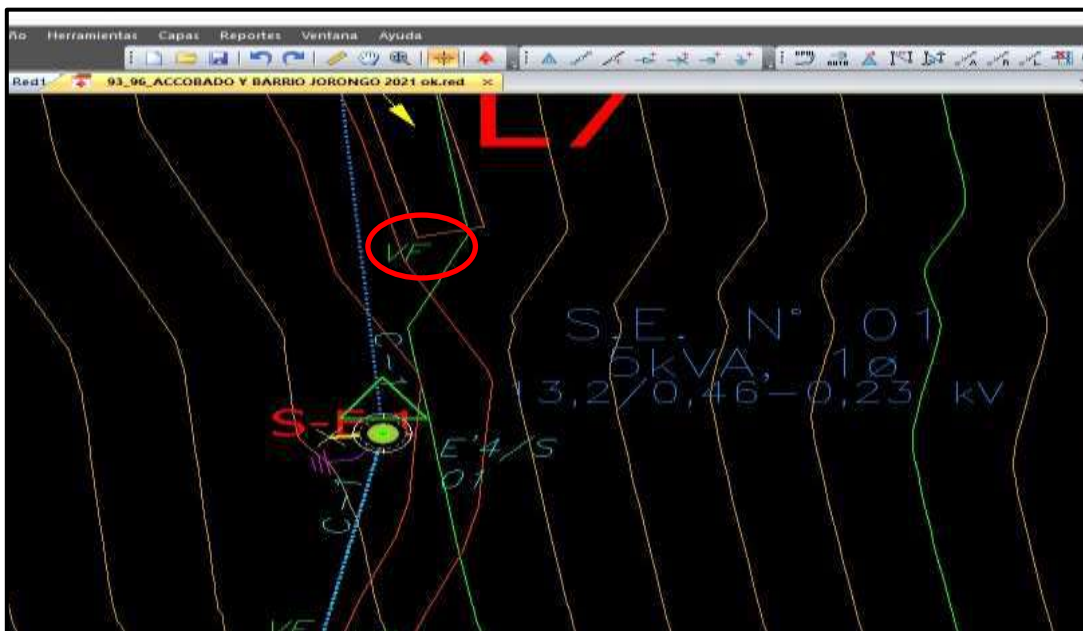


**Figura 158.** Definir armado auxiliar  
Fuente: Elaboracion propia, software Red Cad



**Figura 159.** Definir tipo de soporte  
Fuente: Elaboracion propia, software Red Cad

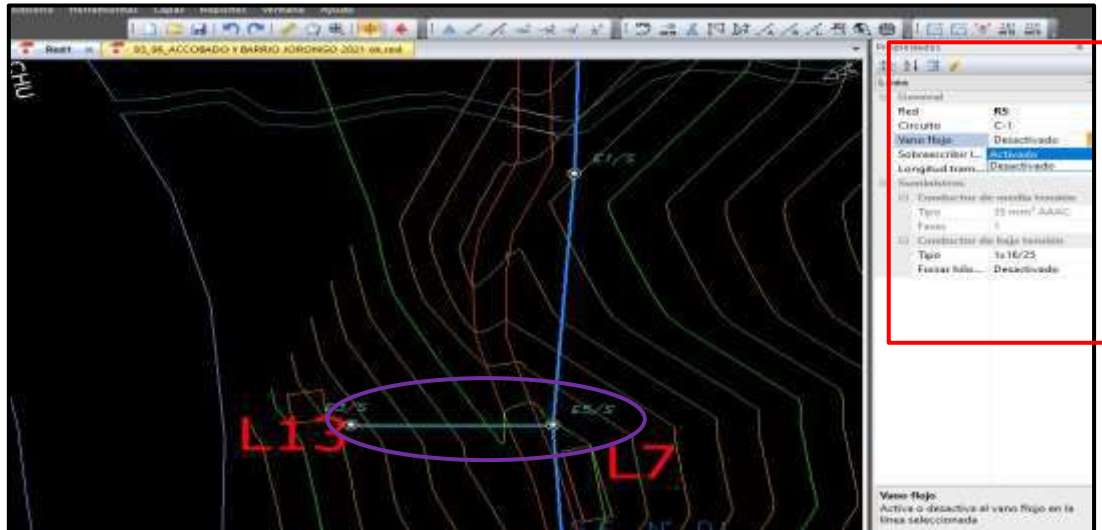
- 6) Salimos con un vano flojo de 30 m y colocamos un poste de baja tension para el L7 y L13, ver fig.



**Figura 160.** Salida con vano flojo para el L7  
Fuente: Elaboracion propia, software Red Cad

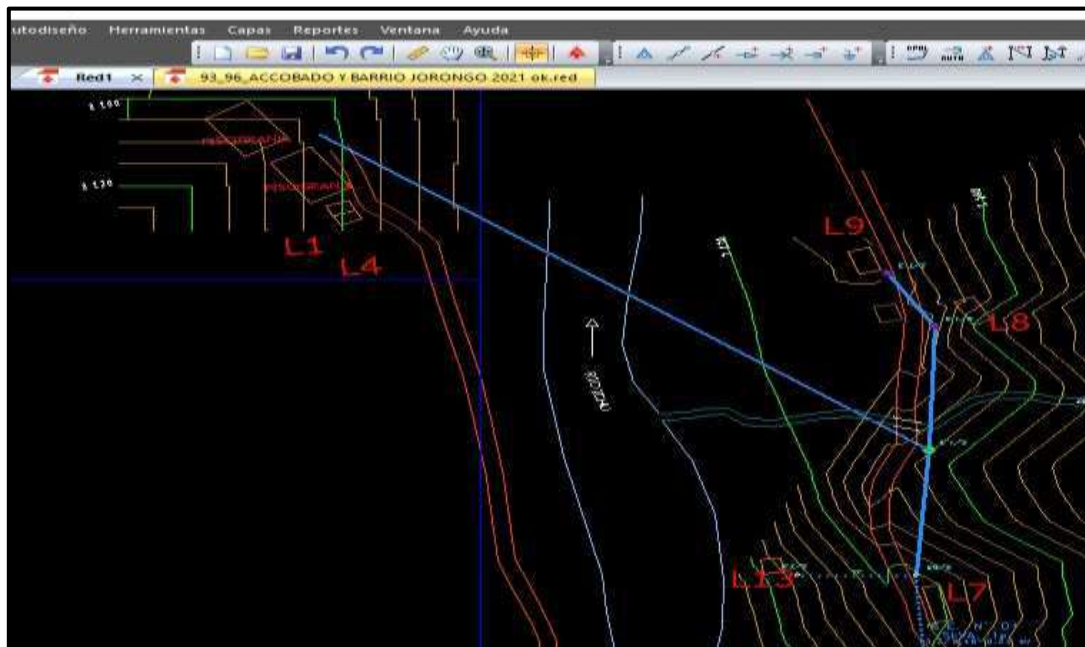
7) Activamos el vano flojo para el L7 y L13 y obtenemos los datos del conductor.

Ver fig

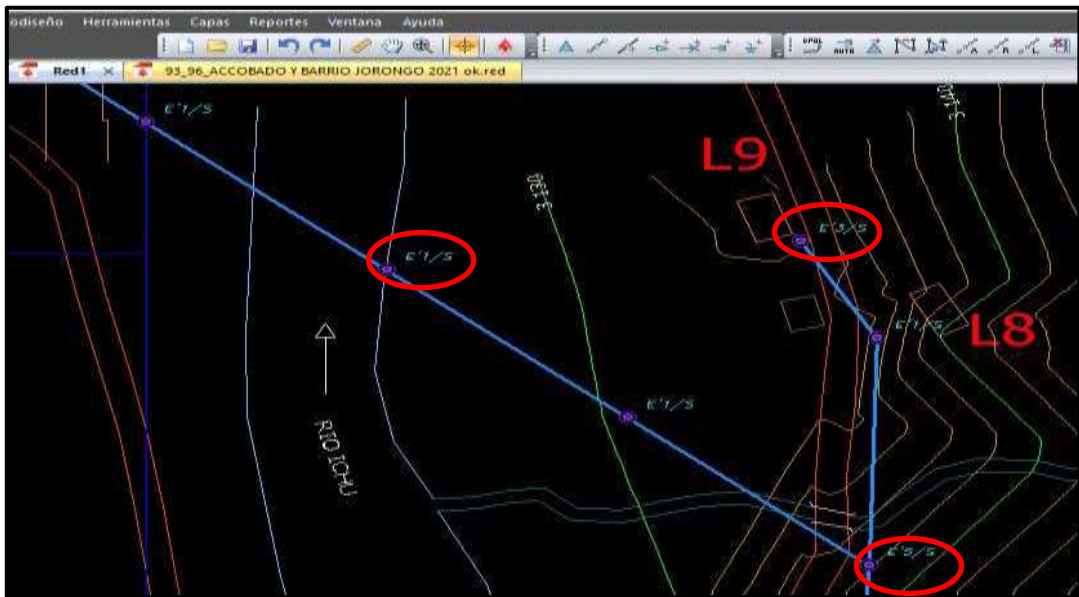


**Figura 161.** Salida con vano flojo para el L13  
Fuente: Elaboracion propia, software Red Cad

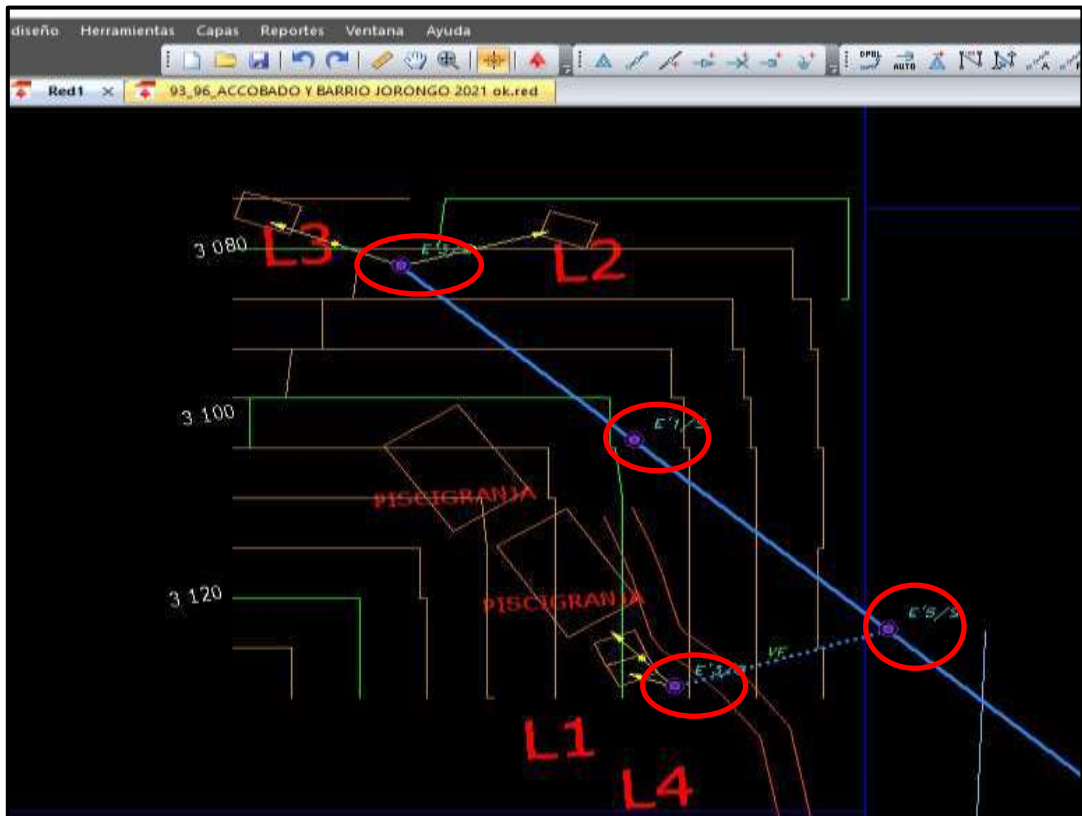
8) Distribucion de armados con un vano maximo de 70 m para los L8, L9, L1, L2, L3 Y L4, desde un armado E5. Automaticamente nos arrojo el tipo de estructuras.ver fig.



**Figura 162.** Distribución de armado para los L1, L, L3 Y L4  
Fuente: Elaboracion propia, software Red Cad

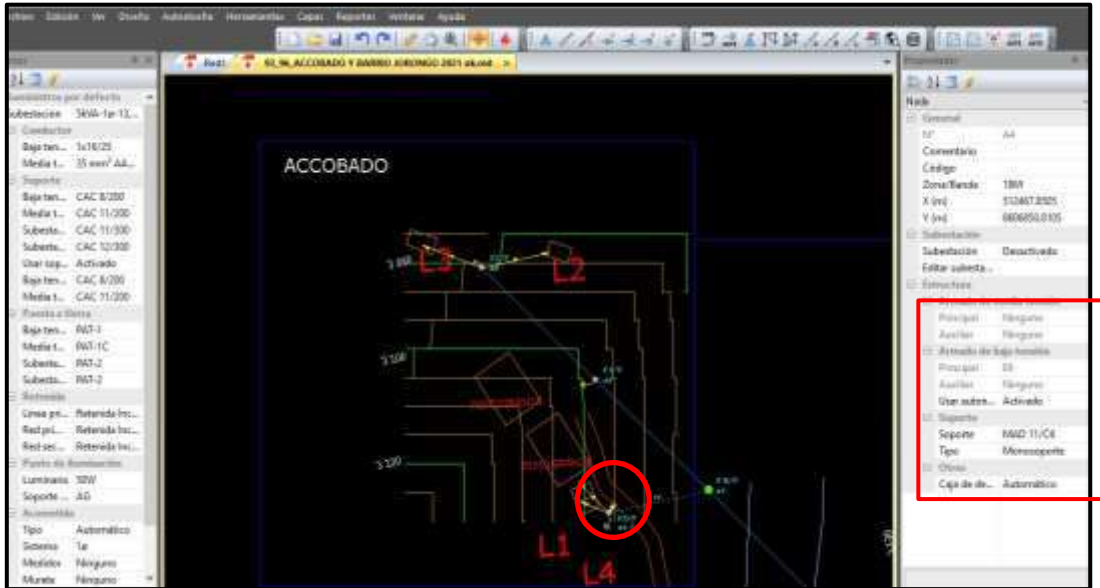


**Figura 163.** Armados de alineamiento, derivación y fin de línea  
 Fuente: Elaboracion propia, software Red Cad

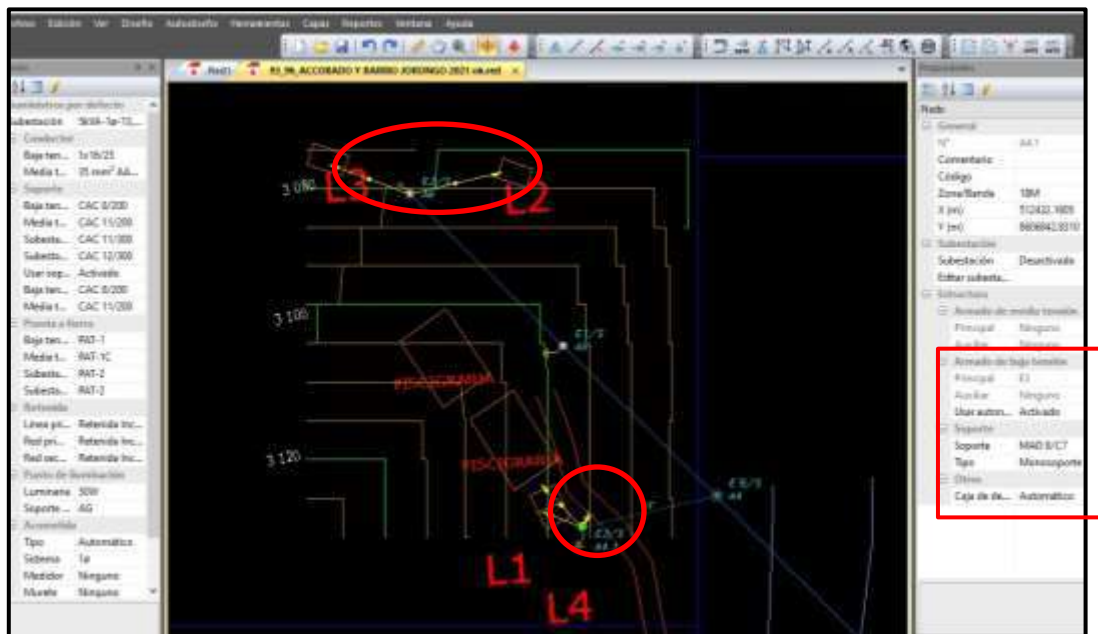


**Figura 164.** Armados de alineamiento, anclaje y fin de línea  
 Fuente: Elaboracion propia, software Red Cad

- 9) añadimos las acometidas cortas, largas, las retenidas inclinadas, puestas a tierra a cada 200 m y luminarias para los lotes de la localidad barrio accobado. utilizamos postes de madera 11/C6 y 8/C7. Ver fig

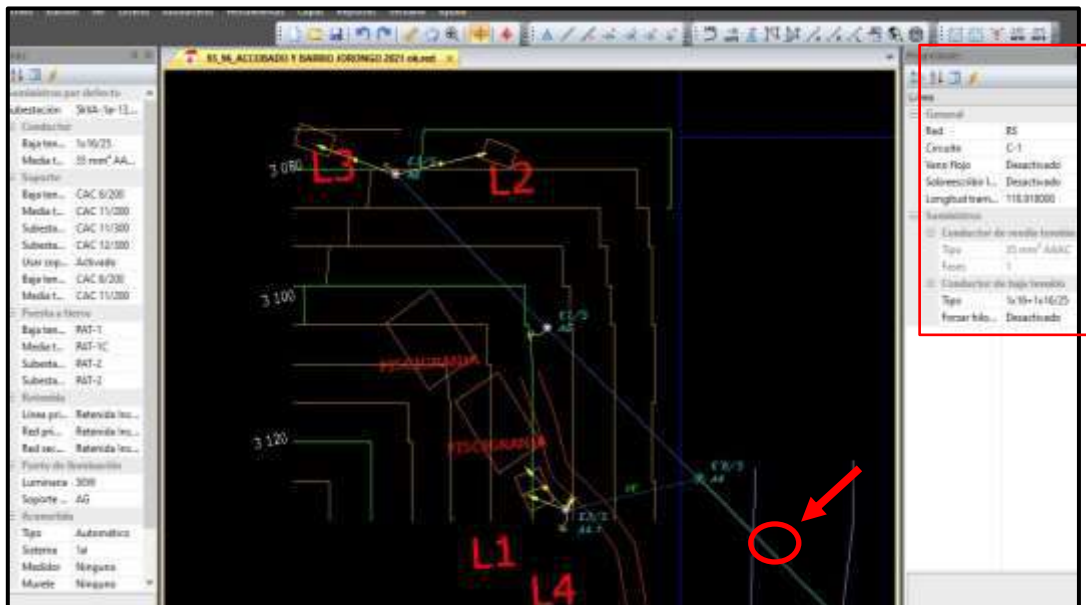


**Figura 165.** Distribución de acometidas cortas, largas, puestas a tierra, luminarias y poste de madera  
Fuente: Elaboracion propia, software Red Cad



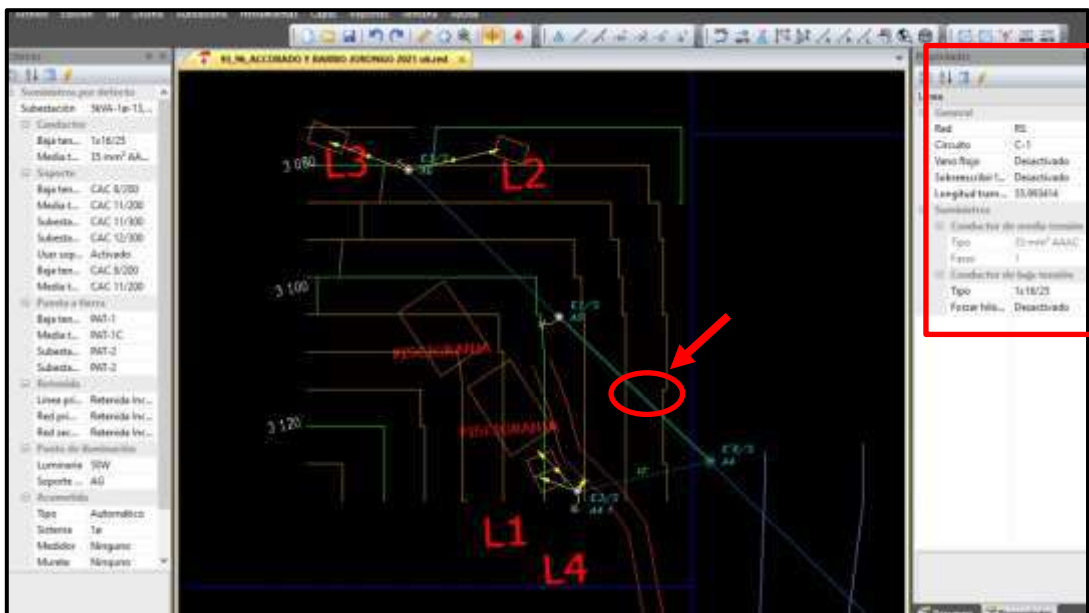
**Figura 166.** Distribución de acometidas cortas, largas, puestas a tierra, luminarias y poste de madera  
Fuente: Elaboracion propia, software Red Cad

10) seleccionamos en el vano del armado E6. Obtenemos el tipo de conductor de 1x16+1x16/25. Ver fig.



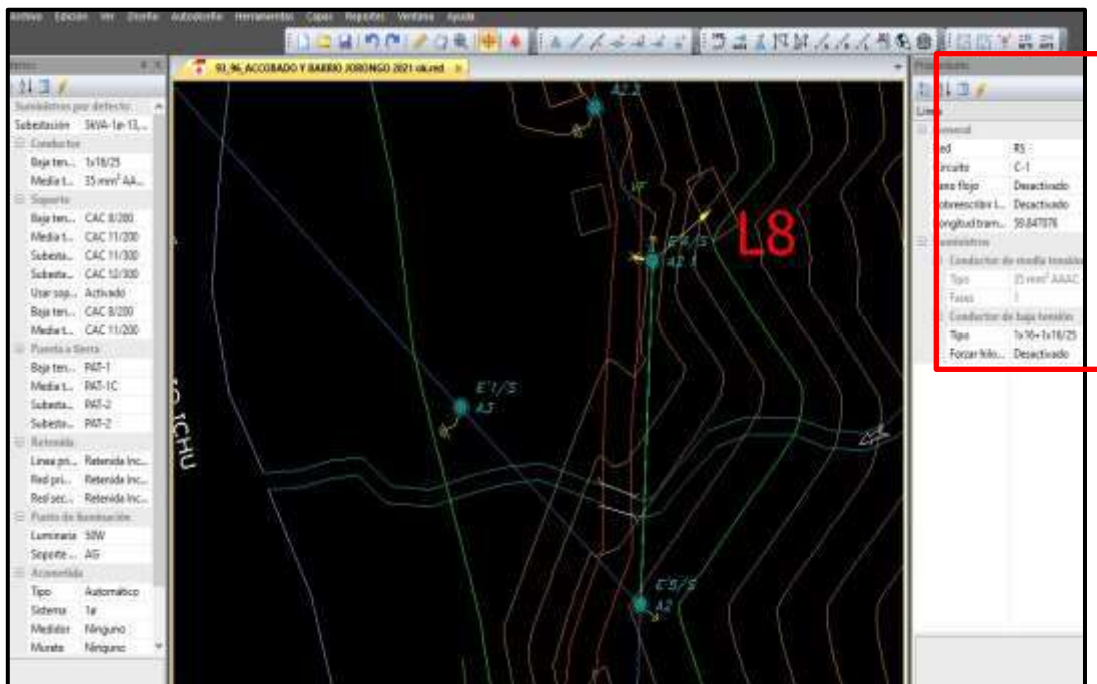
**Figura 167.** Selección de conductor  
Fuente: Elaboración propia, software Red Cad

11) Para el armado E1, el tipo de conductor es 1x16+16/25. Ver fig



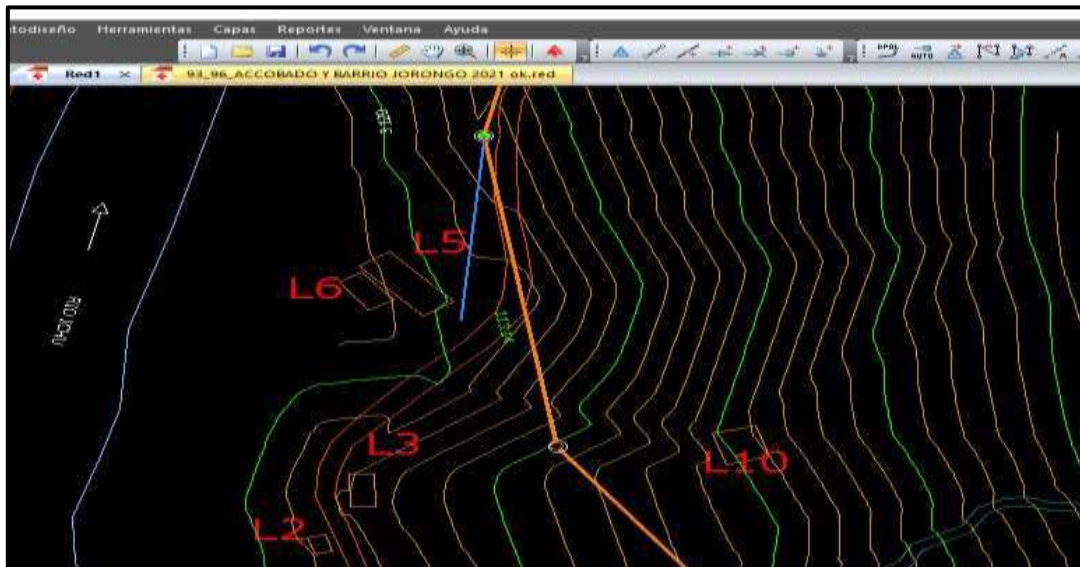
**Figura 168.** Conductor de baja tensión  
Fuente: Elaboración propia, software Red Cad

12) Para el lote 8, el tipo de conductor es 1x16+16/25, observar cuadro de propiedades. Ver fig.



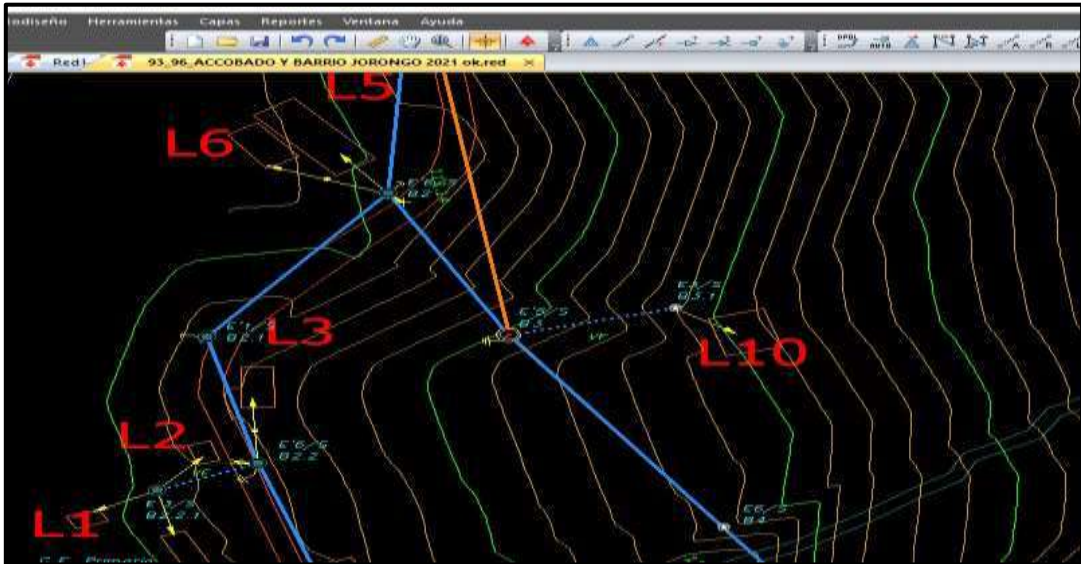
**Figura 169.** Conductor de baja tensión  
Fuente: Elaboracion propia, software Red Cad

13) continuamos con el diseño para los siguientes lotes: L1, L2, L3, L5, L6, L10, L11 y L12. observamos que la línea de media tensión de color naranja, es el poste compartido que utilizaremos para nuestro diseño. Ver fig

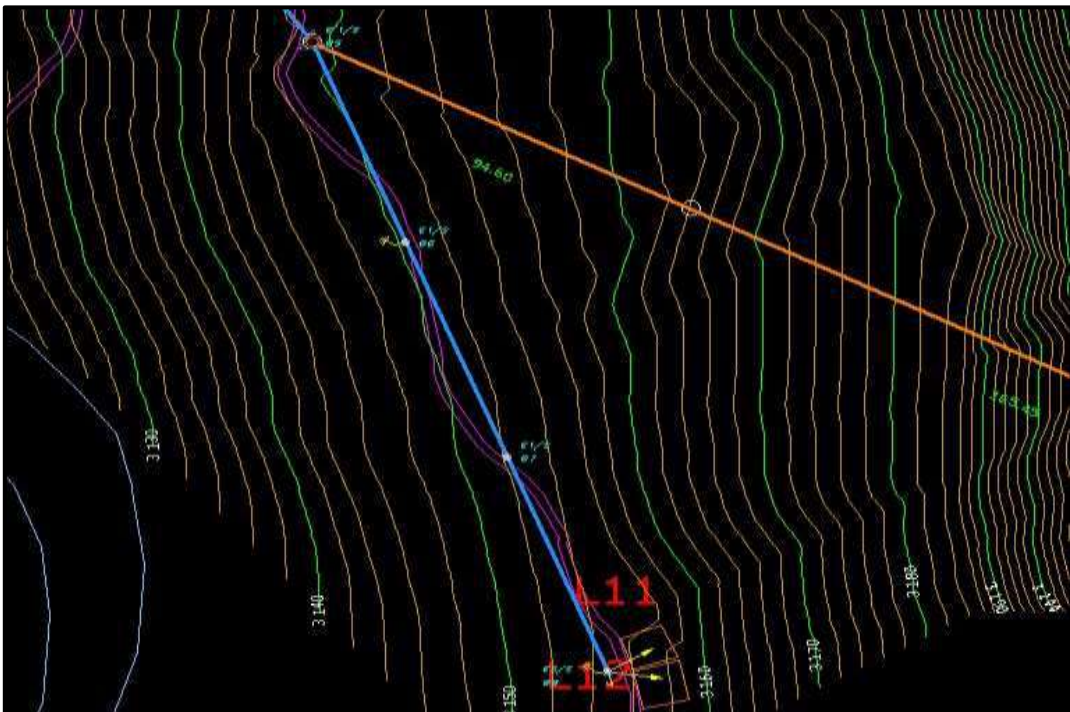


**Figura 170.** Poste compartido de media tensión  
Fuente: Elaboracion propia, software Red Cad

14) Distribucion de armados, las acometidas cortas, largas, las retenidas inclinadas, puestas a tierra y luminarias para los lotes de la localidad barrio accobado. utilizamos postes de madera 11/C6 y 8/C7. Ver fig



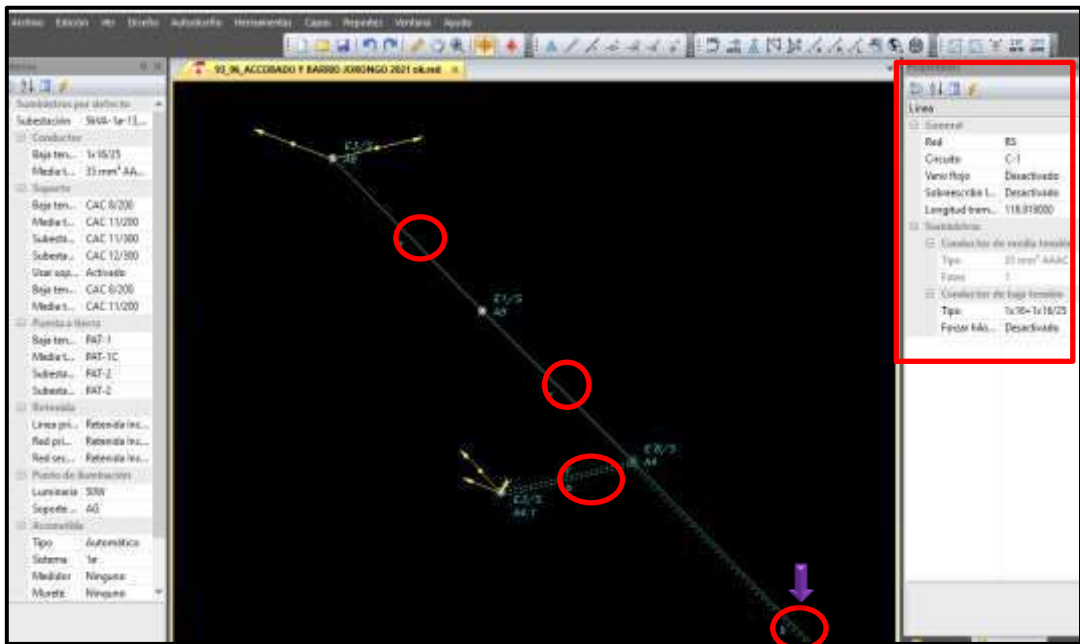
**Figura 171.** Distribución de estructuras, retenidas, acometidas, PAT y luminarias  
Fuente: Elaboracion propia, software Red Cad



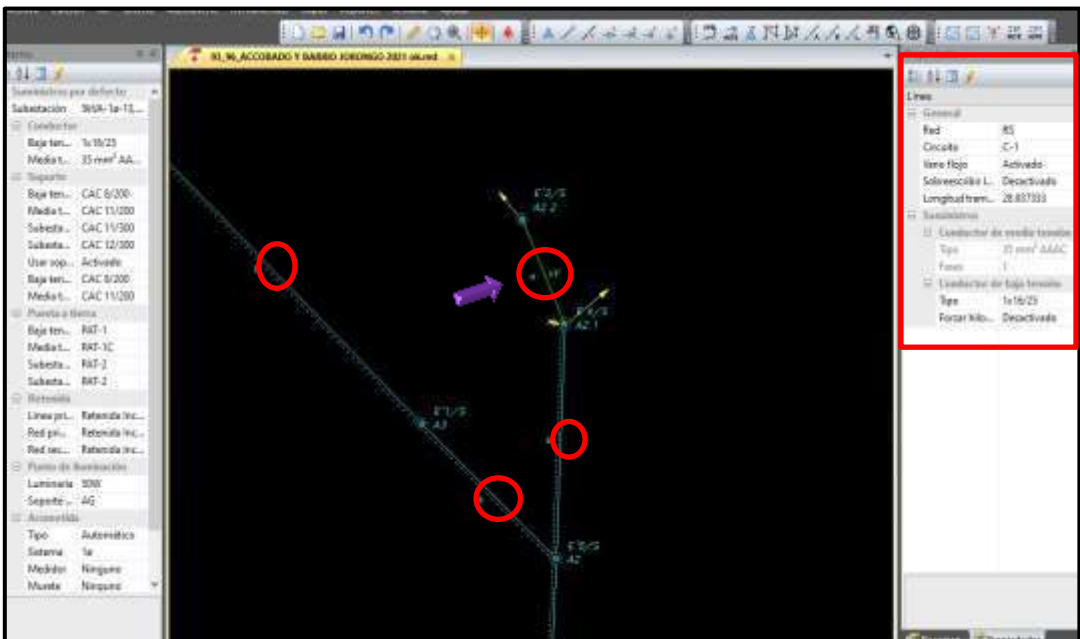
**Figura 172.** Distribución de estructuras, retenidas, acometidas, PAT y luminarias  
Fuente: Elaboracion propia, software Red Cad

15) Activamos la capa de conductor y observamos el tipo de conductores. Ver fig

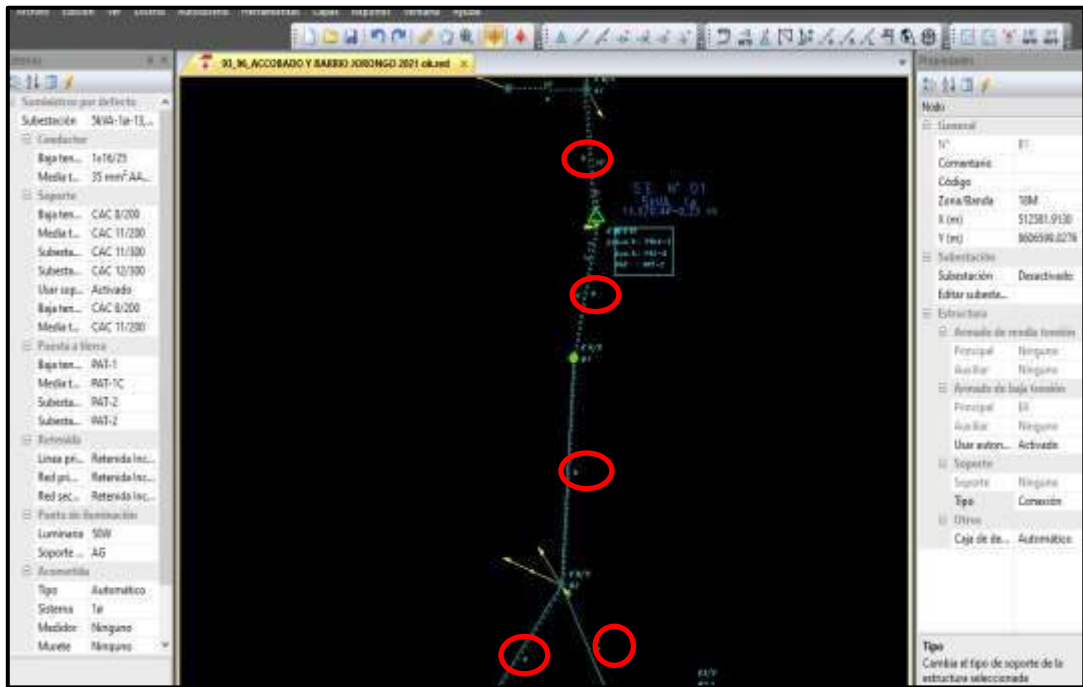




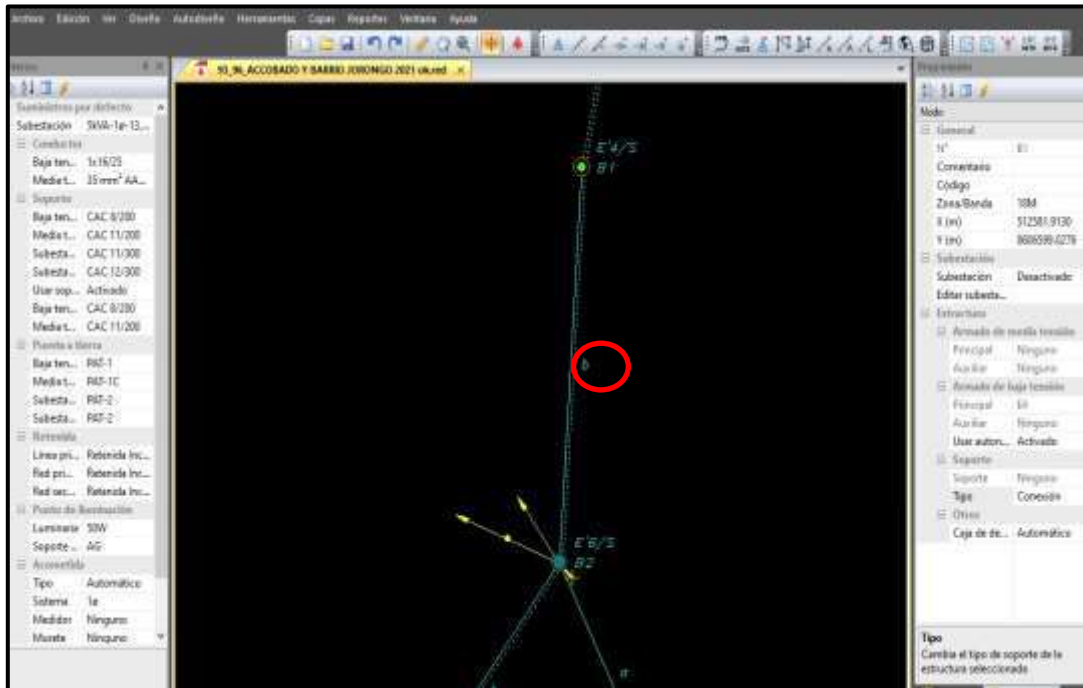
**Figura 173.** Enumeración de conductores  
Fuente: Elaboracion propia, software Red Cad



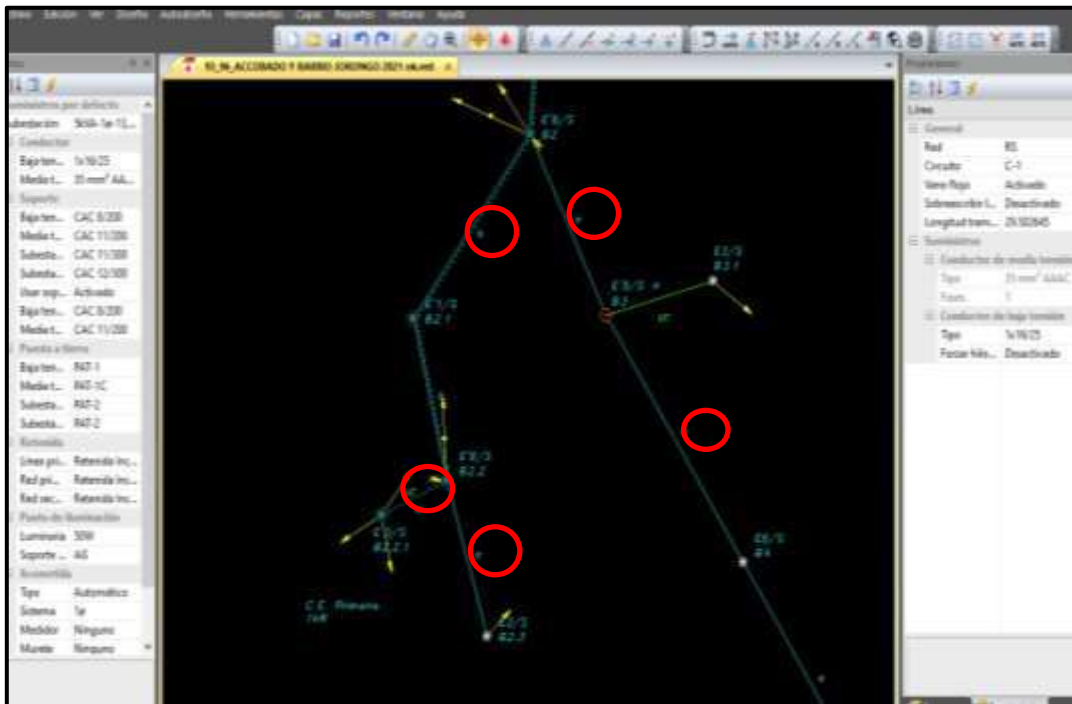
**Figura 174.** Enumeración de conductores  
Fuente: Elaboracion propia, software Red Cad



**Figura 175.** Enumeración de conductores  
Fuente: Elaboracion propia, software Red Cad

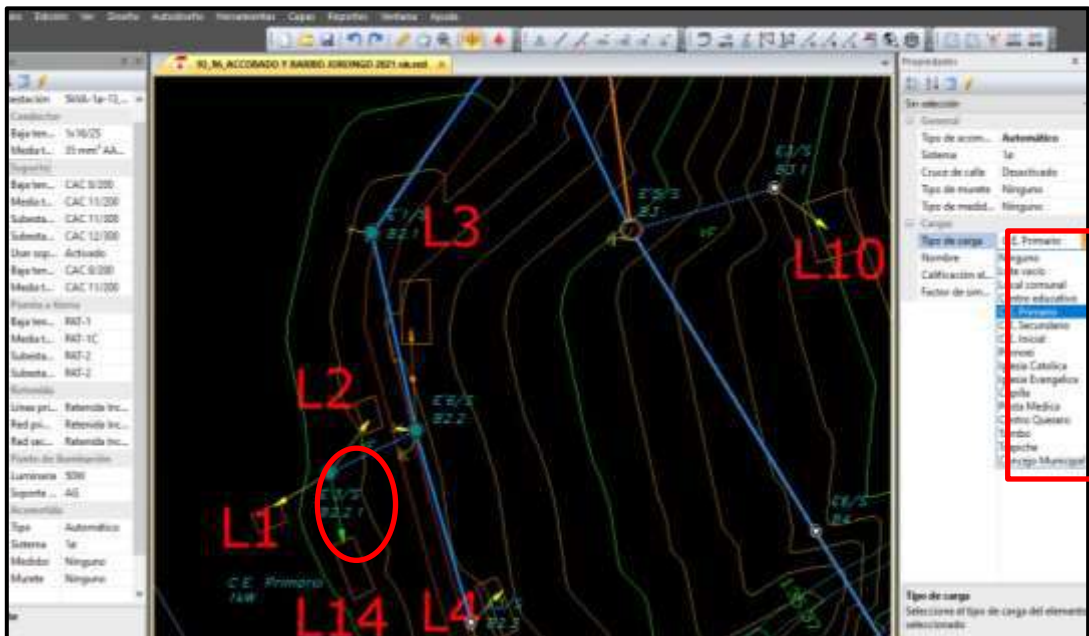


**Figura 176.** Enumeración de conductores  
Fuente: Elaboracion propia, software Red Cad



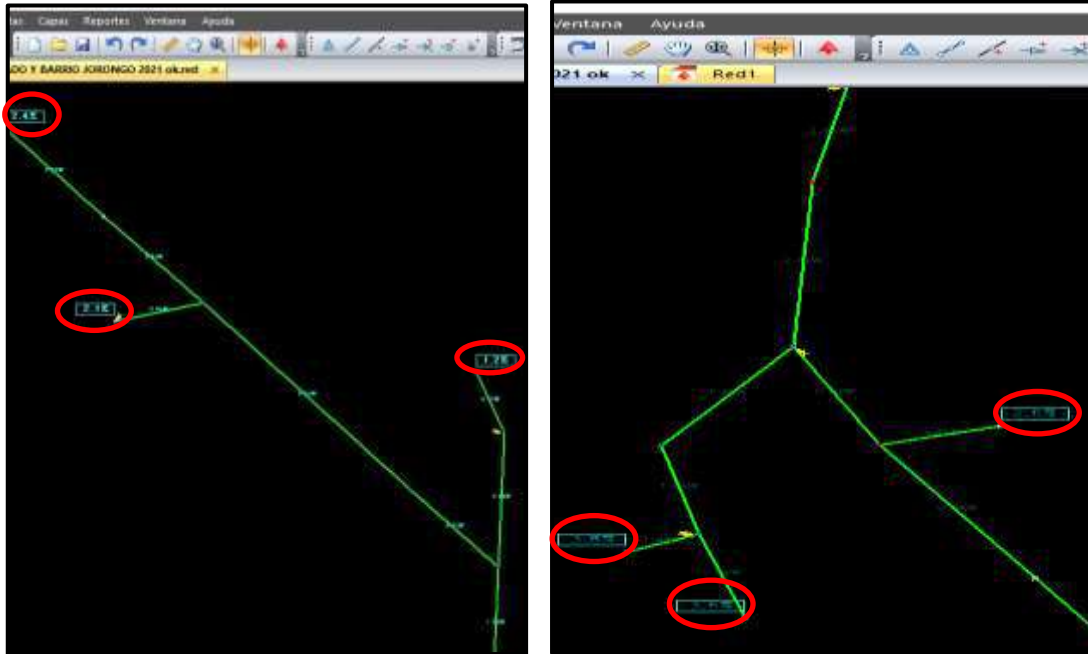
**Figura 177.** Enumeración de conductores  
Fuente: Elaboración propia, software Red Cad

16) para las cargas especiales, seleccionamos el tipo de carga, lo cual es el centro educativo primaria para el L14. Ver fig



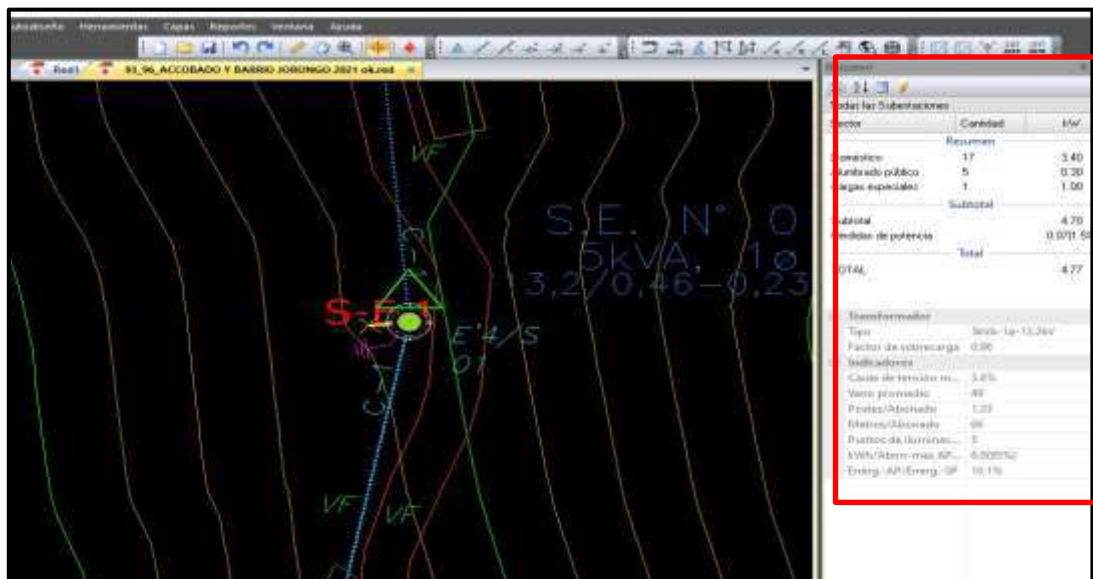
**Figura 178.** Selección de cargas especiales  
Fuente: Elaboración propia, software Red Cad

17) luego activamos la capa de caída de tensión y observamos que cumple según norma menor a 7 %. Ver fig



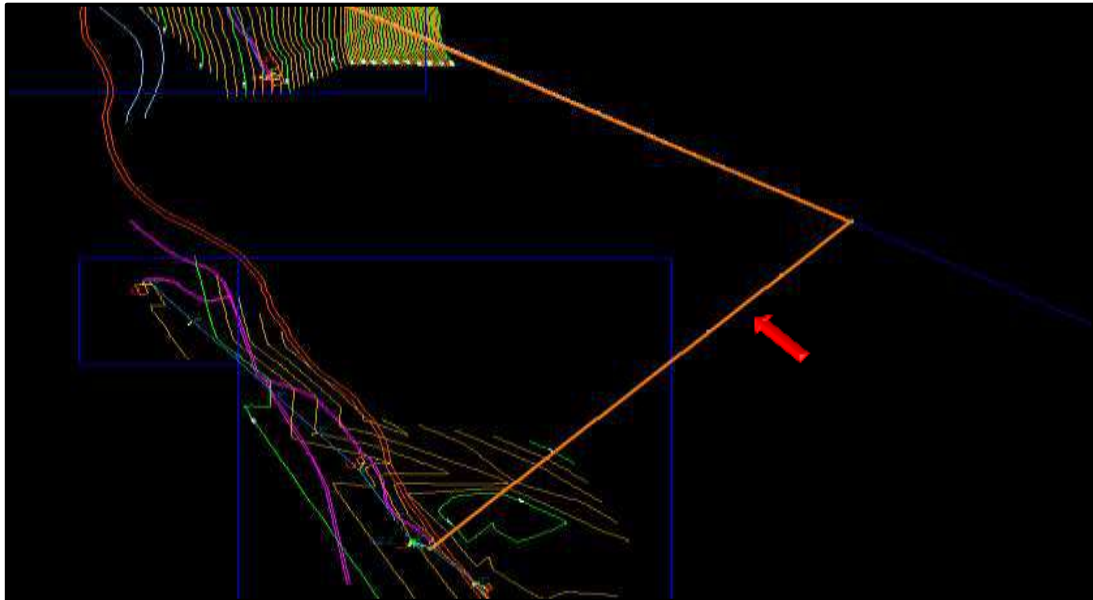
**Figura 179.** Resultado de caída de tensión  
Fuente: Elaboracion propia, software Red Cad

18) finalmente en la barra de resumen en el transformador, nos arroja datos muy importantes como el kw de los lotes y cargas especiales, caída de tensión, luminarias, vano promedio, etc.



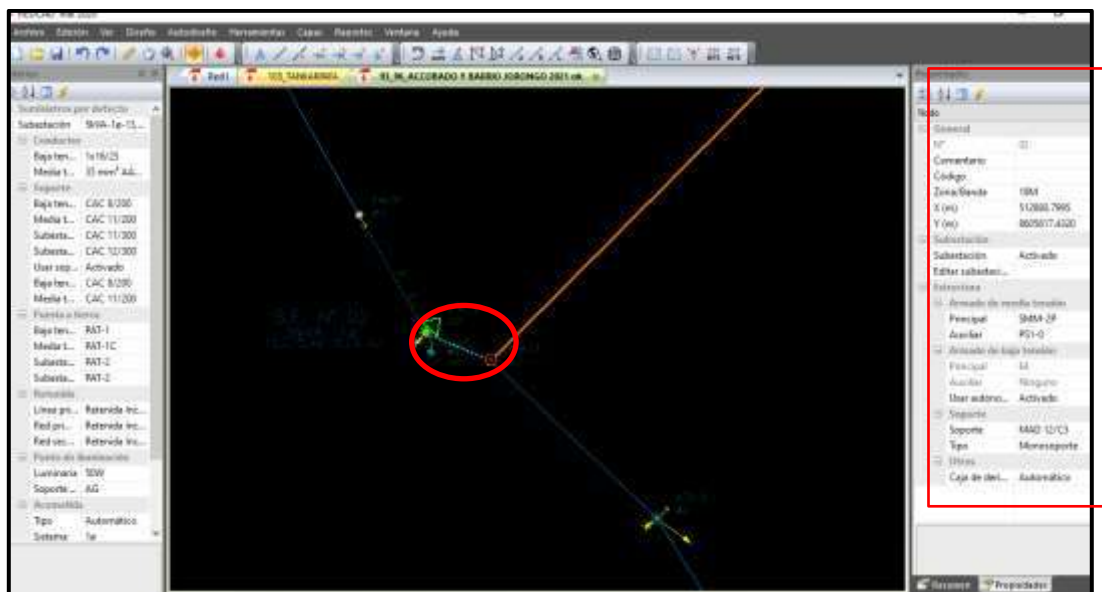
**Figura 180.** Cuadro de resumen  
Fuente: Elaboracion propia, software Red Cad

19) Realizamos el procedimiento para la otra localidad barrio jorongo 2, salimos con un vano flojo menor a 45 m y continuamos con la distribución de las estructuras. Ver fig.



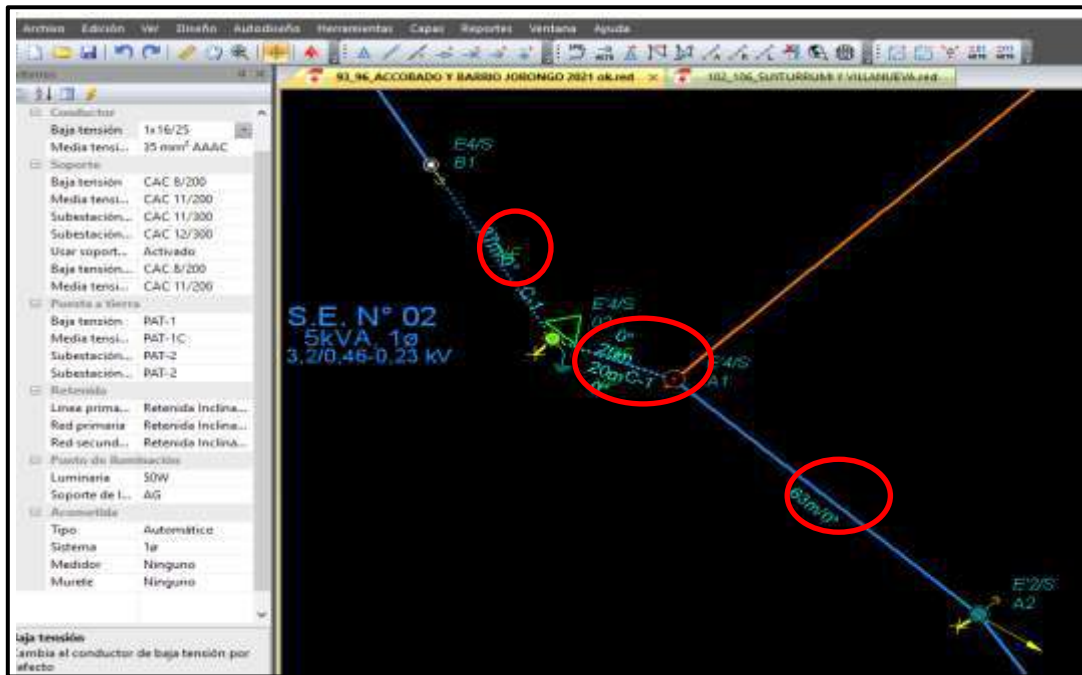
**Figura 181.** Línea de derivación de media tensión hacia Barrio Jorongo 2  
Fuente: Elaboracion propia, software Red Cad

20) Activamos la sub estacion y por defecto no arroja el nivel de tension y eligimos el armado principal MT (SMM-2P), el armado auxiliar (PS1-0) y el poste (MAD 12/C5). Ver fig.



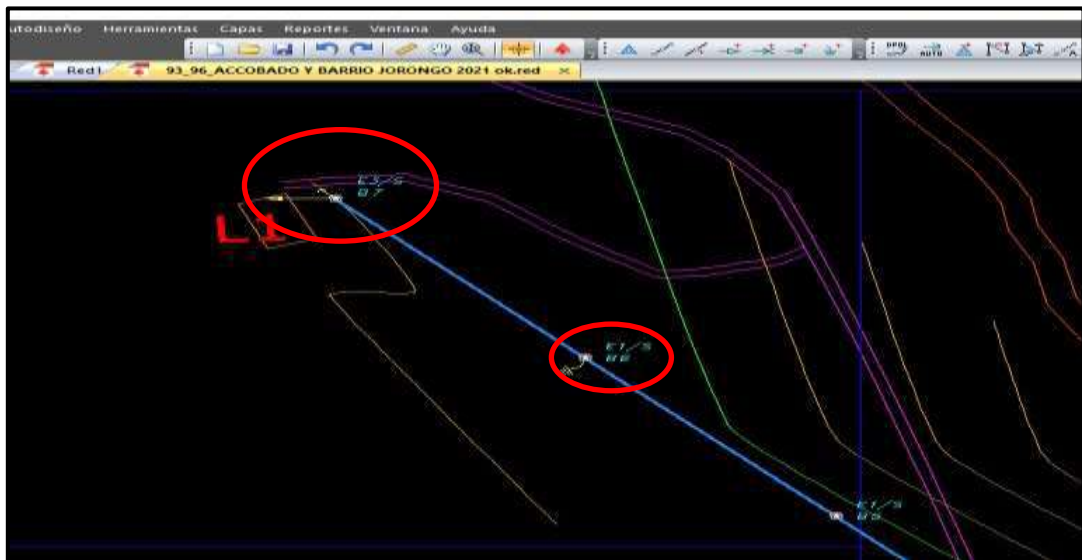
**Figura 182.** Selección de armado principal, auxiliar y soporte  
Fuente: Elaboracion propia, software Red Cad

21) Distribucion de armados con vanos flojos de 20 m y 37 m. ver fig



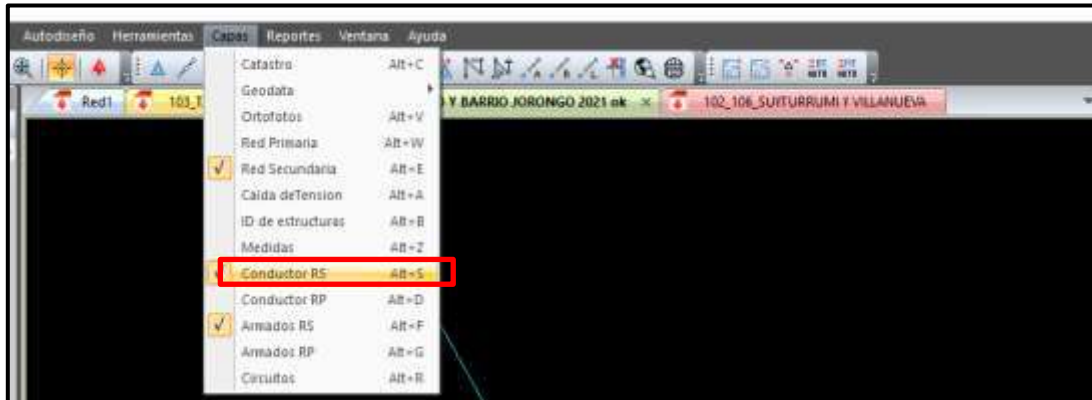
**Figura 183.** Distribución de armados con vanos flojos  
Fuente: Elaboracion propia, software Red Cad

22) Añadimos las acometidas cortas, largas, las retenidas inclinadas, puestas a tierra a cada 200 m y luminarias para los lotes de la localidad barrio jorongo 2. utilizamos postes de madera 11/C6 y 8/C7. Ver fig

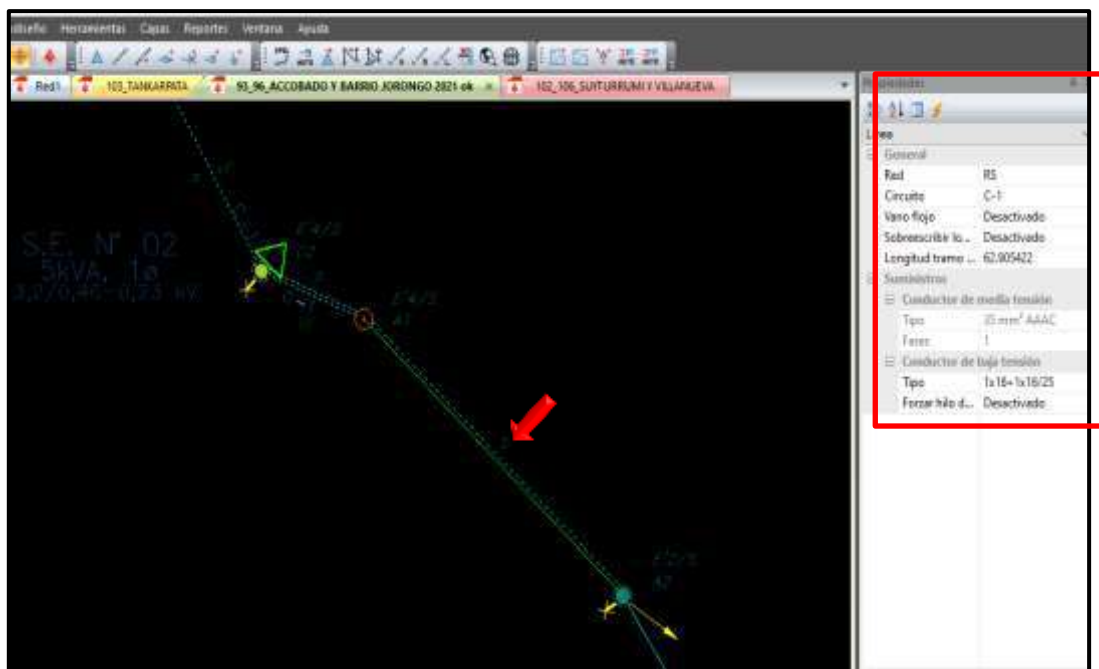


**Figura 184.** Selección de acometidas, retenidas y puesta a tierra  
Fuente: Elaboracion propia, software Red Cad

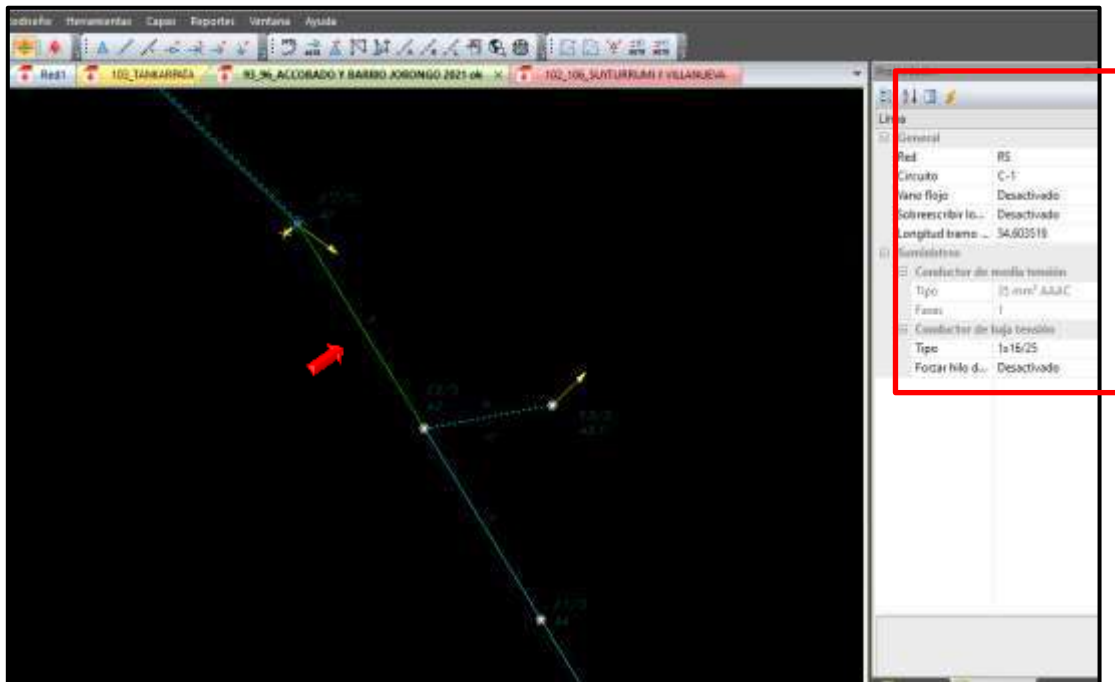
23) activamos la capa de conductor RS y observamos el tipo de conductor de color verde. 1x16/25, 1x16+1x16/25. Ver fig



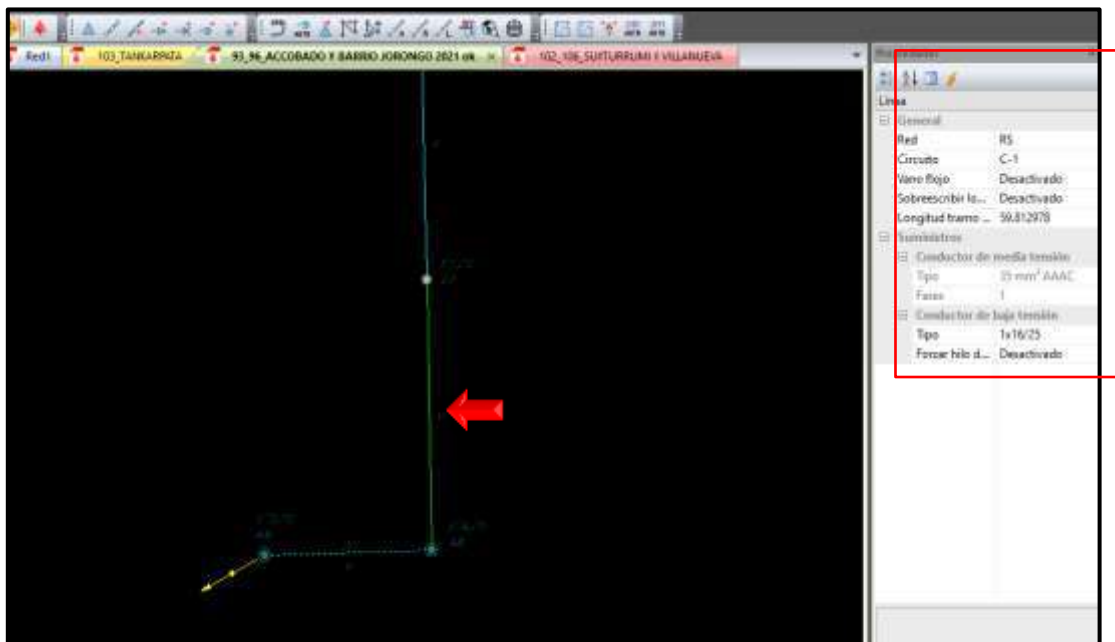
**Figura 185.** Activación de capa de conductor RS  
Fuente: Elaboración propia, software Red Cad



**Figura 186.** Activación de capa de conductor RS - 1  
Fuente: Elaboración propia, software Red Cad

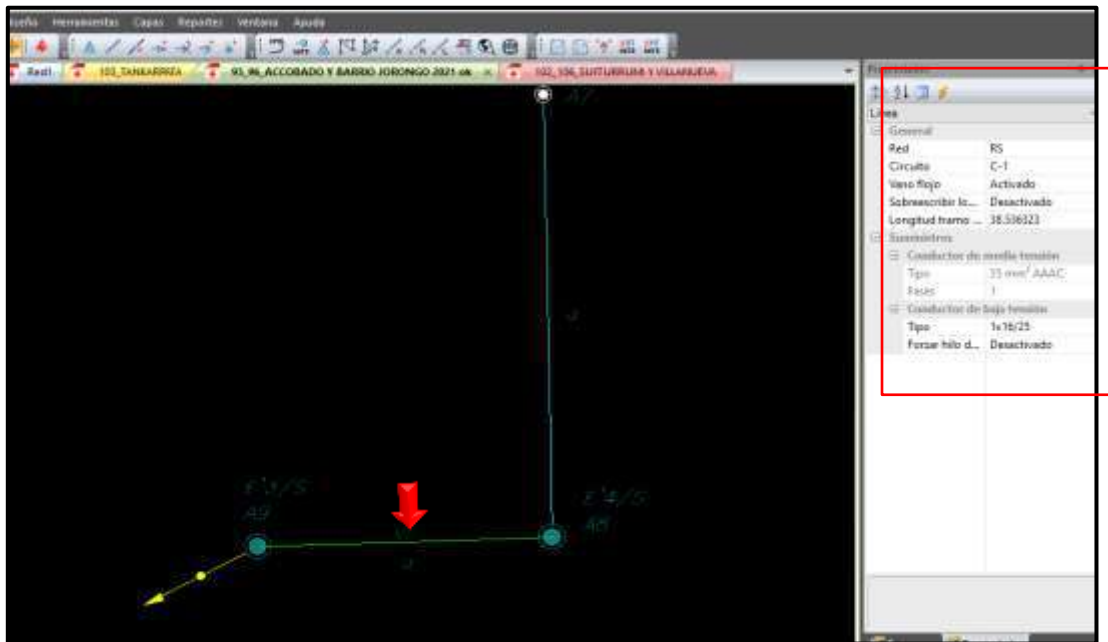


**Figura 187.** Activación de capa de conductor RS - 2  
Fuente: Elaboración propia, software Red Cad



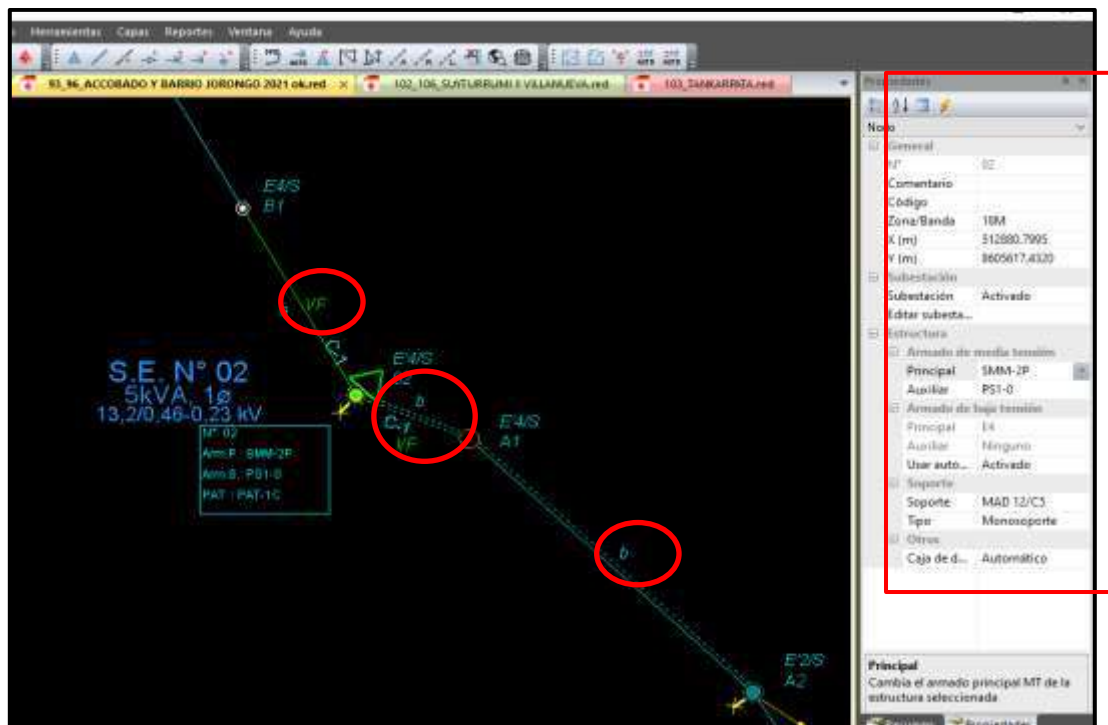
**Figura 188.** Activación de capa de conductor RS - 3  
Fuente: Elaboración propia, software Red Cad





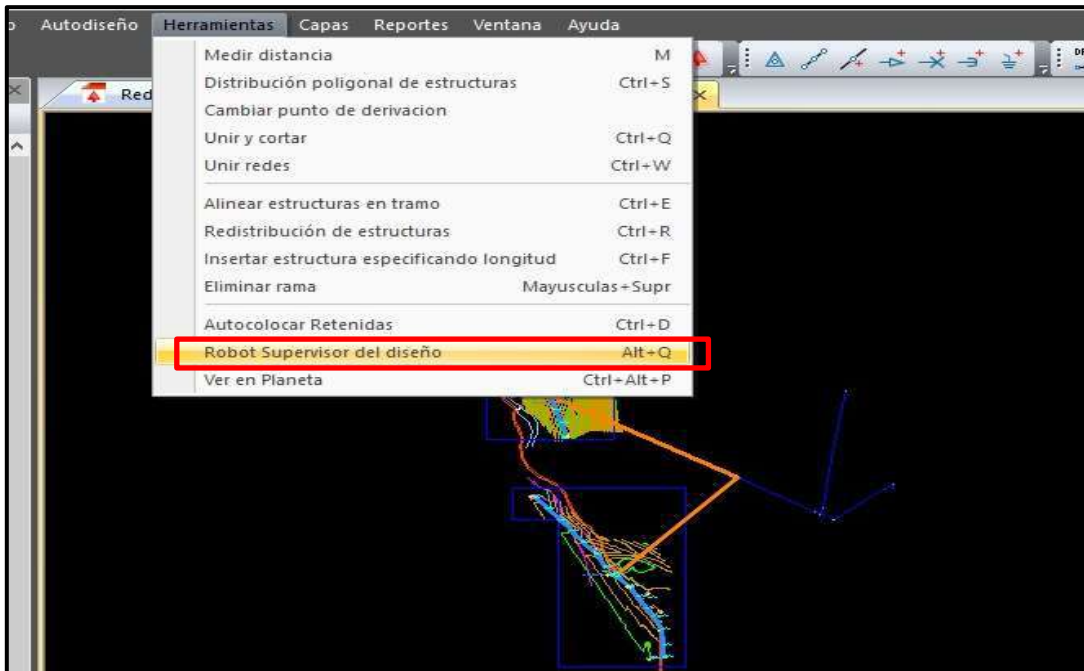
**Figura 189.** Activación de capa de conductor RS - 4  
Fuente: Elaboracion propia, software Red Cad

24) observamos en el cuadro del transformador los siguientes datos. En el armado principal (SMM-2P), armado auxiliar (PS1-0) y el soporte (MAD 12/C5). Ver fig

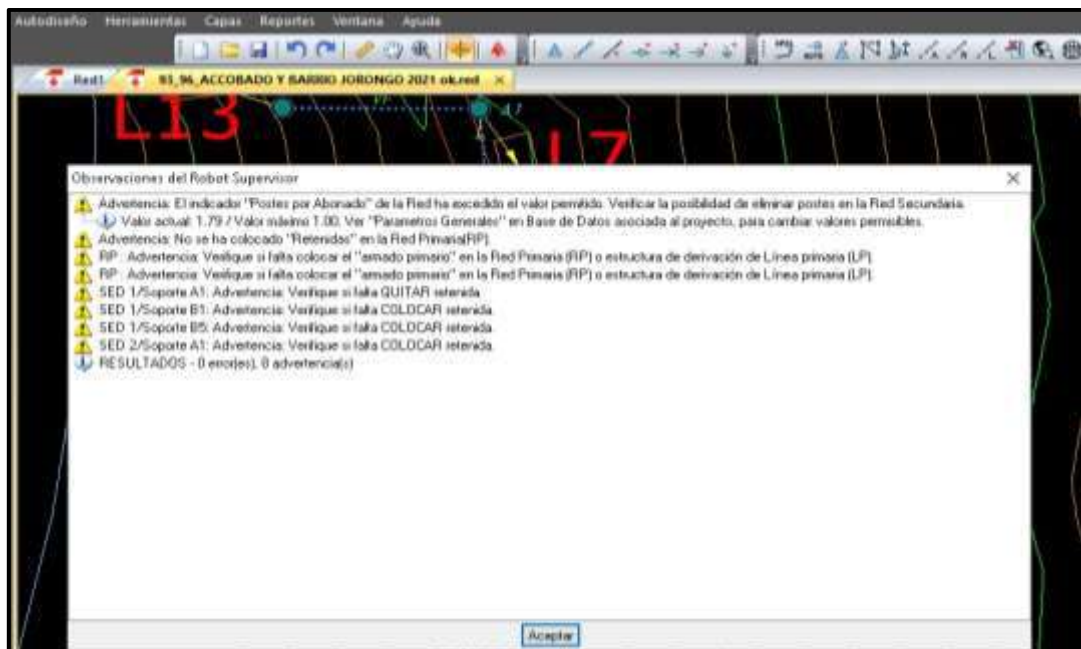


**Figura 190.** selección del tipo de estructura y soporte  
Fuente: Elaboracion propia, software Red Cad

25) luego en la barra de herramientas activamos el robot supervisor para un diseño optimo. ver fig

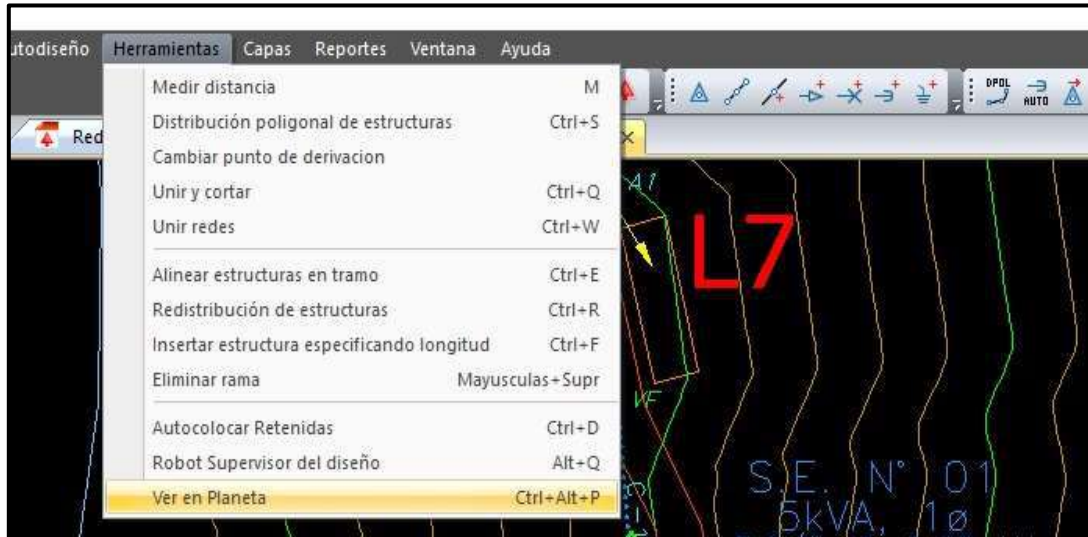


**Figura 191.** Robot supervisor de diseño  
Fuente: Elaboracion propia, software Red Cad

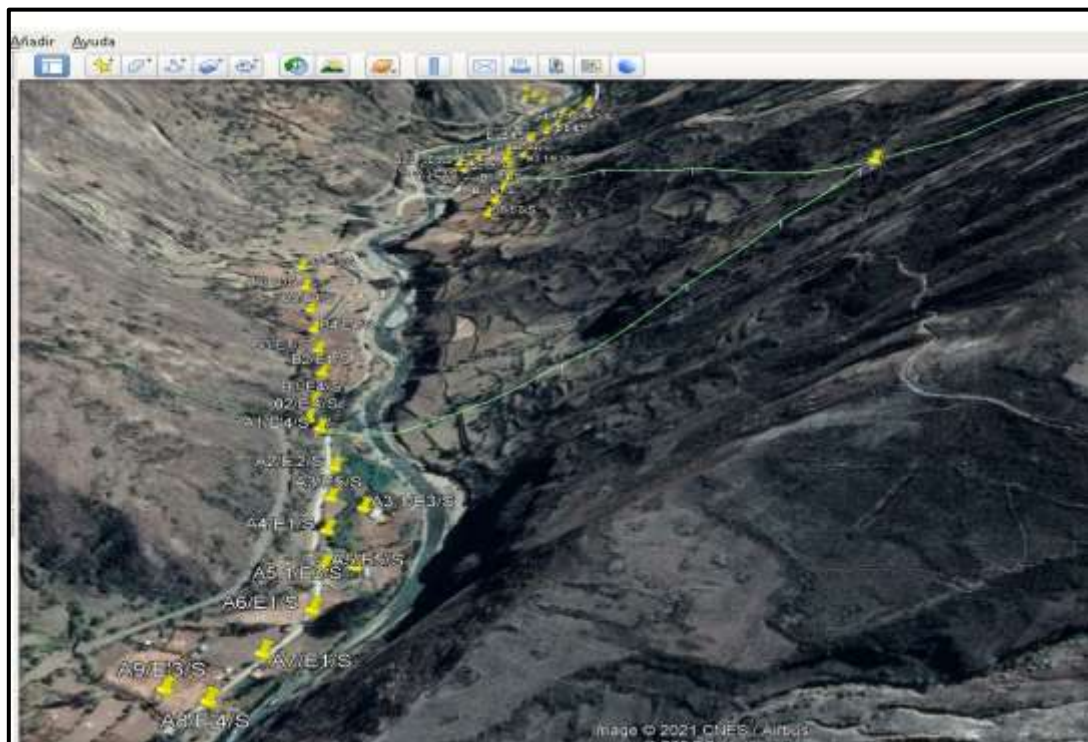


**Figura 192.** Observaciones del robot supervisor  
Fuente: Elaboracion propia, software Red Cad

26) Después activamos ver en planeta y nos arroja nuestro diseño en google earth. Observamos la enumeración de las estructuras Ver fig



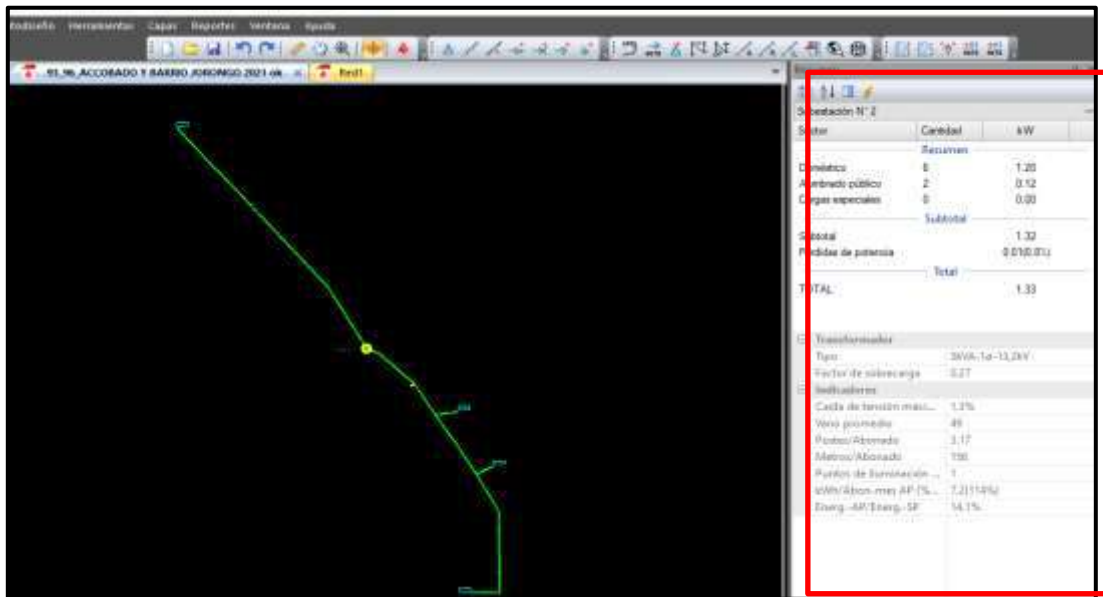
**Figura 193.** Vista herramientas ver en planeta  
Fuente: Elaboracion propia, software Red Cad



**Figura 194.** Lotes en Google Earth

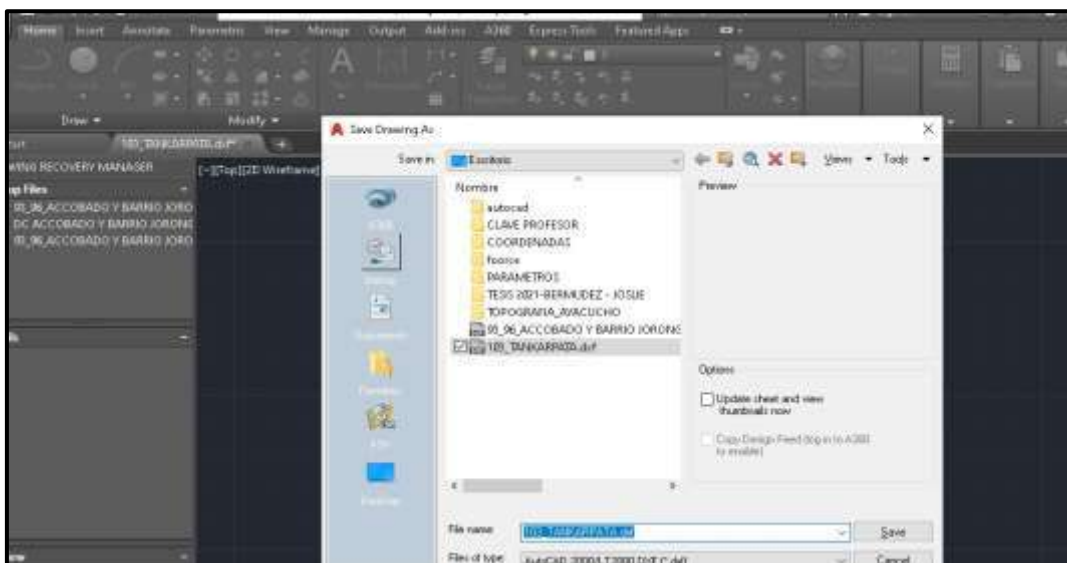
Fuente: Elaboracion propia, software Google Earth

27) Activamos la capa de caída de tensión y observamos una caída de tensión de 1,3 %. Ver fig.



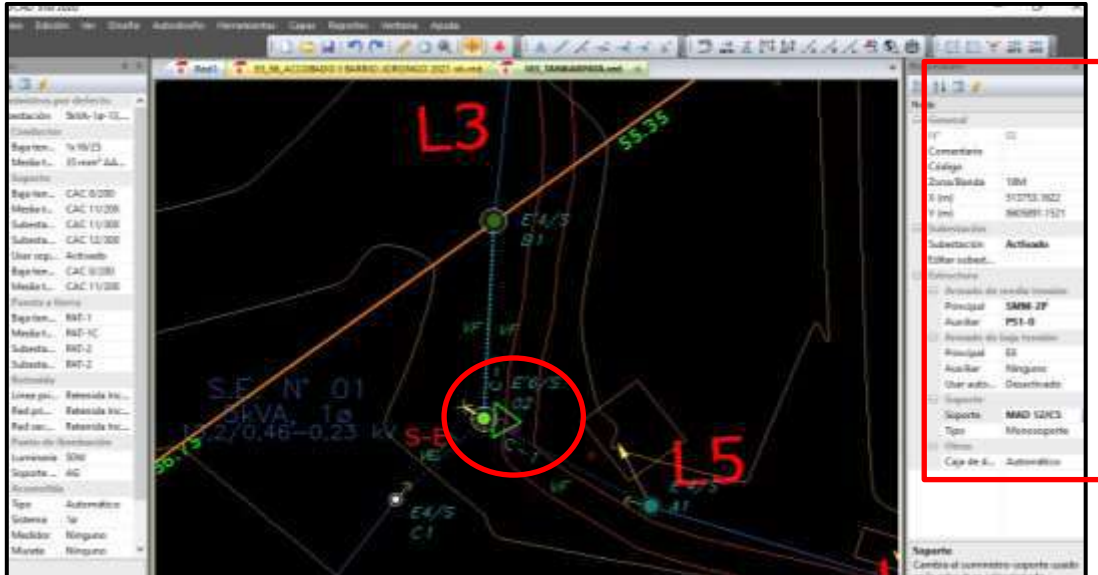
**Figura 195.** Earth Cuadro de resumen  
Fuente: Elaboracion propia, software Red Cad

28) realizamos el diseño para la localidad Tankarpata, importamos el plano DXF 2000. Ver fig

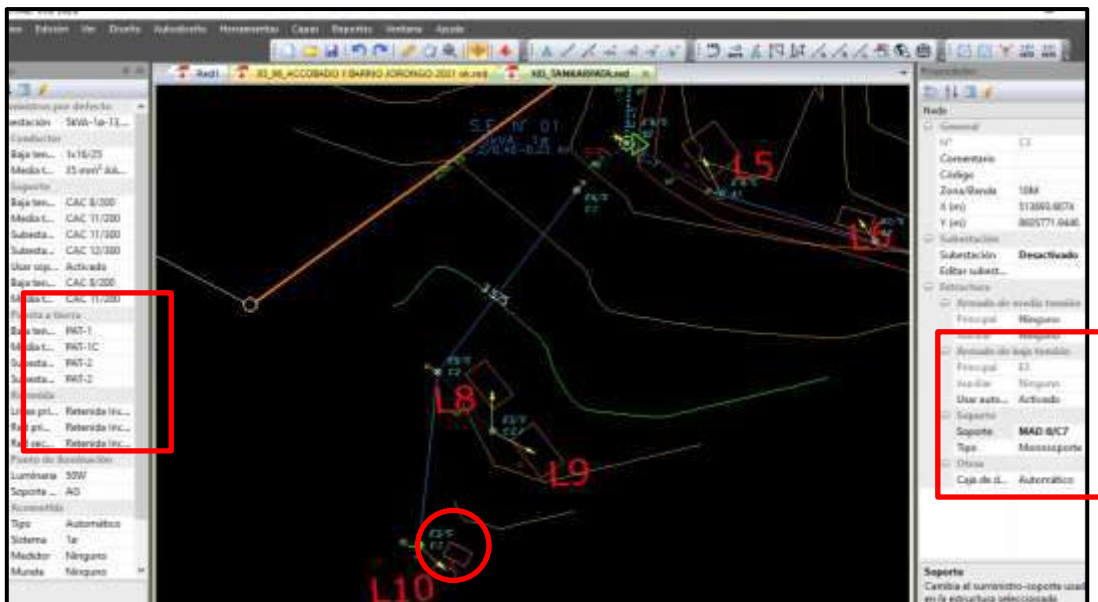


**Figura 196.** Importar el plano DXF Tankarpata  
Fuente: Elaboracion propia, software Red Cad

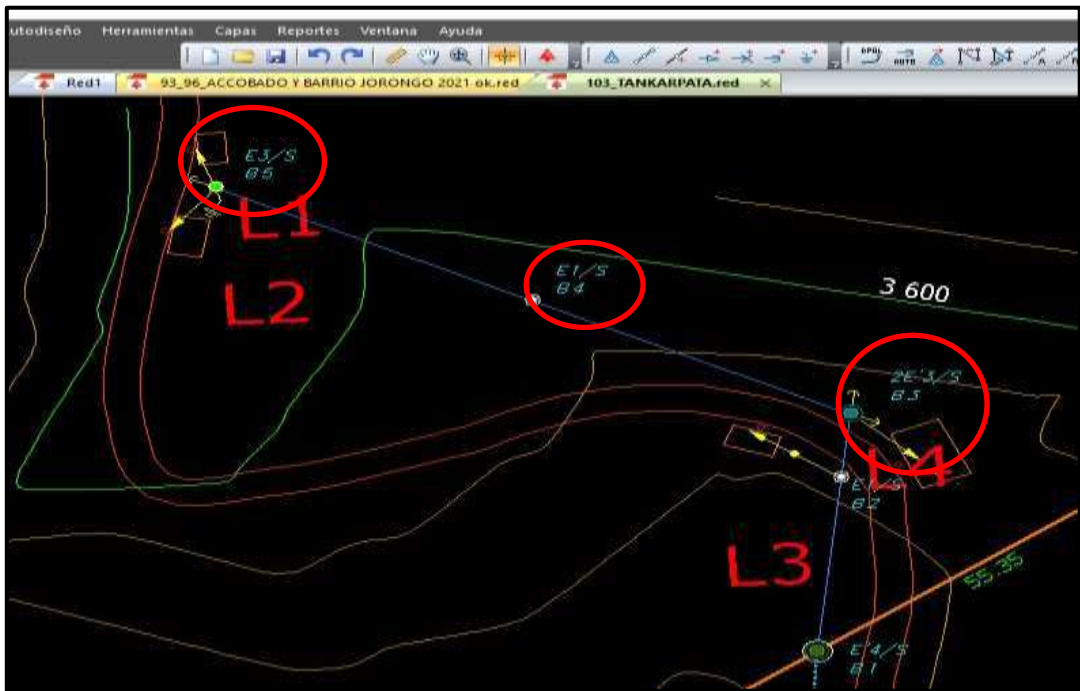
29) Realizamos la distribución de las estructuras, acometidas, retenidas y puestas a tierra para los siguientes lotes, también obtenemos los datos del transformador principal: SMM-2P, auxiliar: PS1-0; utilizamos para el soporte MAD 12/C5. Ver fig



**Figura 197.** Distribución de estructuras y datos del transformador  
Fuente: Elaboración propia, software Red Cad



**Figura 198.** Distribución de armado fin de línea  
Fuente: Elaboración propia, software Red Cad

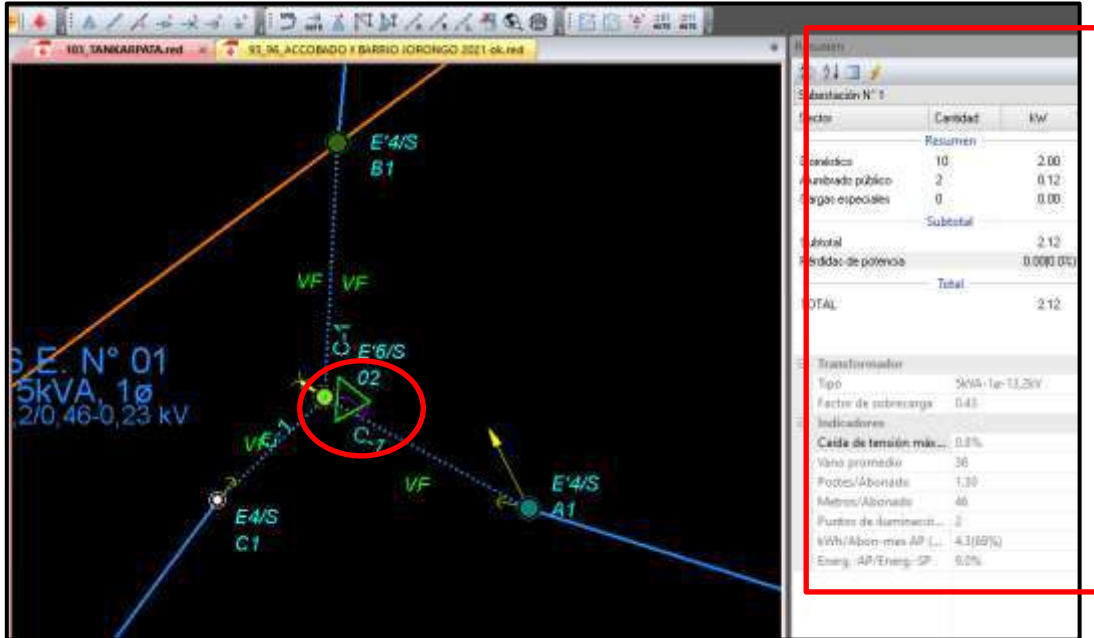


**Figura 199.** Distribución de armado fin de línea  
Fuente: Elaboracion propia, software Red Cad



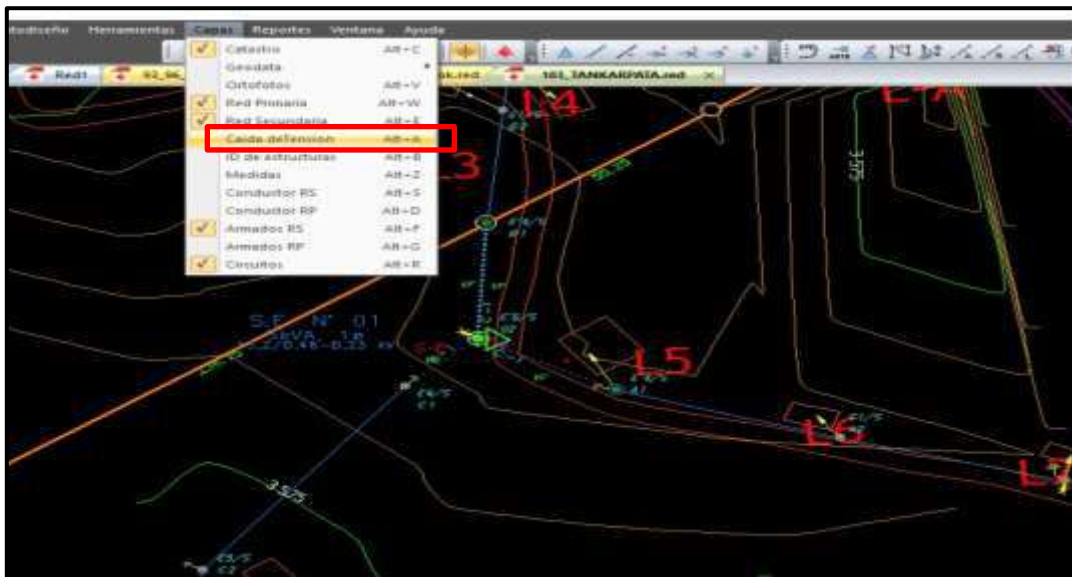
**Figura 200.** Armado de punto de diseño  
Fuente: Elaboracion propia, software Red Cad

30) Obtenemos los datos correspondientes de la sub estacion N<sup>a</sup>1. Caída de tensión de 0,8 %, 2 puntos de iluminación, factor de sobrecarga: 0,43. Ver fig

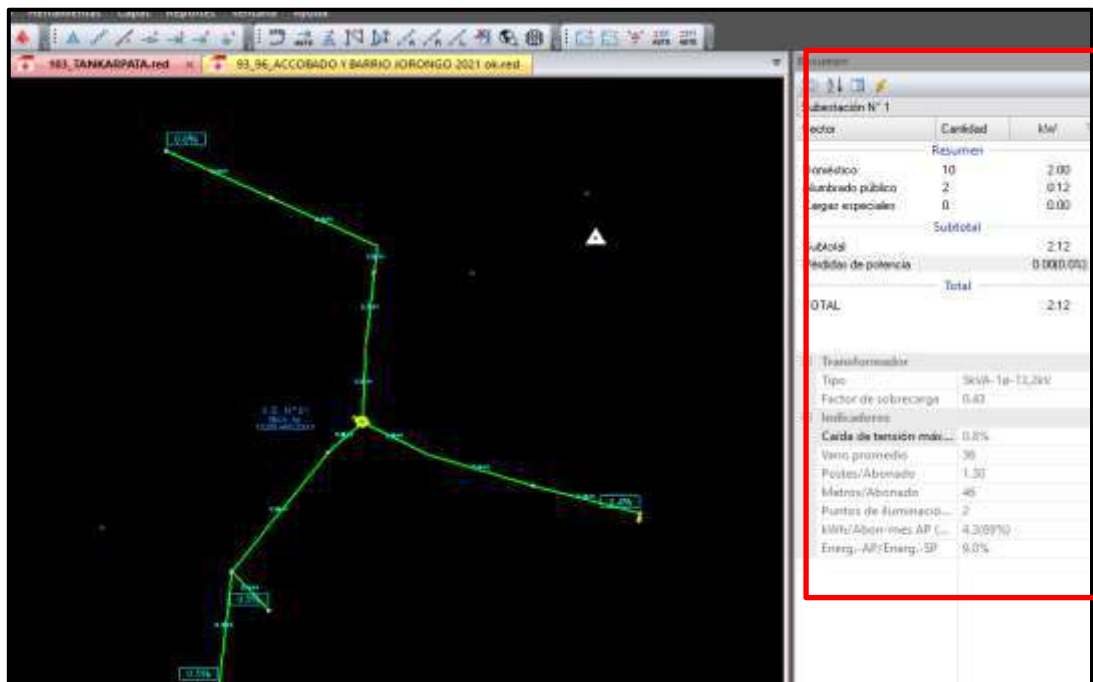


**Figura 201.** Cuadro de resumen  
Fuente: Elaboracion propia, software Red Cad

31) Activamos la capa caída de tensión y observamos lo siguiente. Ver fig



**Figura 202.** Activación de caída de tensión  
Fuente: Elaboracion propia, software Red Cad



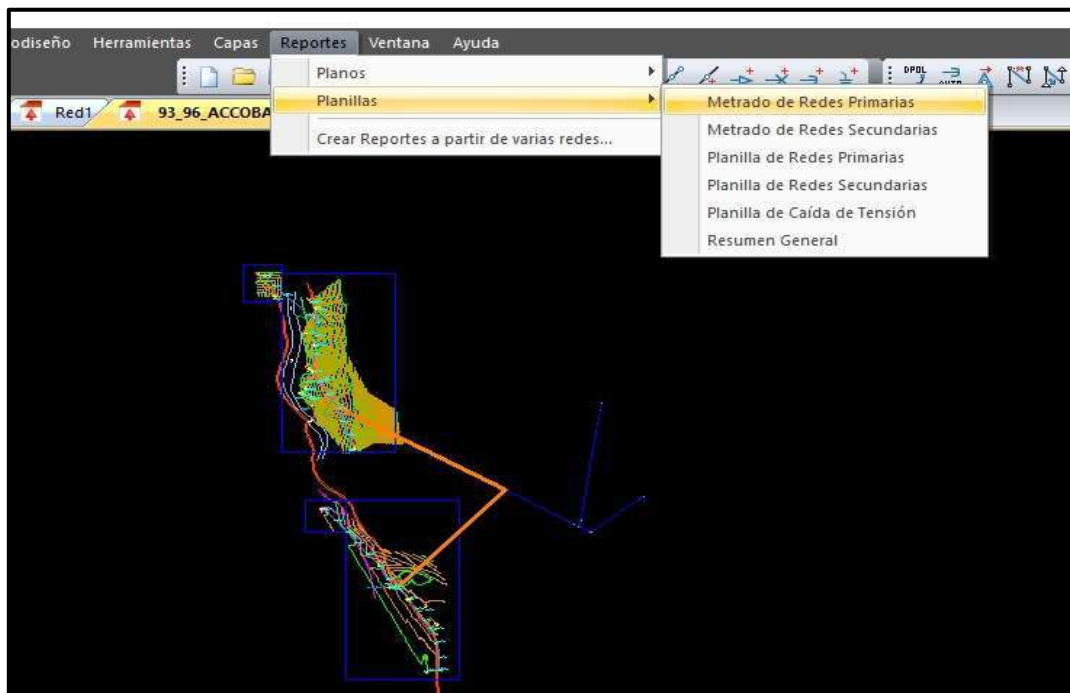
**Figura 203.** Cuadro de resumen  
Fuente: Elaboracion propia, software Red Cad

32) Reportamos los planos de redes primarias y secundarias, planillas, metrados y resumen general. Ver fig



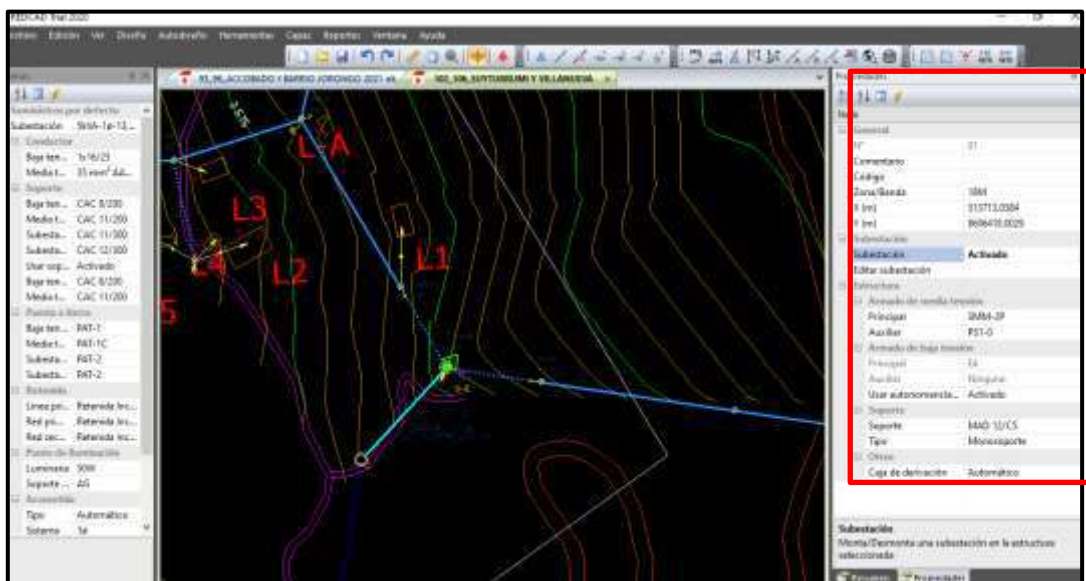
**Figura 204.** Reportes de planos en AutoCAD  
Fuente: Elaboracion propia, software Red Cad





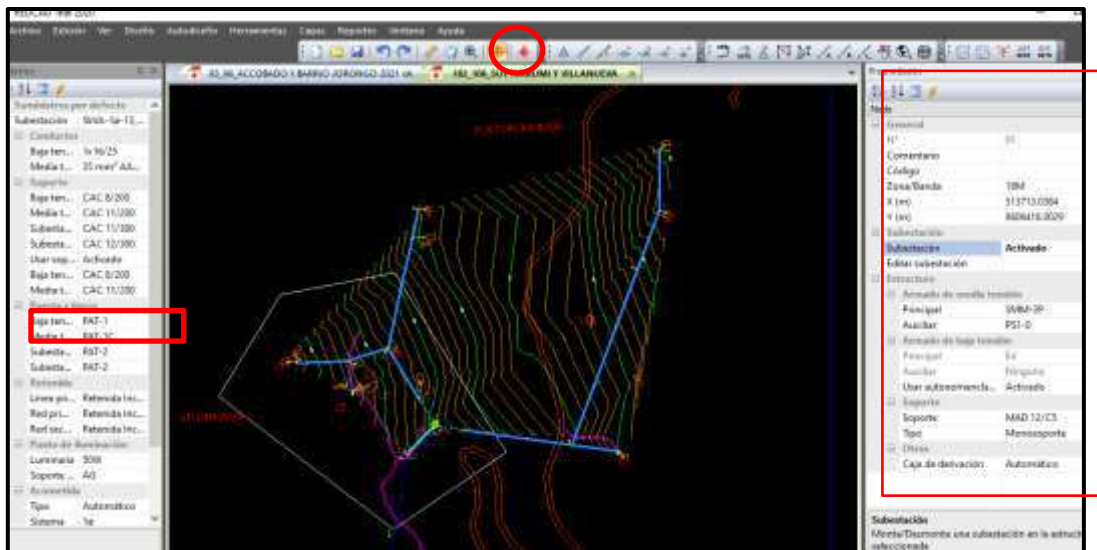
**Figura 205.** Reportes de planillas en Excel  
 Fuente: Elaboracion propia, software Red Cad

33) Continuamos el diseño para la localidad Suyturrumi y Villanueva Baja, Insertar el punto de derivación, lo cual es el punto de diseño. Para luego distribuir de forma manual los postes de baja tensión a cada cierta distancia con un vano máximo de:  $V_{max}=70$  m. hasta llegar a los lotes de cada beneficiario. Ver fig.

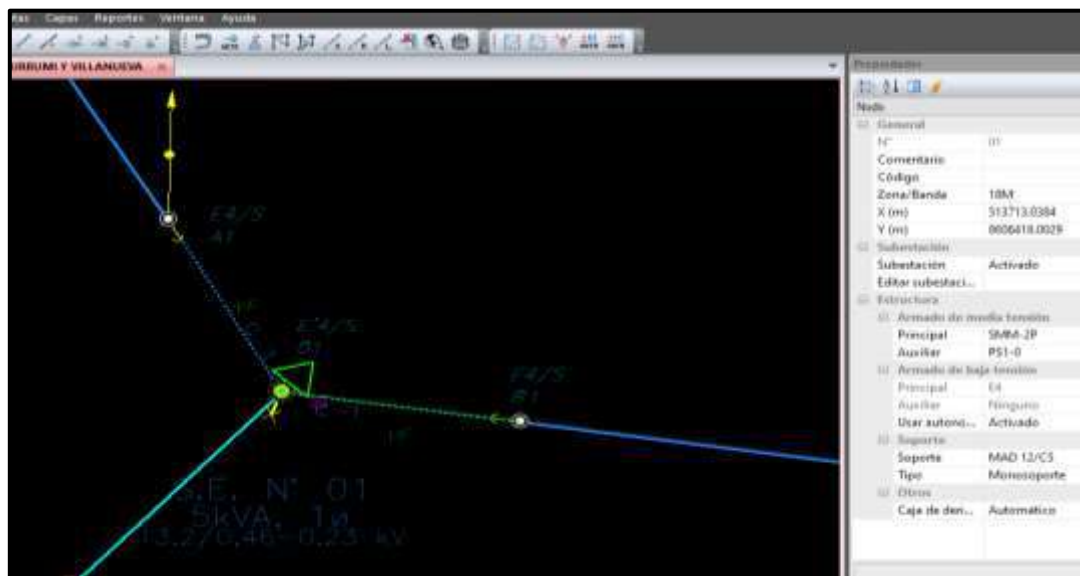


**Figura 206.** Distribución de los armados con vano máximo de 70 metros  
 Fuente: Elaboracion propia, software Red Cad

34) Definimos transformador monofásico N°01, el armado principal MT (SMM-2P), el armado auxiliar (PS1-0) y de poste (MAD 12/C5). Salimos con un vano flojo, PAT-1C. distribuimos los postes de madera de BT a cada beneficiario (MAD 11/C6 y MAD 8/C7). insertamos acometida, retenidas inclinadas, puesta a tierra PAT-1 y luminaria 50 kw; conductor de 35 mm<sup>2</sup> AAAC. Ver fig

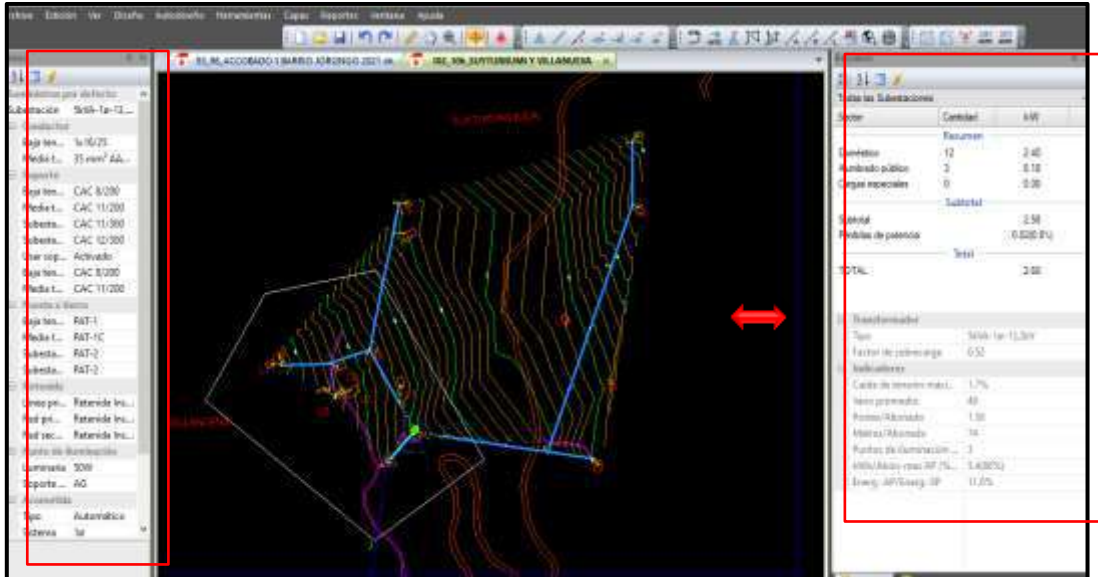


**Figura 207.** Selección el tipo de armados, soportes, retenidas, acometidas, puesta a tierra y luminarias  
Fuente: Elaboracion propia, software Red Cad



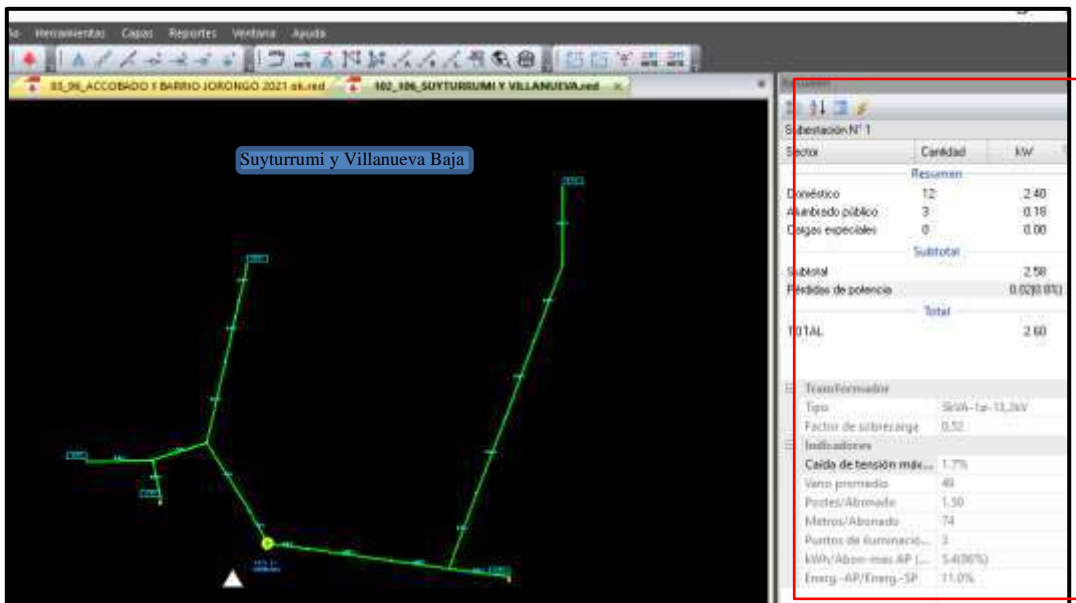
**Figura 208.** Selección de acometidas largas y vanos flojos  
Fuente: Elaboracion propia, software Red Cad

35) Luego nos vamos a la Sub Estacion N°01 a la barra de resumen y nos arrojan los datos. Como la cantidad de lotes, alumbrado publico, cargas especiales, perdidas de potencia, factor de sobrecarga, la caída de tension, vano promedio. Ver fig



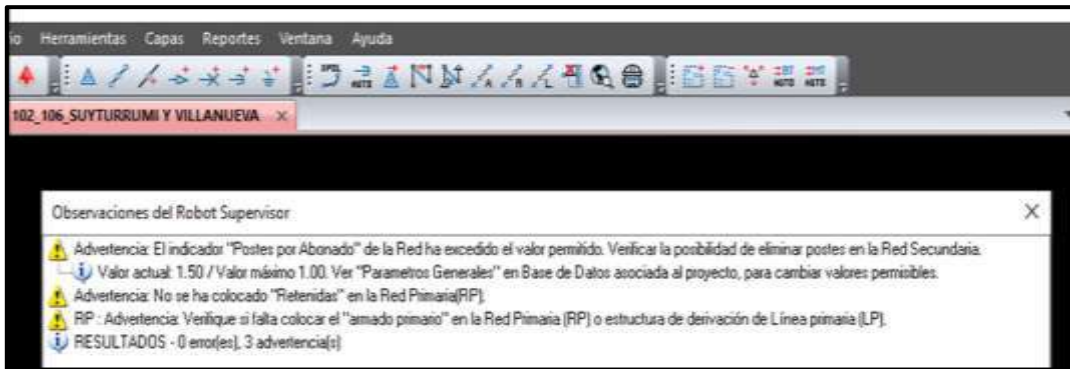
**Figura 209.** Cuadro de resumen  
Fuente: Elaboracion propia, software Red Cad

36) Finalmente, terminado el diseño activamos la capa de caída de tensión y observamos que cumple según norma menor a 7 %



**Figura 210.** Caída de tensión en fin de línea  
Fuente: Elaboracion propia, software Red Cad

37) Luego nos dirigimos a la barra de herramientas robot supervisor para observar errores y como podemos mejorar nuestro diseño.

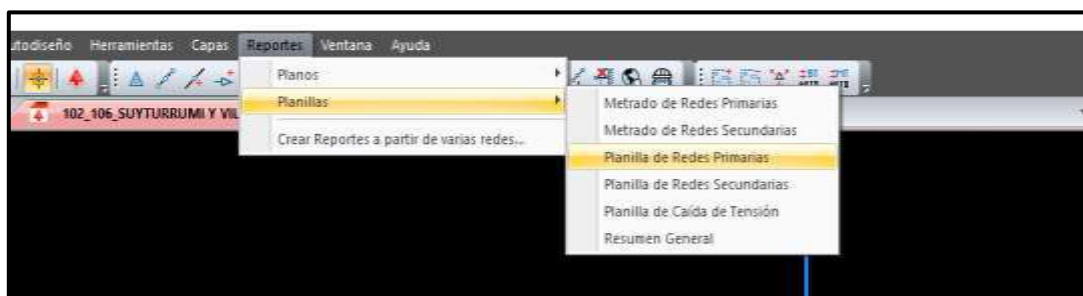


**Figura 211.** Cuadro de observaciones del robot supervisor  
Fuente: Elaboracion propia, software Red Cad

38) Realizamos los reportes de los planos de redes primarias, redes secundarias, diagrama de carga, caída de tension, planillas de redes primarias y secundarias, metrados de redes primarias y secundarias y resumen general.



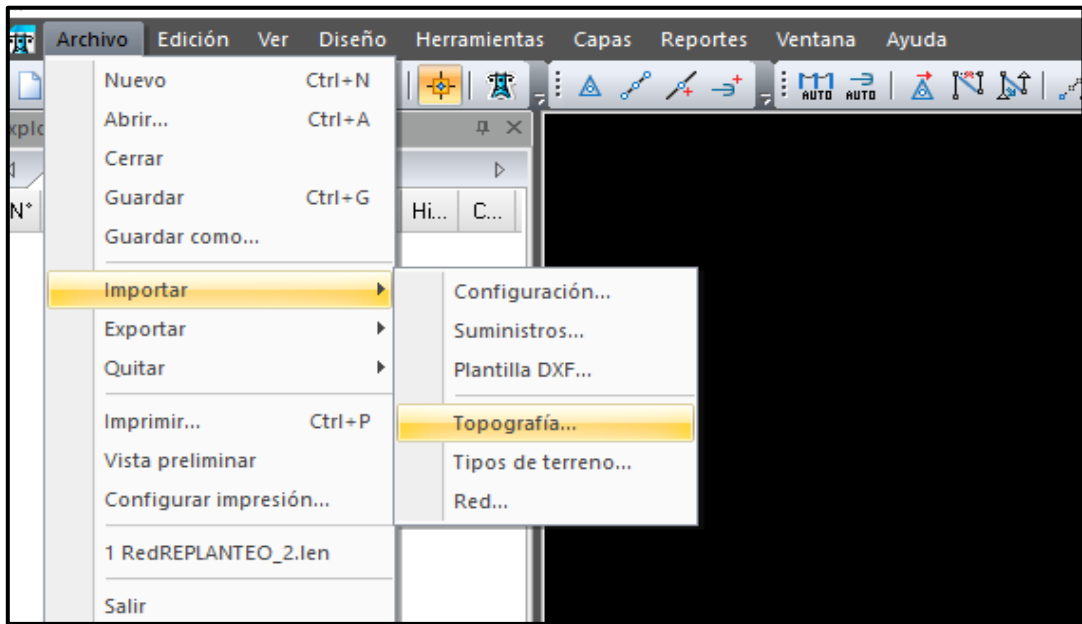
**Figura 212.** Reportes de planos en AutoCAD  
Fuente: Elaboracion propia, software Red Cad



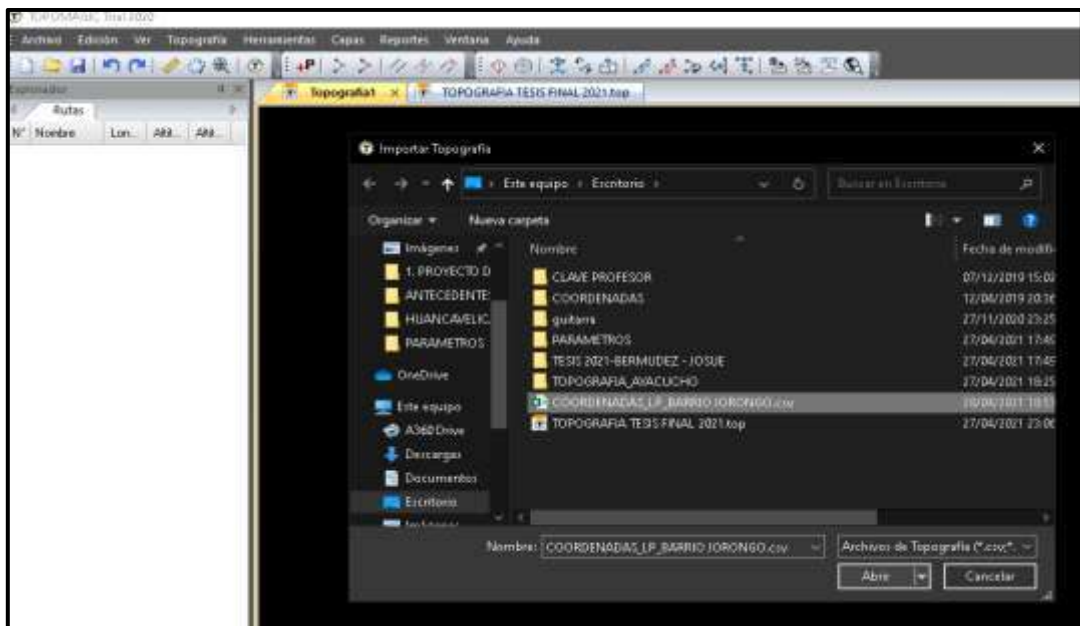
**Figura 213.** Reportes de planillas en Excel  
Fuente: Elaboracion propia, software Red Cad

### **Pasos a seguir del diseño de una red MT con Red Lin 2020**

1) Abrir el programa Topomagic importar los datos de las coordenadas en Excel.  
Ver fig.

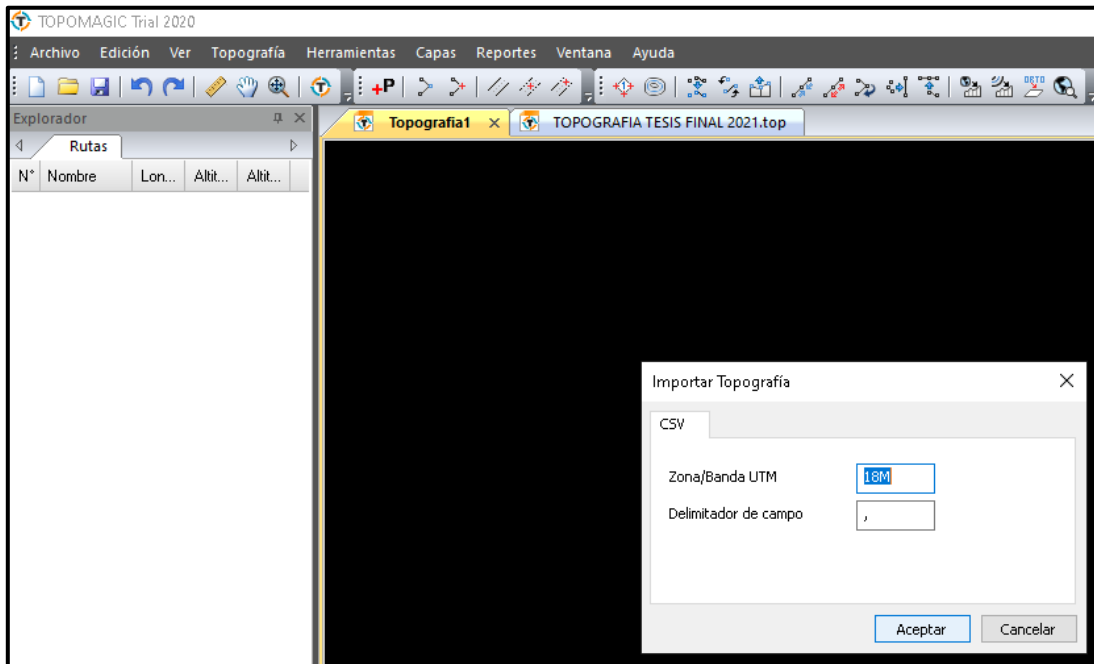


**Figura 214.** Importando topografía  
 Fuente: Elaboracion propia, software Topomagic

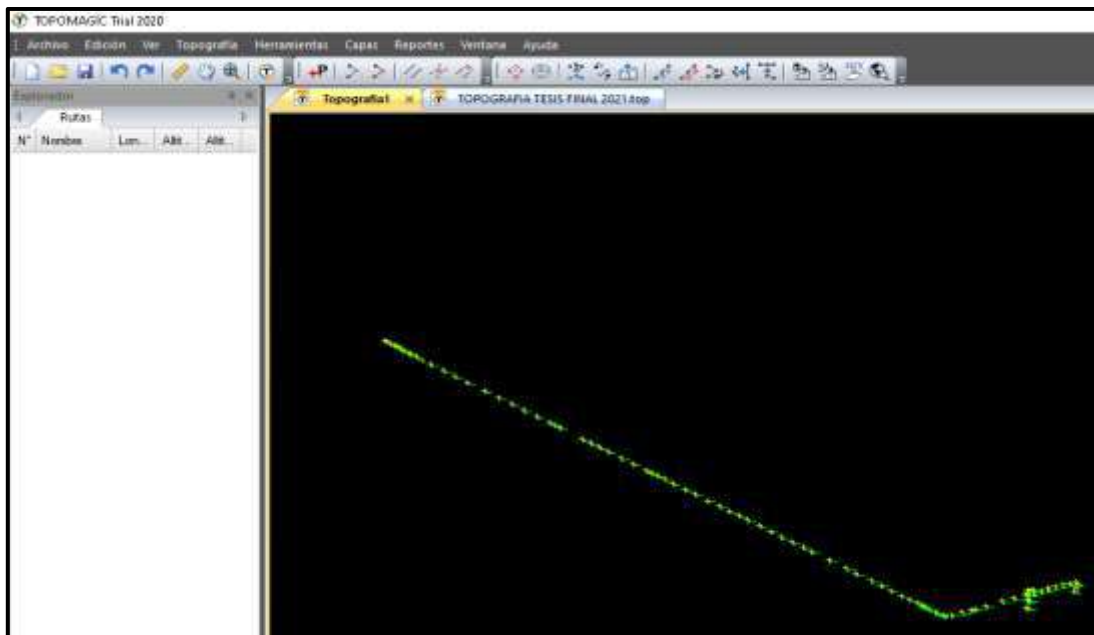


**Figura 215.** Importando topografía en Excel  
 Fuente: Elaboracion propia, software Topomagic

- 2) Luego delimitar los puntos topográficos y aceptar. Aparece la línea de color verde. Ver imagen.

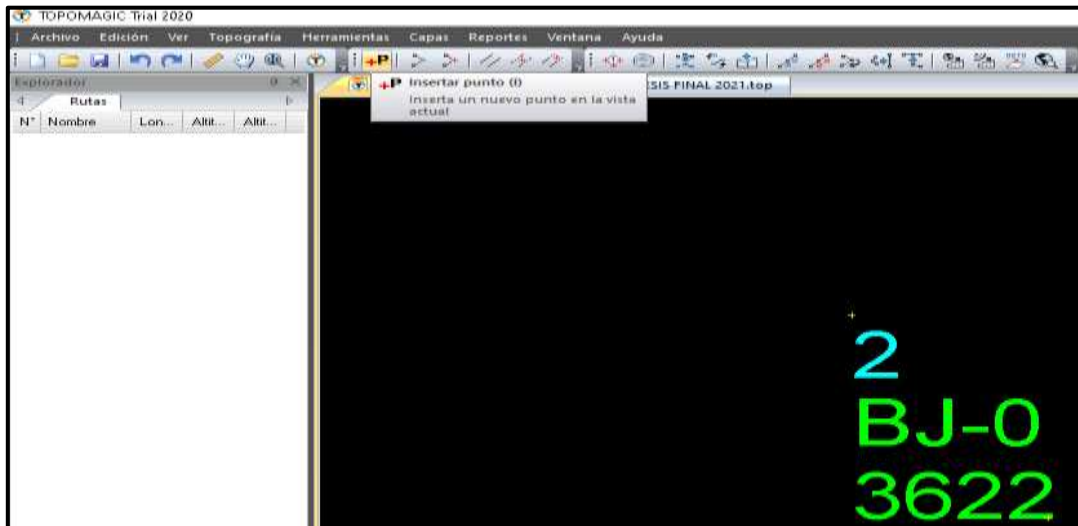


**Figura 216.** Delimitando puntos topográficos por coma  
Fuente: Elaboracion propia, software Topomagic



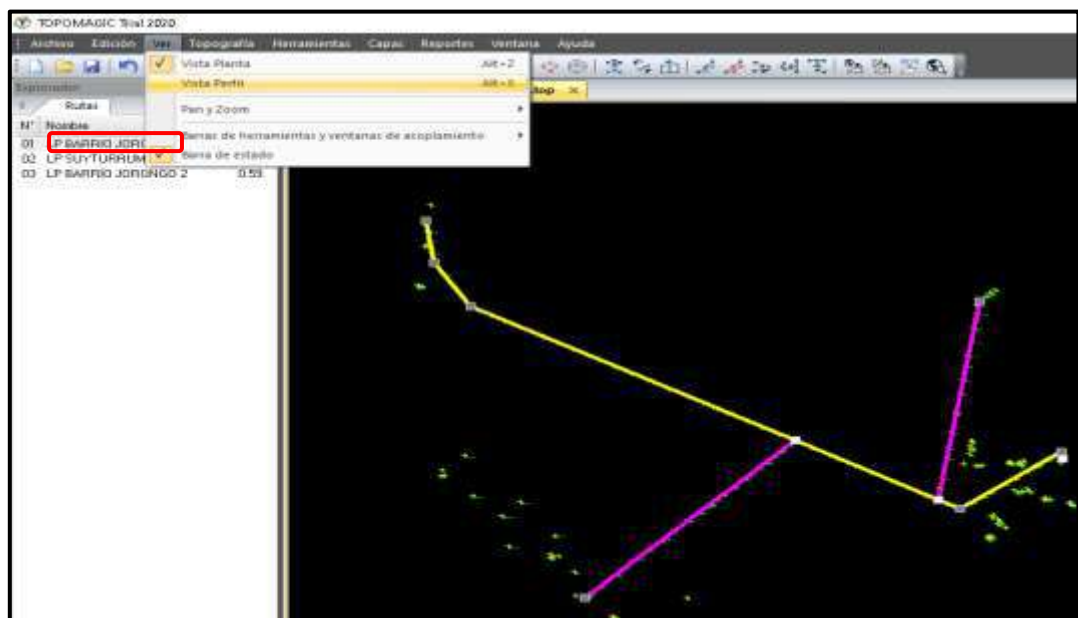
**Figura 217.** Puntos topográficos de LP en Vista de planta  
Fuente: Elaboracion propia, software Topomagic

- 3) Luego insertamos el primer punto I y picamos en el punto de diseño BJ-0, vértices y fin de línea hasta lograr trazar todos los puntos de la troncal y las derivaciones. Ver fig



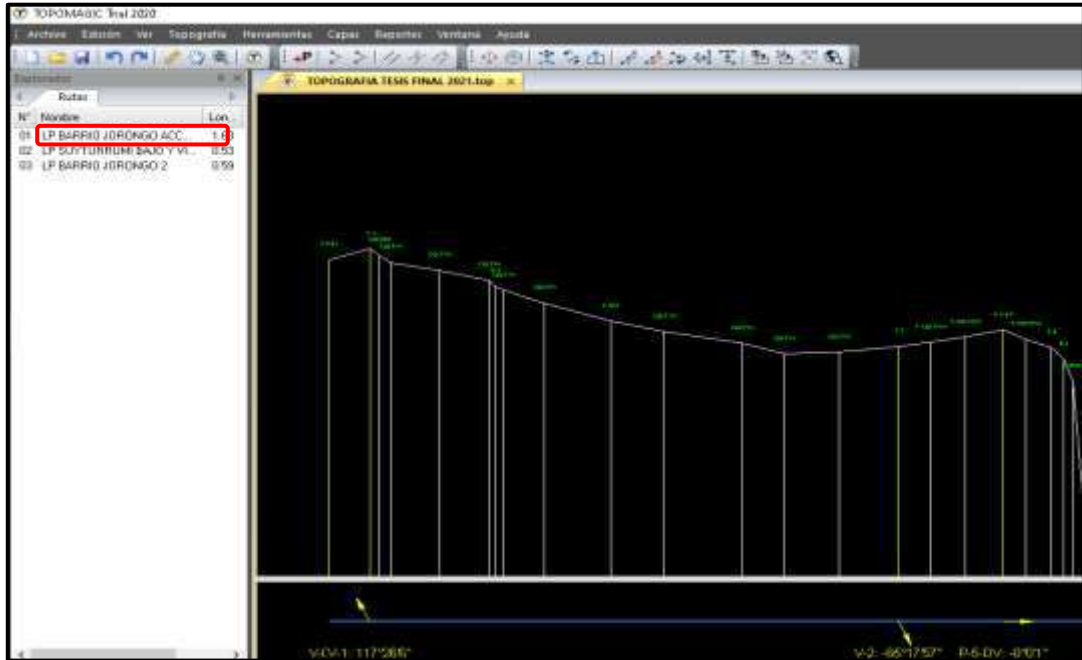
**Figura 218.** Insertando punto en la localidad Barrio Jorongo  
Fuente: Elaboracion propia, software Topomagic

- 4) Después nos vamos a la vista perfil y seleccionamos la troncal de color amarilla y derivaciones y editamos los nombres (ver imagen).

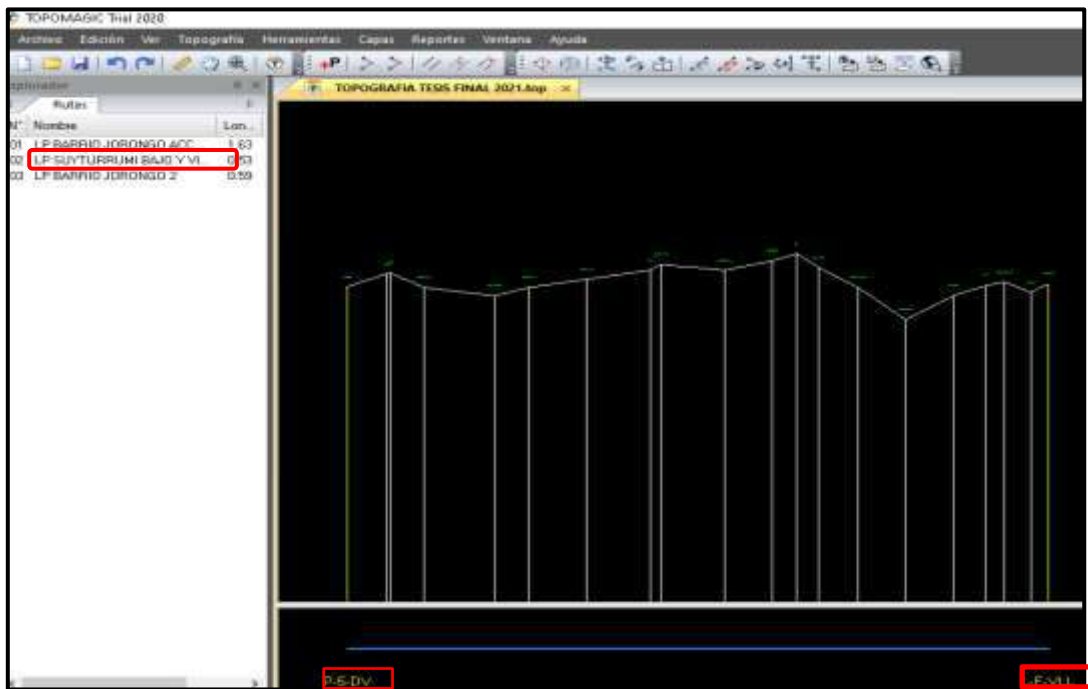


**Figura 219.** Selección de LP Barrio Jorongo y activar vista de perfil  
Fuente: Elaboracion propia, software Topomagic

- 5) Seleccionamos la línea barrio Jorongo y Accobado, Suyturrumi bajo y Villanueva y Barrio Jorongo 2. Observamos la vista de perfil, los puntos topográficos, inicio, vértice y fin de línea. Ver fig.

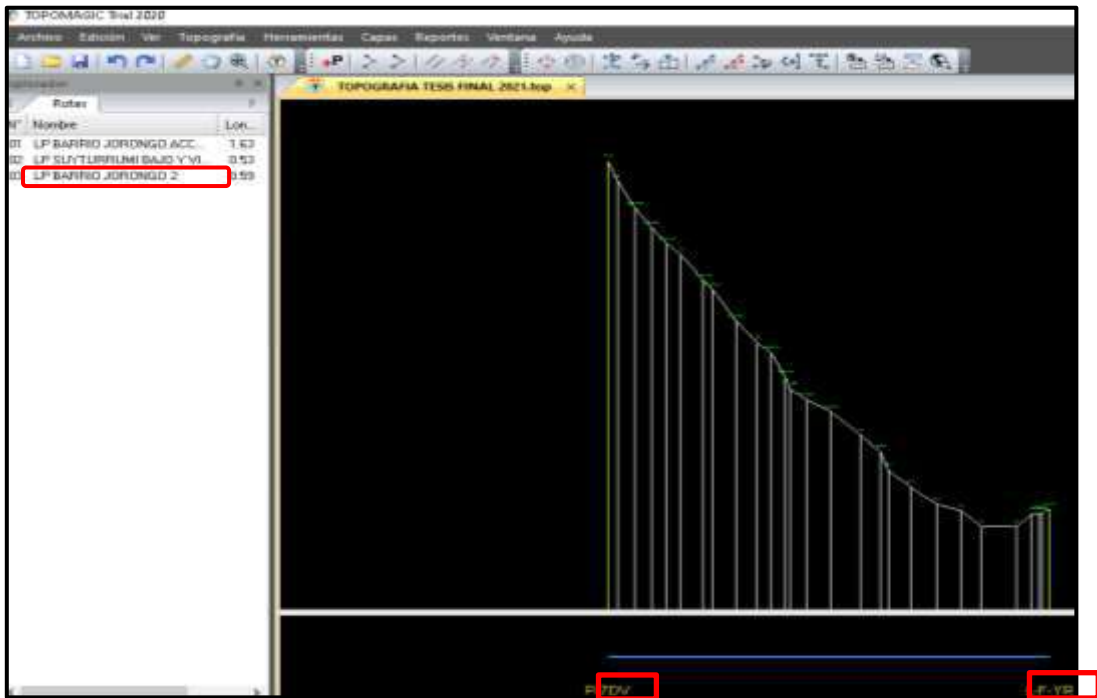


**Figura 220.** Selección de LP Barrio Jorongo y Accobado y activar vista de perfil  
Fuente: Elaboracion propia, software Topomagic



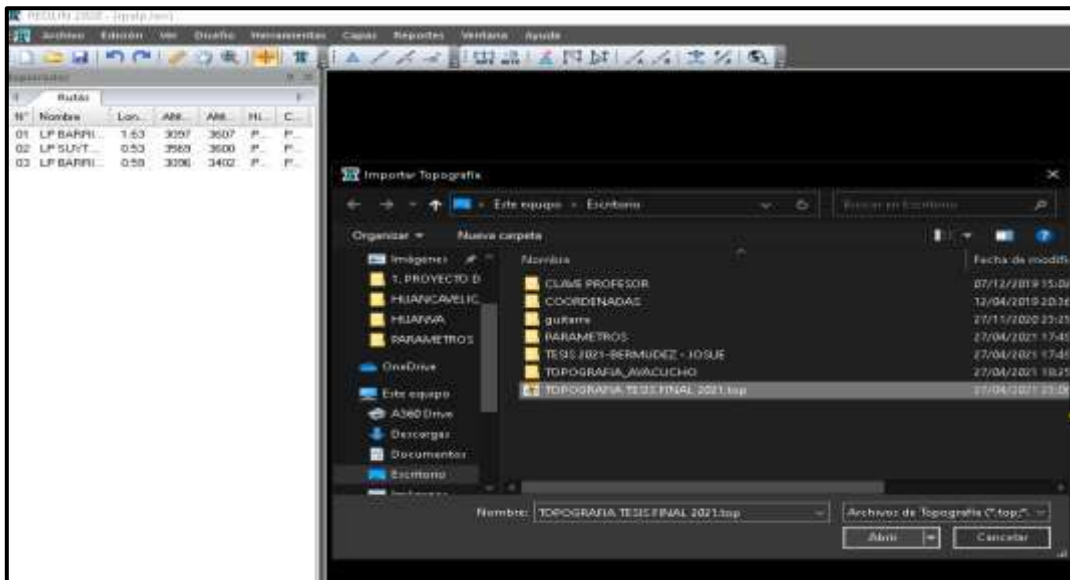
**Figura 221.** Selección de LP Suyturrumi Bajo y Villanueva y activar vista de perfil  
Fuente: Elaboracion propia, software Topomagic





**Figura 222.** Selección de LP Barrio Accobado 2 y activación de vista de perfil  
Fuente: Elaboracion propia, software Topomagic

- 6) Abrimos el Red Lin. Luego importamos la topografía e hipótesis de estado desde un Excel. Ver fig.



**Figura 223.** Importando topografía a RED LIN 2020 e hipótesis de estado  
Fuente: Elaboracion propia, software Red Lin

RESUMEN DE HIPÓTESIS DEL PROYECTO					
"AMPLIACIÓN DE REDES DE DISTRIBUCIÓN EN EL DEPARTAMENTO DE HUANCARELICA"					
Hipótesis	Mayor duración (EDS)	Máxima velocidad viento	Máxima temperatura	Minima temperatura	Máxima carga hielo
I	II	III	IV	V	
<b>0 a 3 000</b>					
Temperatura (°C)	11,7	11,7	40,0	-1,5	-1,5
Velocidad de viento (km/h)	0	90	0	0	90
Esfuerzo % del tiro de Rot.	15	60	60	60	60
Espesor de hielo (mm)	0	0	0	0	3
<b>3 001 a 4800</b>					
Temperatura (°C)	9,3	9,3	40,0	-6,5	-6,5
Velocidad de viento (km/h)	0	90	0	0	0
Esfuerzo % del tiro de Rot.	15	60	60	60	60
Espesor de hielo (mm)	0	0	0	0	6

Figura 224. Resumen de datos de hipótesis del proyecto

Fuente: Elaboracion propia, software Red Lin

- 7) Seleccionamos la línea troncal Barrio Jorongo y Accobado de color amarillo y activamos la vista perfil. Ver fig.

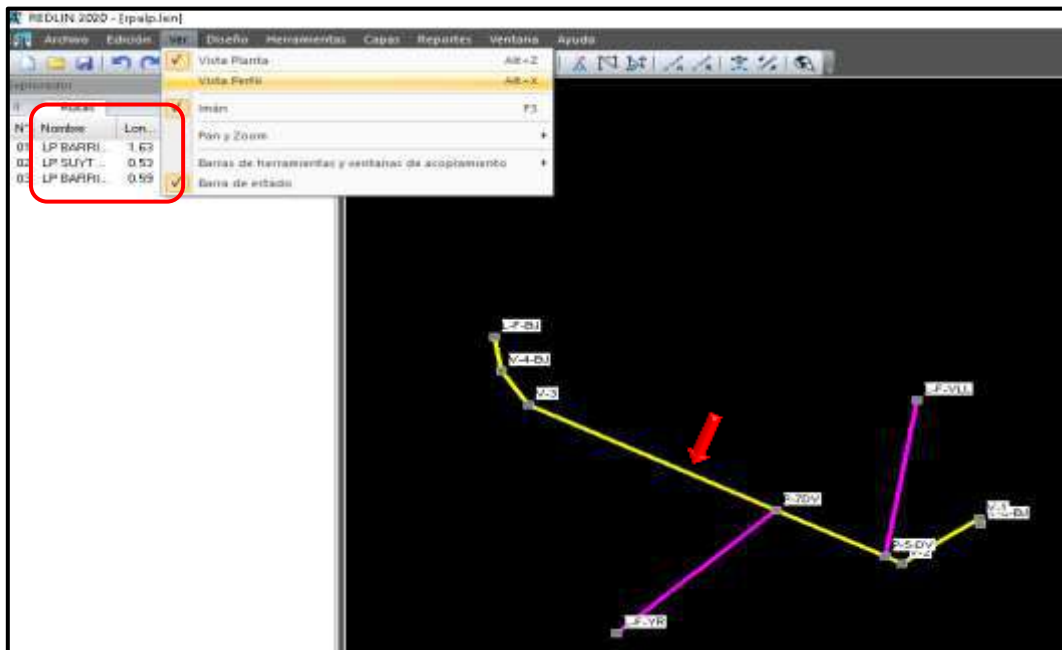


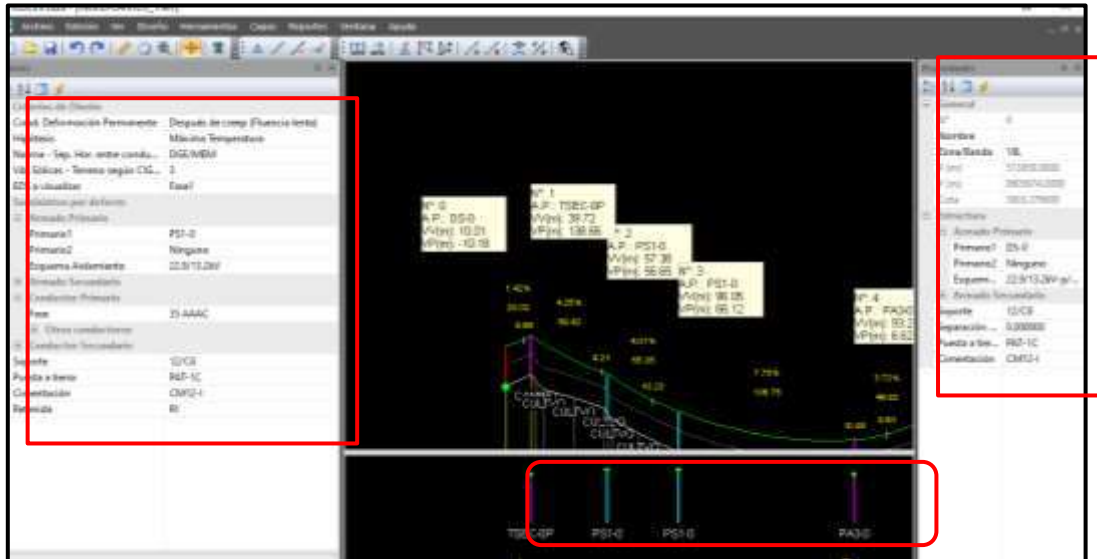
Figura 225. Selección de la LP y activar vista de perfil

Fuente: Elaboracion propia, software Red Lin

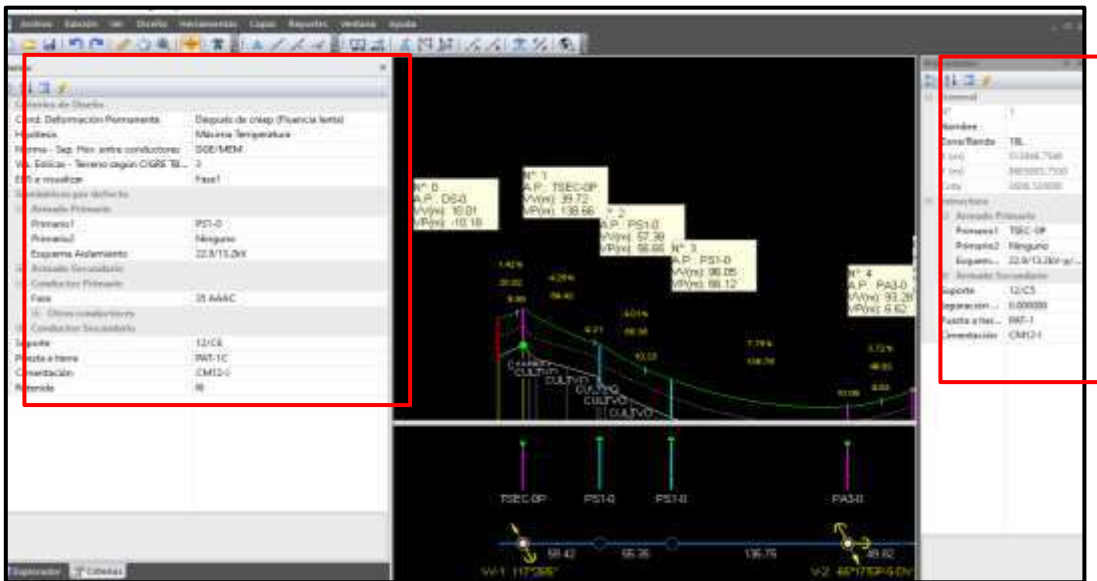
- 8) Agregamos punto de derivación, es decir insertamos el primer poste que es el punto de diseño y después seleccionamos distribuir automáticamente las estructuras. ver imagen.



angulares y fines de línea: PS1-0, PA3-0, TSEC-0P, conductor primario 35 AAAC. ver fig.

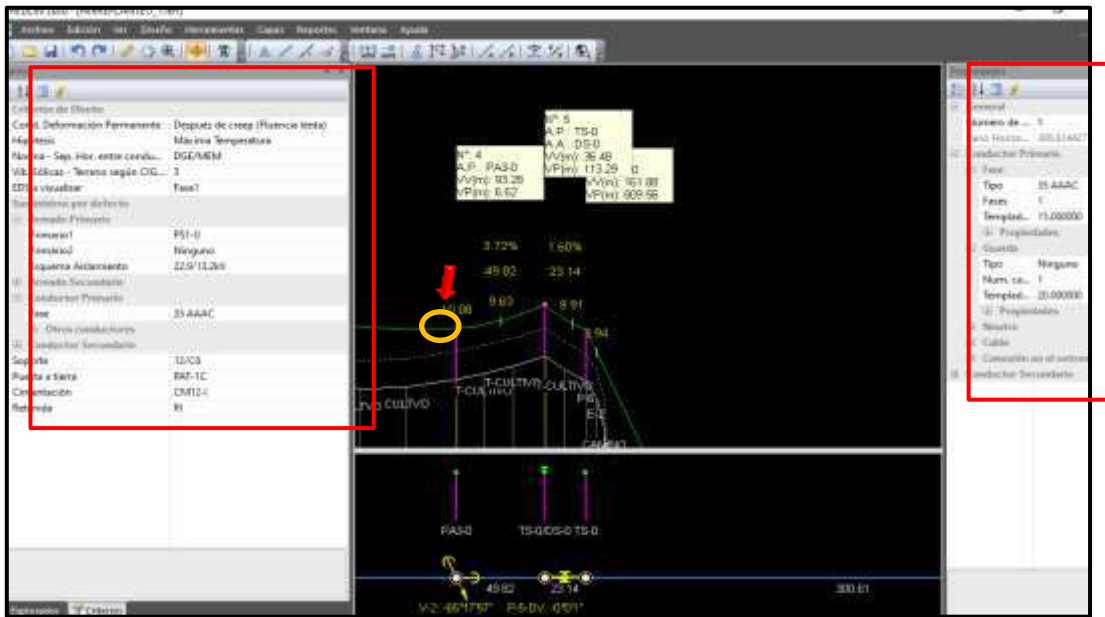


**Figura 228.** Selección del punto de diseño  
Fuente: Elaboración propia, software Red Lin



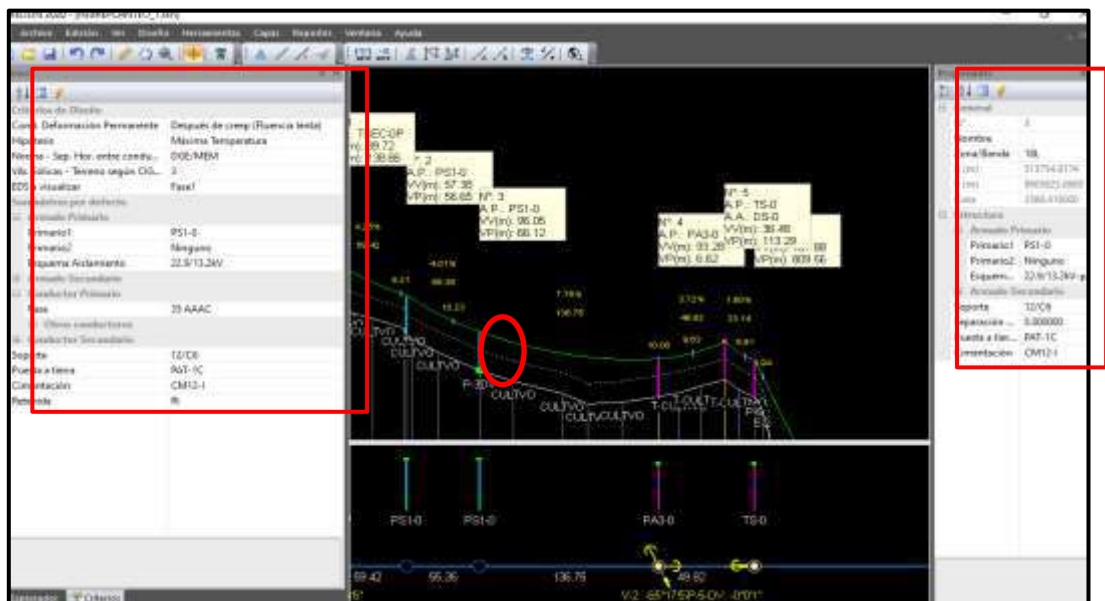
**Figura 229.** Selección del seccionamiento  
Fuente: Elaboración propia, software Red Lin

12) seleccionamos en el conductor tendido de color verde. En el cuadro de propiedades observamos lo siguiente: el conductor primario, tipo: 35 AAAC, fase 1, templado 15. Ver fig.



**Figura 230.** Selección del conductor y templado de BT  
Fuente: Elaboración propia, software Red Lin

13) observamos la distribución del armado, PS1-0, soporte 12/C6, cimentación CM12-1. Ver fig.



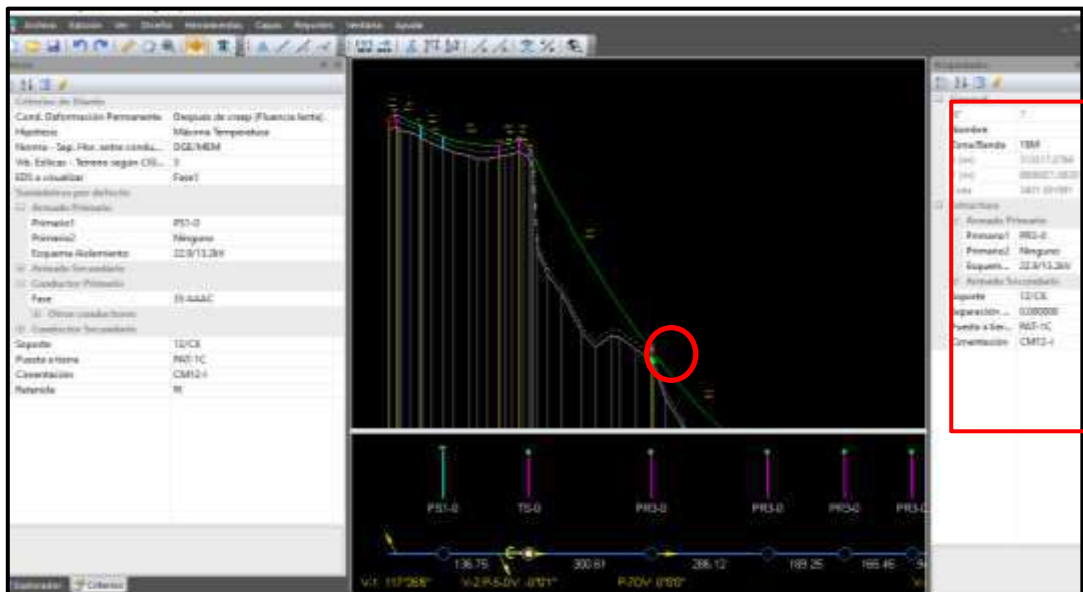
**Figura 231.** Selección del armado BT (PS1-0)  
Fuente: Elaboración propia, software Red Lin

14) Seleccionamos entre los armados TS-0, en el vano horizontal de 23,14 m y bajamos el templado del conductor a 7.0. ver fig.



**Figura 232.** Templado del conductor  
Fuente: Elaboracion propia, software Red Lin

15) Seleccionamos en el armado PR3-0 y TS-0, observamos las siguientes propiedades. Ver fig

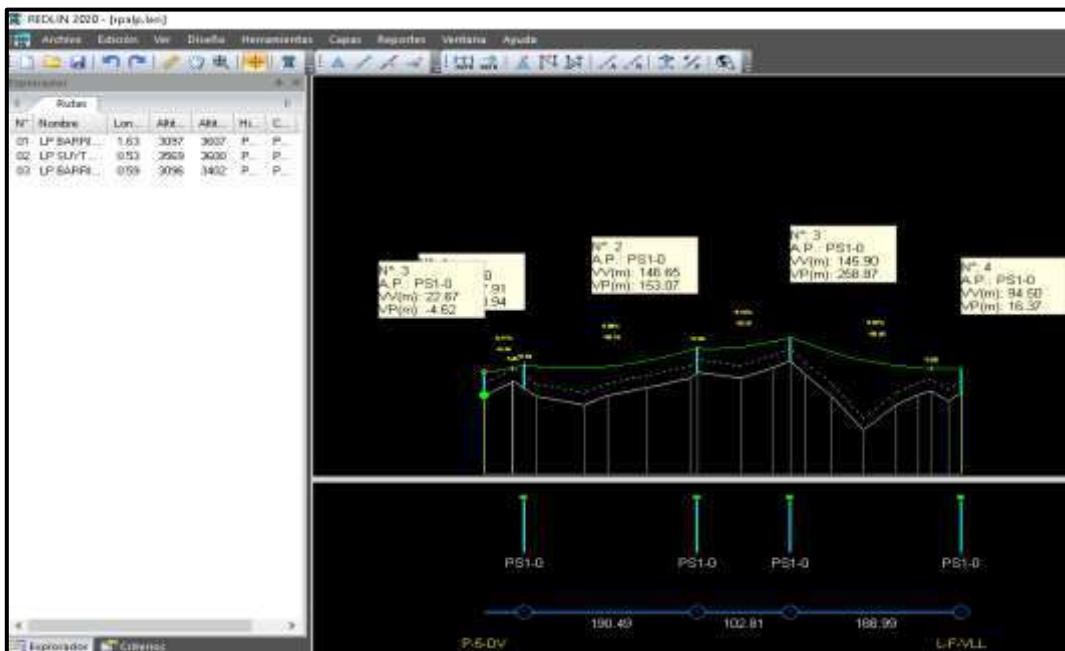


**Figura 233.** Selección del armado PR3-0  
Fuente: Elaboracion propia, software Red Lin

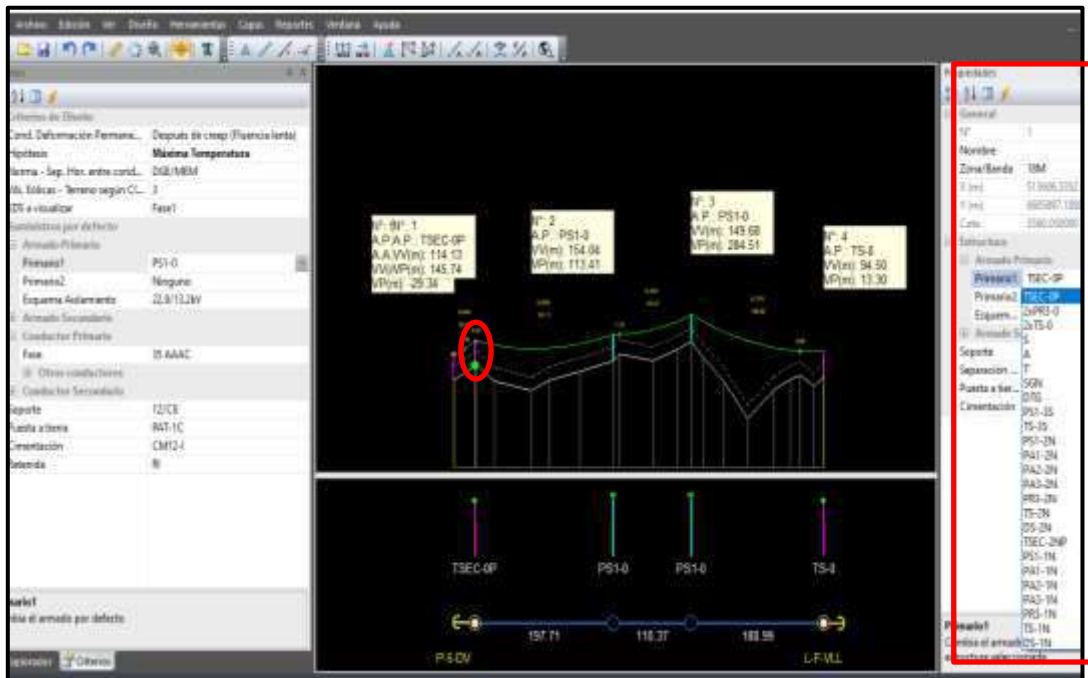


**Figura 234.** Selección del armado TS-0  
Fuente: Elaboración propia, software Red Lin

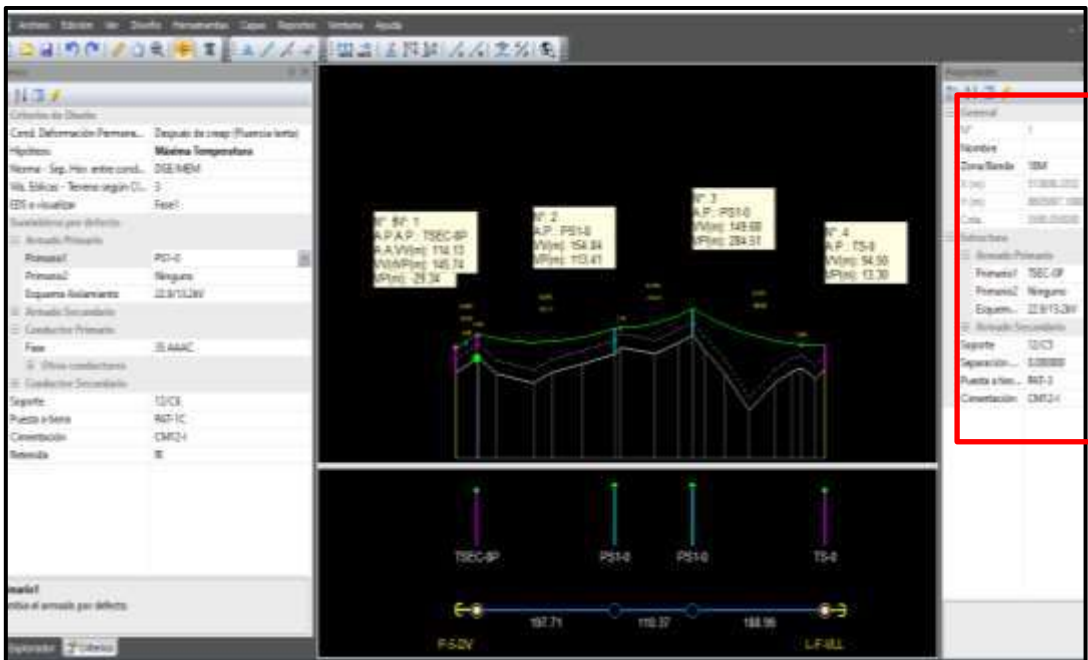
16) Realizamos igualmente la distribución de las estructuras para las derivaciones de la línea Suyturrumi Bajo y Barrio Jorongo 2 y observamos el templado de los conductores, tipos de armados, retenidas, cimentación, puestas a tierra y soporte. Ver fig.



**Figura 235.** Distribución de armados MT  
Fuente: Elaboración propia, software Red Lin

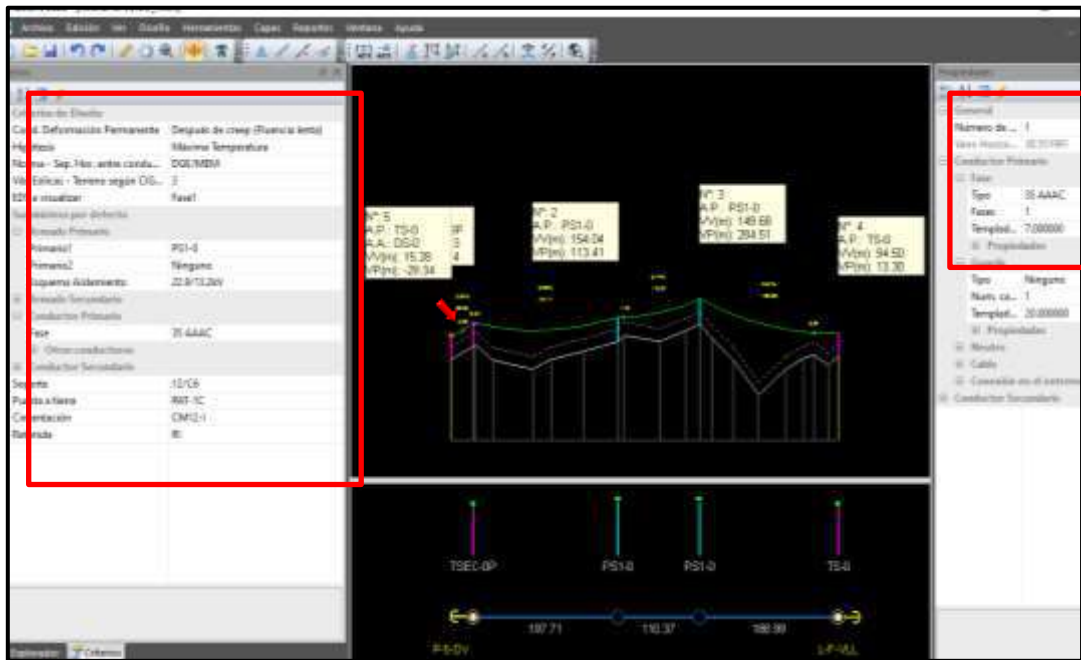


**Figura 236.** Selección del armado primario a máxima temperatura  
Fuente: Elaboración propia, software Red Lin

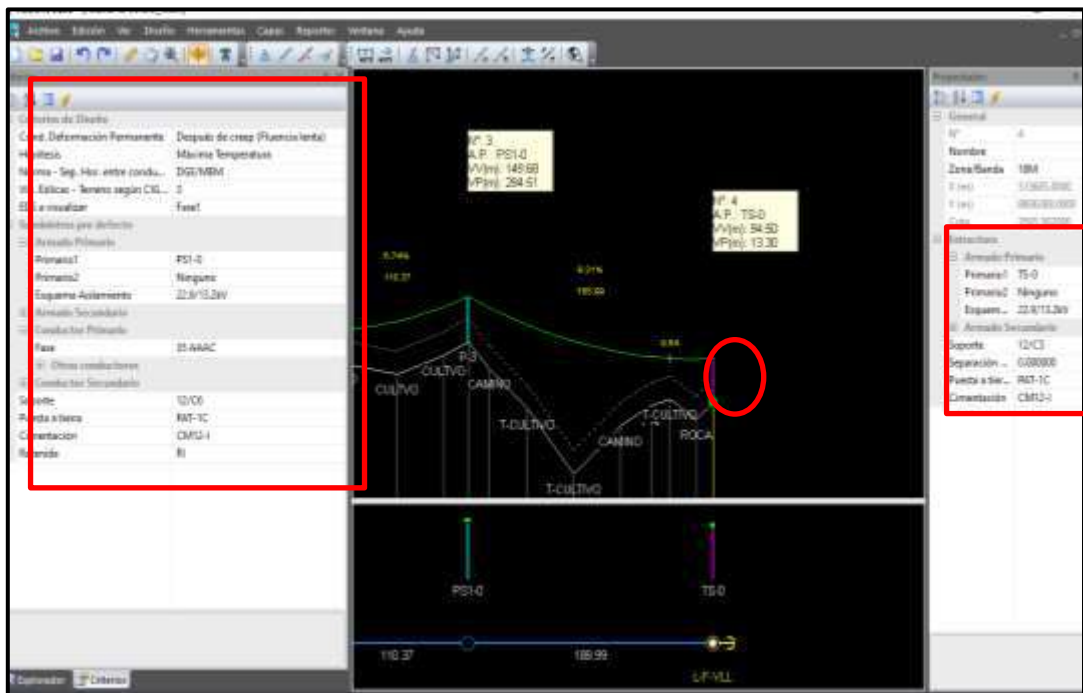


**Figura 237.** Selección del armado secundario a máxima temperatura  
Fuente: Elaboración propia, software Red Lin



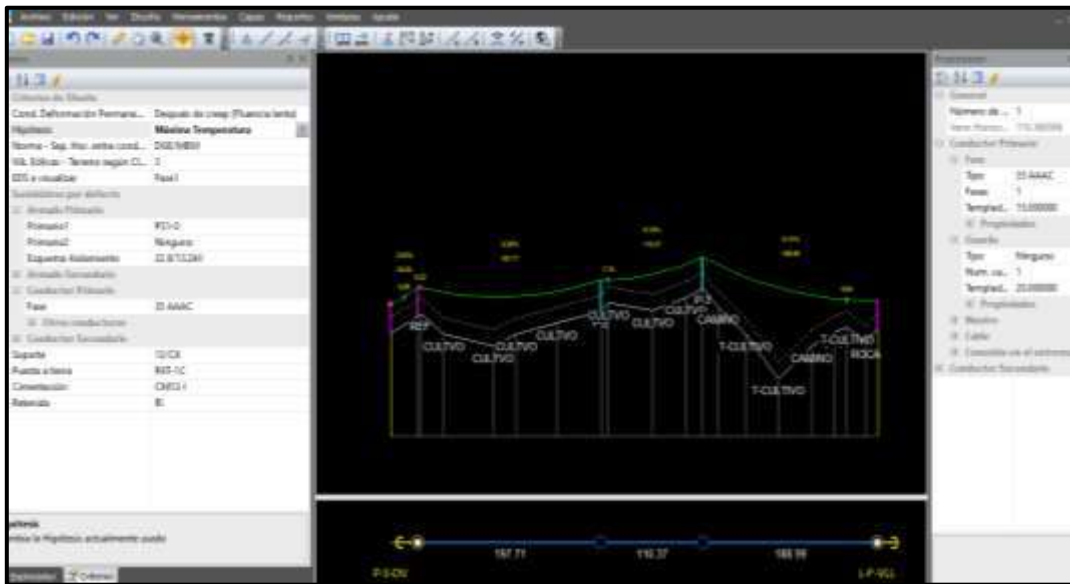


**Figura 238.** Selección del conductor primario y templado  
Fuente: Elaboración propia, software Red Lin



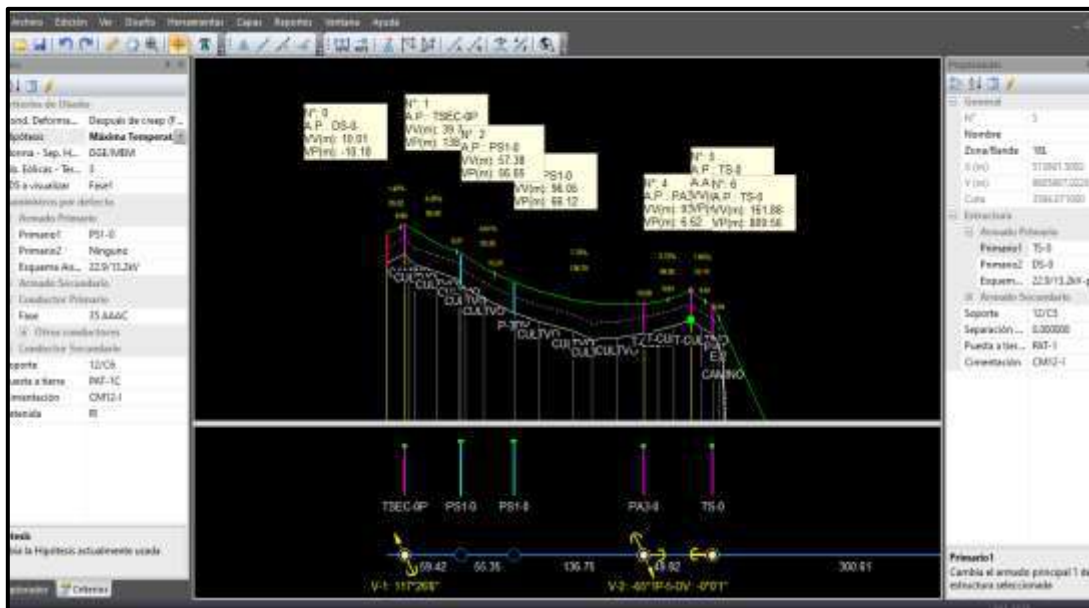
**Figura 239.** Selección del armado fin de línea de BT  
Fuente: Elaboración propia, software Red Lin

17) Activamos la capa de alertas y observamos a temperatura máxima las siguientes características. Ver fig

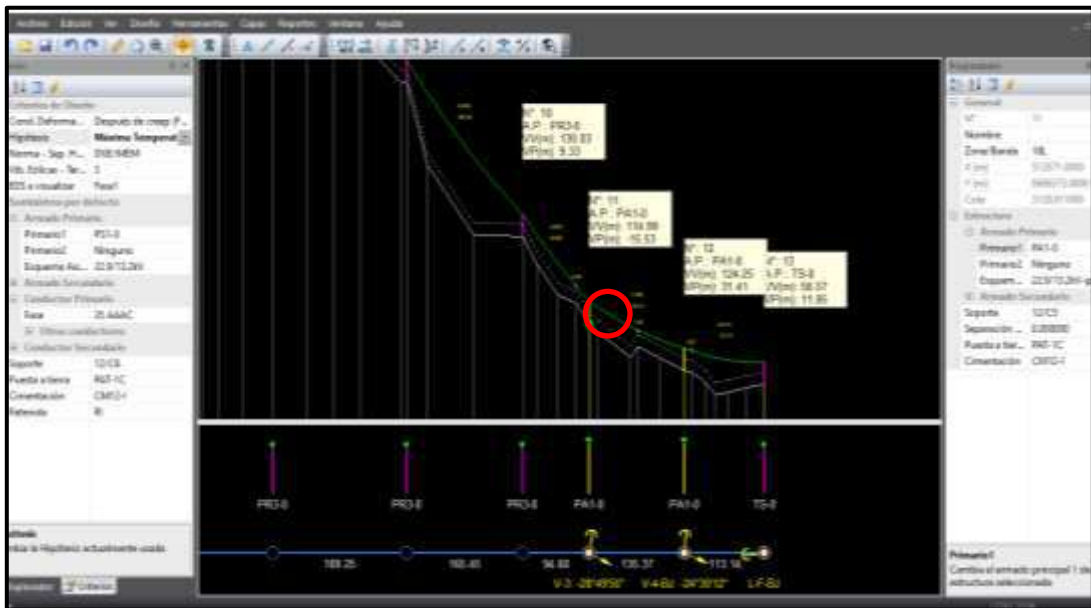


**Figura 240.** Selección de alarmas a máxima temperatura  
Fuente: Elaboracion propia, software Red Lin

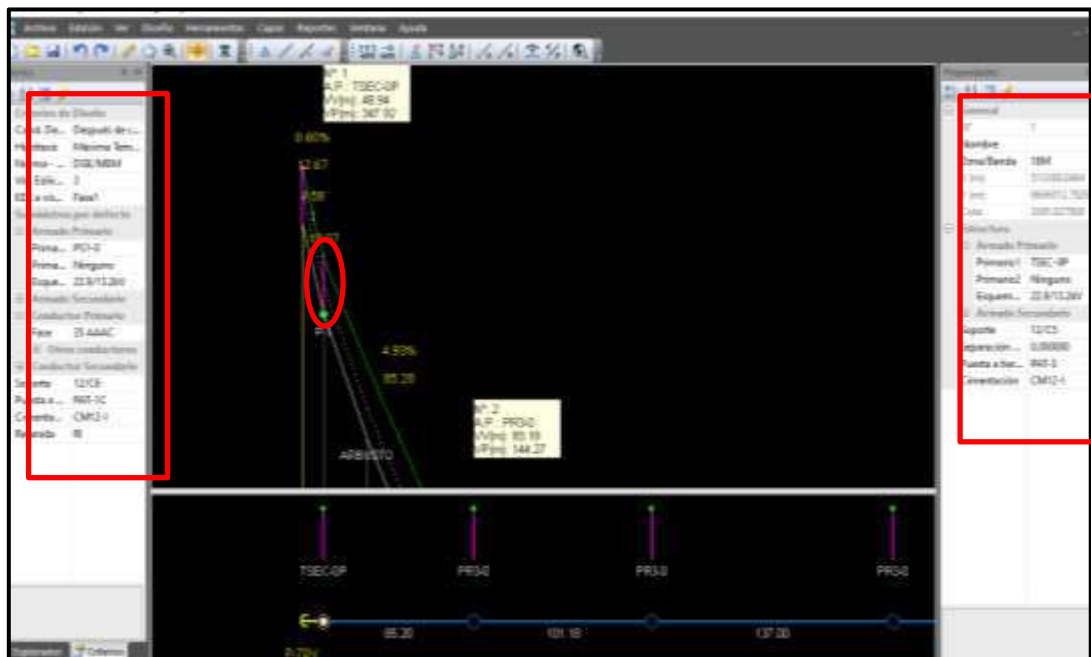
18) En la línea Barrio jorongo 2, se define las siguientes características en el armado primario, soporte, retenidas. Observar el cuadro de propiedades. Ver fig



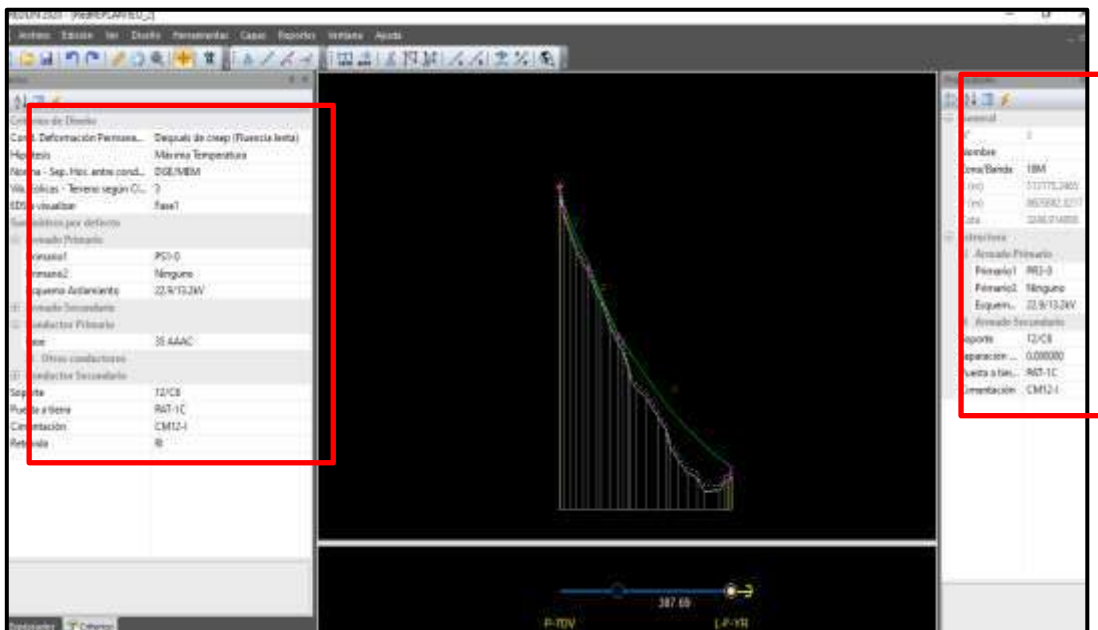
**Figura 241.** Distribución de armados y retenidas  
Fuente: Elaboracion propia, software Red Lin



**Figura 242.** Selección de armado angular  
Fuente: Elaboracion propia, software Red Lin



**Figura 243.** Selección de un armado de seccionamiento  
Fuente: Elaboracion propia, software Red Lin

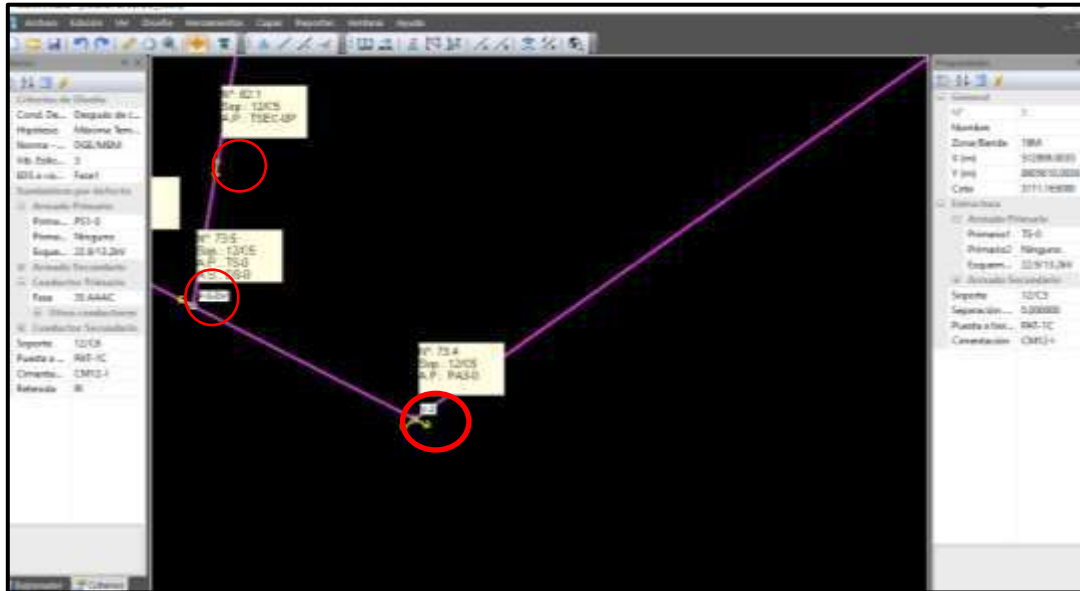


**Figura 244.** Distribución de armados y retenidas  
Fuente: Elaboración propia, software Red Lin



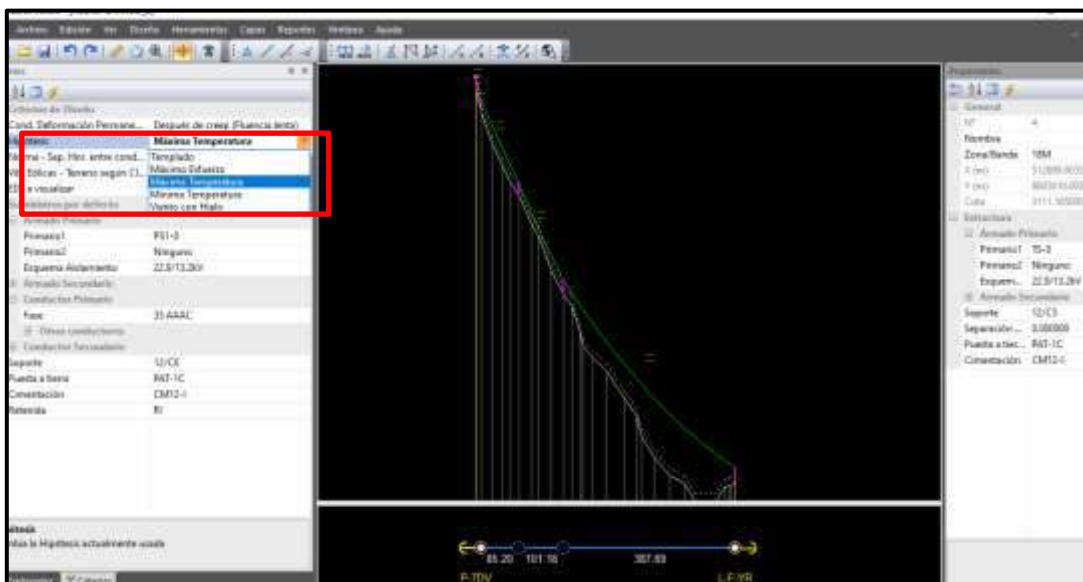
**Figura 245.** Distribución de un armado fin de línea  
Fuente: Elaboración propia, software Red Lin

- 19) Activar la vista de planta para una mejor visualización de la línea general y colocar las retenidas inclinadas, para los armados angulares, seccionamiento, de anclaje y fin de línea. Ver fig.



**Figura 246.** Activar capa de vista de planta  
Fuente: Elaboracion propia, software Red Lin

- 20) Someter el hipótesis de estado a temperatura máxima, mínima, máximo esfuerzo y a viento con hielo. Ver fig.



**Figura 247.** Hipótesis a máxima temperatura  
Fuente: Elaboracion propia, software Red Lin

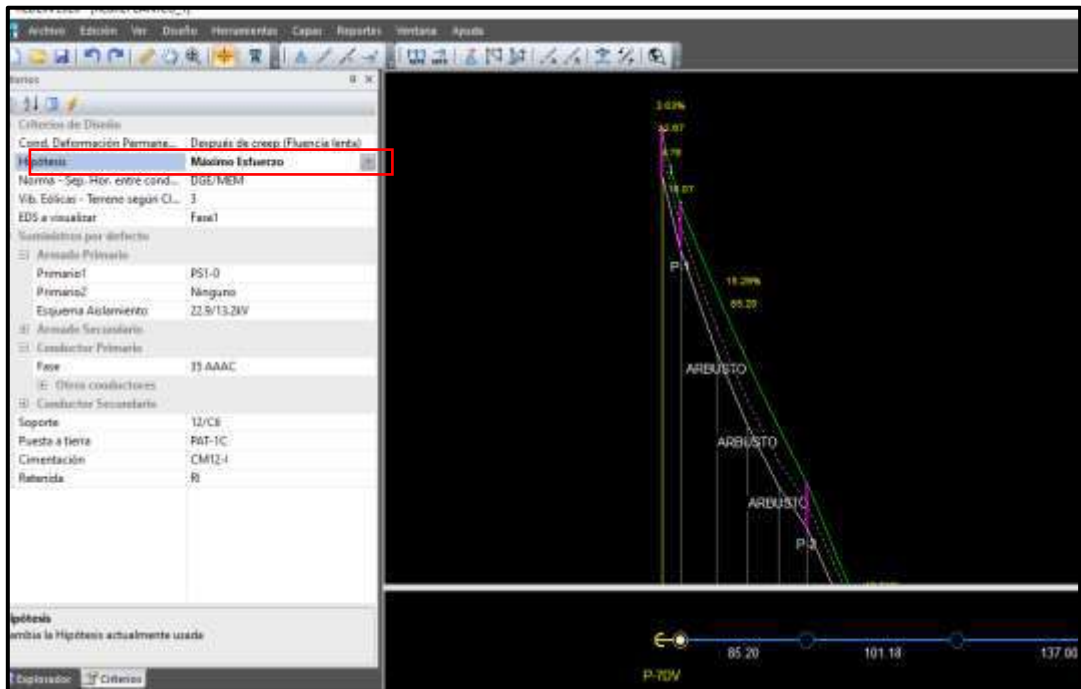


Figura 248. Hipótesis a máximo esfuerzo  
Fuente: Elaboracion propia, software Red Lin

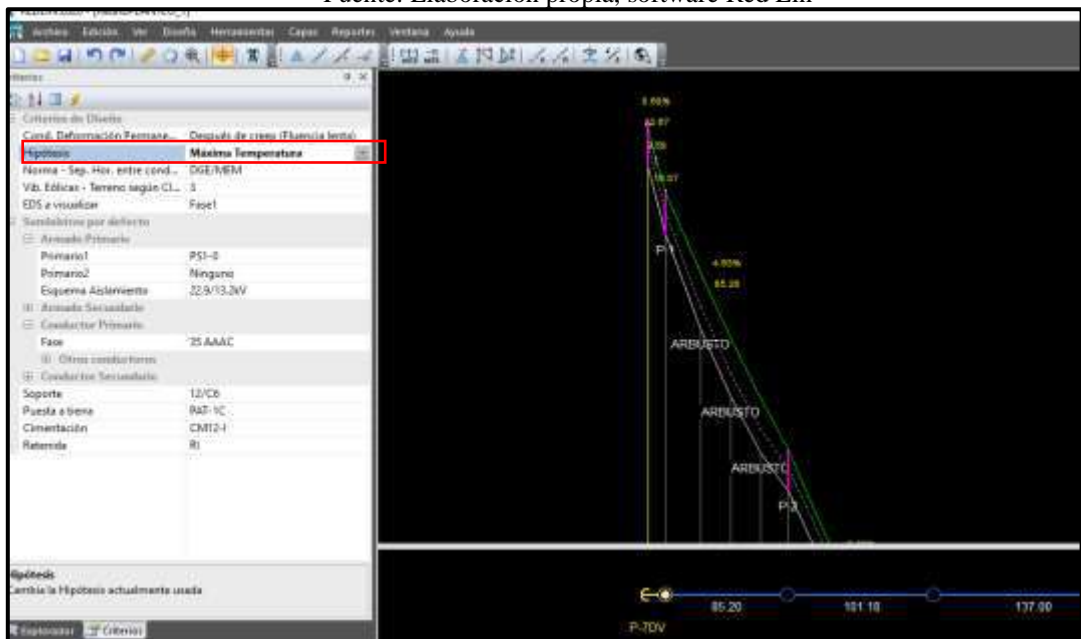
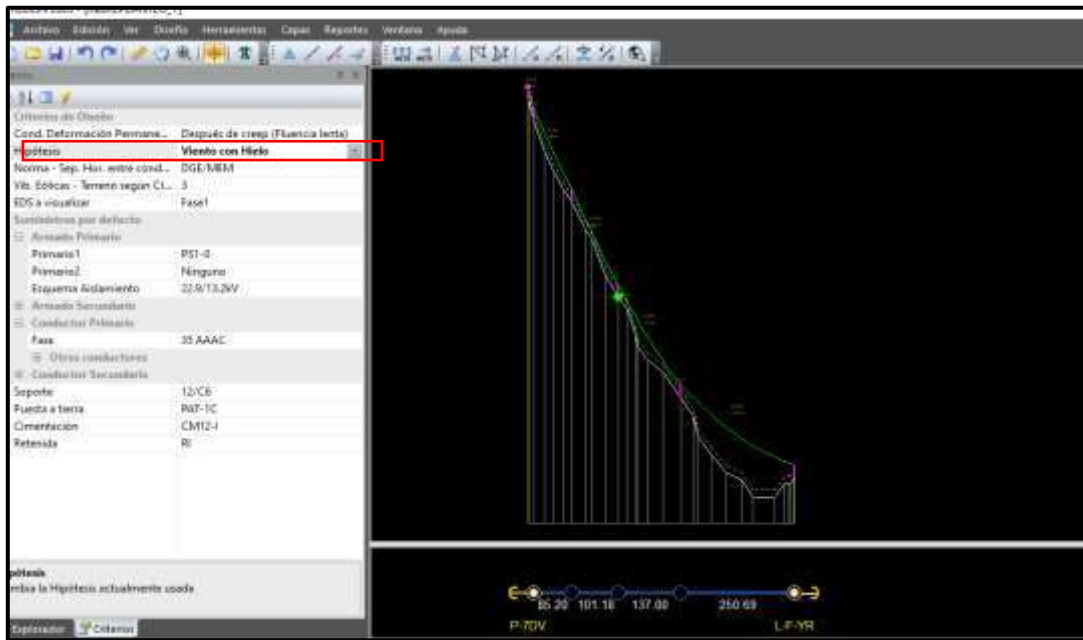
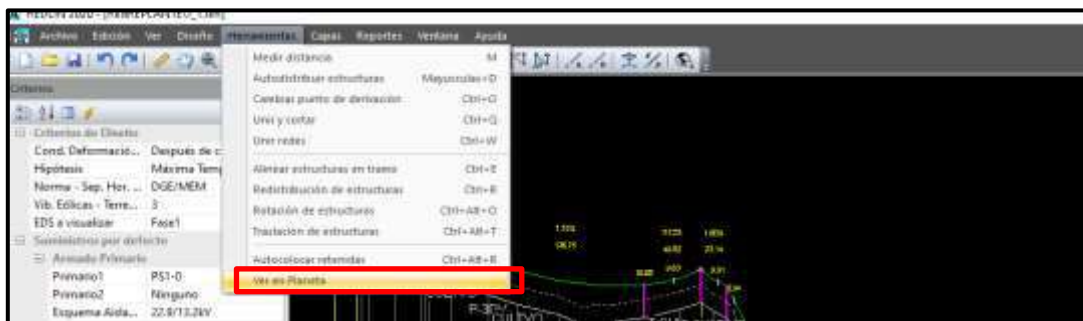


Figura 249. Hipótesis a máxima temperatura  
Fuente: Elaboracion propia, software Red Lin

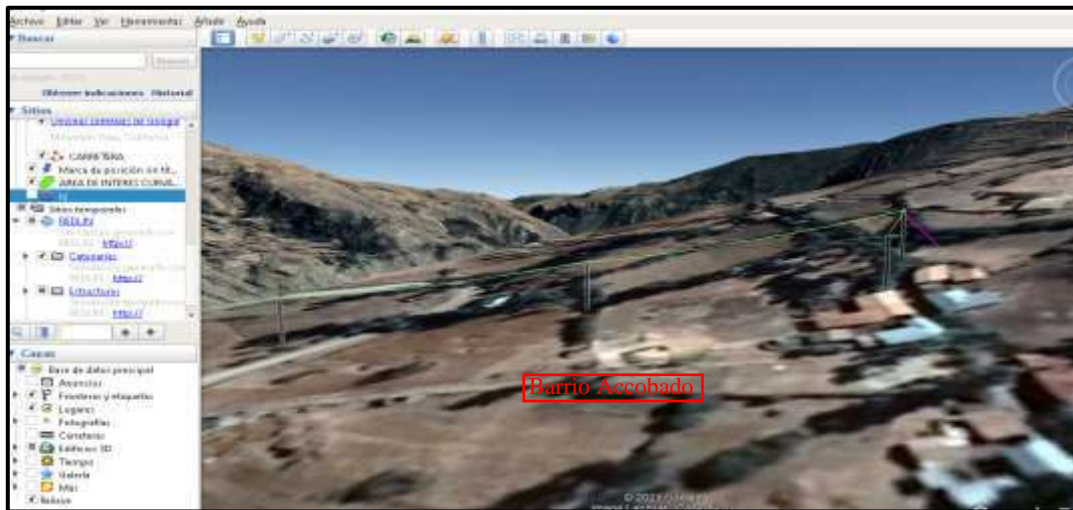


**Figura 250.** Hipótesis a viento con hielo  
Fuente: Elaboracion propia, software Red Lin

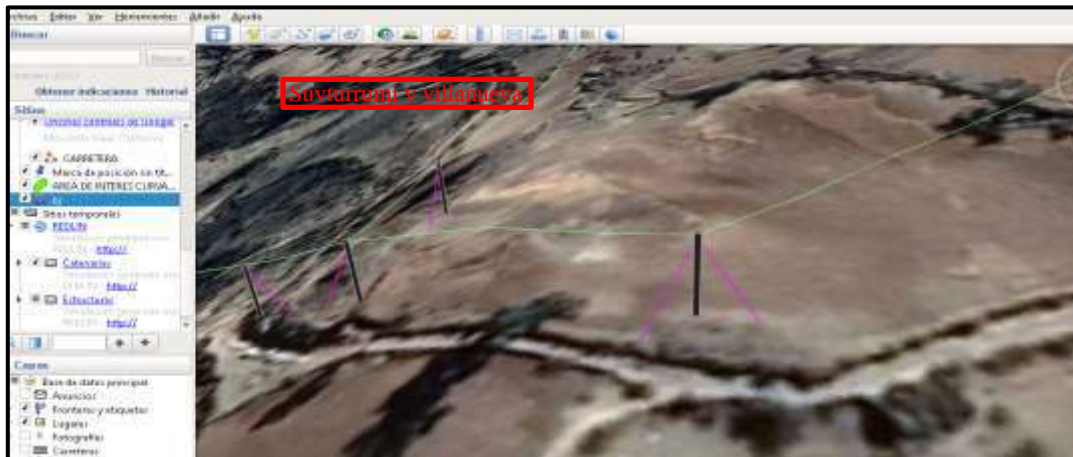
21) Luego en herramientas ver en planeta. observamos el tendido de los armados en Google Earth. Para la troncal Barrio Accobado, Suyturrumi Bajo Villanueva, Barrio Jorongo 2. Ver fig.



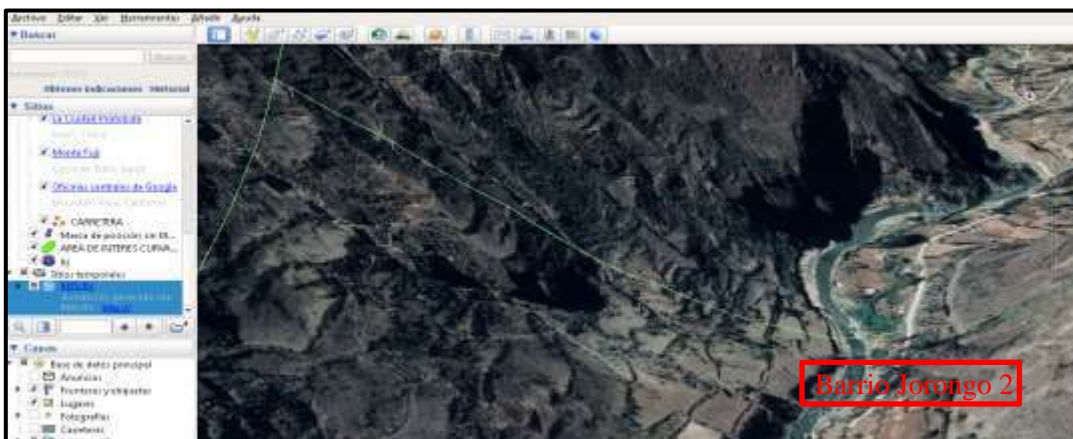
**Figura 251.** Ver en vista planeta  
Fuente: Elaboracion propia, software Red Lin



**Figura 252.** Vista en Google Earth - 1  
Fuente: Elaboracion propia, software Google Earth



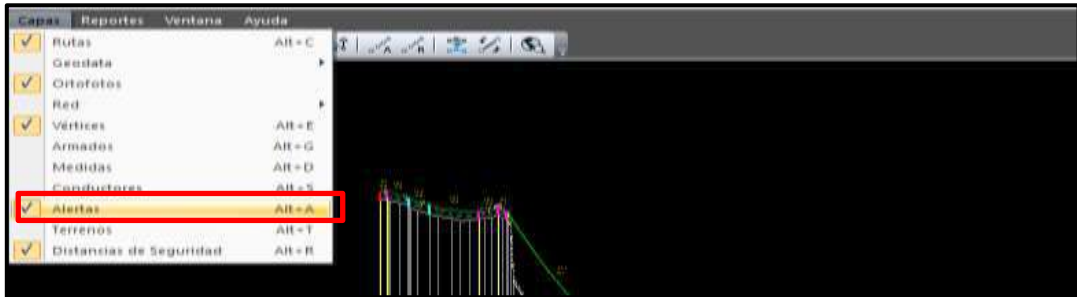
**Figura 253.** Vista en Google Earth - 2  
Fuente: Elaboracion propia, software Google Earth



**Figura 254.** Vista en Google Earth - 3  
Fuente: Elaboracion propia, software Google Earth



22) Activamos la capa de alertas para mejorar nuestro diseño.

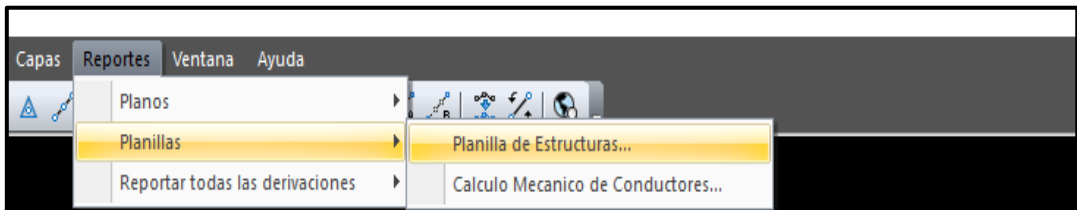


**Figura 255.** Activar la capa de alertas  
Fuente: Elaboración propia, software Red Lin

23) Finalmente reportamos los planos de la línea primaria y la planilla de las estructuras, tabla de tensado y cálculo mecánico de estructuras. Ver fig.



**Figura 256.** Reportes de planos  
Fuente: Elaboración propia, software Red Lin



**Figura 257.** Reportes de planillas  
Fuente: Elaboración propia, software Red Lin



EST. N°	ARMADO			UBICACIÓN		PARAMETROS					POSTE			CONDUCTOR				RETENIDAS		PAT	Fundación	Tipo Aislador Pn	Tipo Aislador Carrete	Tipo Aislador Suspensión	Grupo de Anclaje Tipo Pistonlapara Conductor de 35 mm²	TIPO DE TERRENO								
	Principal	Auxiliar	Fusible Jgo	Progresiva	Cota	Vano Peso [m]	Vano Viento [m]	Angulo Tiro Adelante [°]	Angulo Tiro Atrás [°]	Vertice	Angulo	Cantidad	Longitud / Carga	Tipo	Vano Adelante [m]	Sección [mm²]	N° de Fases	Neutro	Amortiguadores	RI-A						RV-A	Tipo	RI-A	RV-A	Terreno I [%]	Terreno II [%]	Terreno III [%]		
-	DS-0	-	-	3.584,07	-32,09	15,24	3,00	-	SV-WD	70°34'11"	-	12/PROYECT	MAD	30,55	AAAC-35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	56-4	-	-	-	100%	0%	0%		
1	TSEC-OP	-	3A-K	30,55	3.590,05	148,50	114,13	-4,58	-164,53		-	1	12/C5	MAD	197,71	AAAC-35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	PAT-3	CMM12-I	56-4	-	IFB-35	1	100%	0%	0%
2	PS1-0	-	-	228,27	3.591,30	113,47	154,04	-0,12	-174,04		-	1	12/C6	MAD	110,37	AAAC-35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100%	0%	0%		
3	PS1-0	-	-	338,64	3.599,72	214,57	149,61	-9,57	-171,80		-	1	12/C6	MAD	188,99	AAAC-35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100%	0%	0%		
4	TS-0	-	-	527,63	3.585,38	13,30	84,50	-	-179,27	SV-FL	-	1	12/C5	MAD	-	AAAC-35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	IFB-35	1	100%	0%	0%	
<b>TOTAL</b>																																		

POSTES		ARMADOS		AMORTIGUADORES		CONDUCTORES		TOTAL (km)	CIMENTACION		PAT	
12/C6	2	DS-0	1	AAAC-35	-	AAAC-35	0,55	CMM12-I	(Enterrado)	4	PAT-1	-
12/C5	2	TSEC-OP	1	AAAC-50	-	AAAC-50	-				PAT-2	-
12/C6	-	PS1-0	2	AAAC-70	-	AAAC-70	-				PAT-3	1
12/C5	-	TS-0	1								PAT-1C	3

Figura 259. Tabla de planilla de estructuras para Línea Primaria Suyturrumi Bajo y Villanueva  
Fuente: Elaboración Propia software RED LIN

EST. N°	ARMADO			UBICACIÓN		PARAMETROS					POSTE			CONDUCTOR				RETENIDAS		PAT	Fundación	Tipo Aislador Pn	Tipo Aislador Carrete	Tipo Aislador Suspensión	Grupo de Anclaje Tipo Pistonlapara Conductor de 35 mm²	TIPO DE TERRENO							
	Principal	Auxiliar	Fusible Jgo	Progresiva	Cota	Vano Peso [m]	Vano Viento [m]	Angulo Tiro Adelante [°]	Angulo Tiro Atrás [°]	Vertice	Angulo	Cantidad	Longitud / Carga	Tipo	Vano Adelante [m]	Sección [mm²]	N° de Fases	Neutro	Amortiguadores	RI-A						RV-A	Tipo	RI-A	RV-A	Terreno I [%]	Terreno II [%]	Terreno III [%]	
-	DS-0	-	-	3.461,58	78,97	6,34	-55,70	-	B12-V1	73°54'0"	-	12/PROYECT	MAD	12,67	AAAC-35	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100%	0%	0%	
1	TSEC-OP	-	3A-K	12,67	3.385,03	347,92	48,94	-30,43	130,88		-	1	12/C5	MAD	89,70	AAAC-35	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	IFB-36	1	100%	0%	0%
2	PR3-0	-	-	97,87	3.323,36	144,27	93,19	-39,61	147,80		-	1	12/C6	MAD	101,18	AAAC-35	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	IFB-36	2	100%	0%	0%
3	PR3-0	-	-	199,05	3.249,91	131,68	119,09	-33,46	147,87		-	1	12/C6	MAD	137,00	AAAC-35	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	IFB-36	2	100%	0%	0%
4	PR3-0	-	-	335,03	3.177,82	88,95	193,83	-19,33	154,96		-	1	12/C6	MAD	730,69	AAAC-35	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	IFB-36	7	100%	0%	0%
5	TS-0	-	-	586,74	3.111,17	-165,05	125,35	-	132	B12-FL	-	1	12/C5	MAD	-	AAAC-35	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	IFB-36	1	100%	0%	0%	
<b>TOTAL</b>																																	

POSTES		ARMADOS		AMORTIGUADORES		CONDUCTORES		TOTAL (km)	CIMENTACION		PAT	
12/C6	3	DS-0	1	AAAC-35	-	AAAC-35	0,62	CMM12-I	(Enterrado)	5	PAT-1	-
12/C5	2	TSEC-OP	1	AAAC-50	-	AAAC-50	-				PAT-2	-
12/C6	-	PR3-0	3	AAAC-70	-	AAAC-70	-				PAT-3	1
12/C5	-	TS-0	1								PAT-1C	4

Figura 260. Tabla de planilla de estructuras para Línea Primaria Barrio Jorongo SE02  
Fuente: Elaboración Propia software RED LIN



Estructura	ARMADO				TRANSFORMADORES		POSTE		CONDUCTOR			RETENIDAS		PAT	Cimentación	Tipo Aislador Pin	Tipo Aislador Suspensión	Grapa de Anclaje Tipo Pistola para Conductor de 35 mm²	Amortiguadores	COORDENADAS WGS-84			Sistema KV	Veredas	TIPO DE TERRENO					
	Principal	Auxiliar	Fusible	Numero	Nomenclatura	Kva	Cantidad	Tipo	Longitud / Clase	Vano Atrás m	Sección mm²	Nº de Fases	Neutro	RI-A						RV-A	TIPO	ESTE			NORTE	ALTURA	Veredas	Terreno I (%)	Terreno II (%)	Terreno III (%)
														[u]						[u]										
1	-	DS-0	-	-	-	-	MAD	12/PROYECT	-	-	1	-	-	-	-	56-4	-	-	-	513.754,82	8.605.925,07	3.586	-	-	100%	0%	0%			
2	SMM-2P	PS1-0	2A-K	1	1ø F-N de 5 kVA, 13,2/0,46-0,23 Kv	5	MAD	12/C5	34	35 mm² AAAC	1	-	-	-	PAT-3	CMM12-I	56-4	-	-	513.753,16	8.605.891,15	3.587	13,2 KV	NO	100%	0%	0%			
<b>TOTAL</b>									<b>34,00</b>																					

POSTES	
12/200	-
12/300	-
12/C6	-
12/C5	1

ARMADOS			
PS1-0	1	PS1-1NA	-
PA1-0	-	TSECD-0P	-
PA2-0	-	TSD-0	-
PA3-0	-	PSID-0	-
PR3-0	-	DS-2	-
PTV-0	-	TSEC-2P	-
TS-0	-	PA1VE-2	-
PSVE-0	-	PSVE-2	-
TSEC-0P	-	TSVE-2	-
DS-0	1	PS1-2	-
DT-0	-	PA1-2	-
SMM-2P	1	SBM-2P	-
SMM-1P	-	SBM-1P	-

CONDUCTORES	TOTAL (m)
35 mm² AAAC	35,70
50 mm² AAAC	-
70 mm² AAAC	-

RETENIDAS		PAT	
RI	-	PAT-1	-
RV	-	PAT-2	-
RY1	-	PAT-3	1
RYV	-	PAT-1C	-

CIMENTACION	
CMM12-I	1

TRANSFORMADORES	
1ø F-N de 5 kVA, 7,62/0,46-0,23 Kv	-
1ø F-N de 10 kVA, 7,62/0,46-0,23 Kv	-
1ø F-N de 15 kVA, 7,62/0,46-0,23 Kv	-
1ø F-N de 25 kVA, 7,62/0,46-0,23 Kv	-
1ø F-N de 5 kVA, 13,2/0,46-0,23 Kv	1
1ø F-N de 10 kVA, 13,2/0,46-0,23 Kv	-
1ø F-N de 15 kVA, 13,2/0,46-0,23 Kv	-
1ø F-N de 25 kVA, 13,2/0,46-0,23 Kv	-
1ø F-F de 5 kVA, 10,0/0,46-0,23 Kv	-
1ø F-F de 10 kVA, 10,0/0,46-0,23 Kv	-
1ø F-F de 15 kVA, 10,0/0,46-0,23 Kv	-
1ø F-F de 25 kVA, 10,0/0,46-0,23 Kv	-
1ø F-F de 5 kVA, 13,2/0,46-0,23 Kv	-
1ø F-F de 10 kVA, 13,2/0,46-0,23 Kv	-
1ø F-F de 15 kVA, 13,2/0,46-0,23 Kv	-
1ø F-F de 25 kVA, 13,2/0,46-0,23 Kv	-
1ø F-F de 5 kVA, 22,9/0,46-0,23 Kv	-
1ø F-F de 10 kVA, 22,9/0,46-0,23 Kv	-
1ø F-F de 15 kVA, 22,9/0,46-0,23 Kv	-
1ø F-F de 25 kVA, 22,9/0,46-0,23 Kv	-

**Figura 262.** Tabla de planilla de estructuras para Rede Primaria Tankarpatá  
Fuente: Elaboración Propia software RED CAD

Estructura	ARMADO			TRANSFORMADORES		POSTE		CONDUCTOR			RETENIDAS		PAT	Cimentación	Tipo Aislador Pin	Tipo Aislador Suspensión	Grapa de Anclaje Tipo Pistola para Conductor de 35 mm²	COORDENADAS WGS-84			Sistema KV	Veredas	TIPO DE TERRENO					
	Principal	Auxiliar	Fusible	Numero	Nomenclatura	Kva	Cantidad	Tipo	Longitud / Clase	Vano Atrás	Sección	Nº de Fases	Neutro					R1-A [u]	RV-A [u]	TIPO			ESTE	NORTE	ALTURA	Terreno I (%)	Terreno II (%)	Terreno III (%)
1	SMM-2P	PS1-0	2A-K	1	1ø F-N de 5 kVA; 13,2/0,46-0,23 Kv	5	1	MAD	12/C5	41	35 mm² AAAC	1	-	-	-	PAT-3	CMM12-I	56.4	-	513.713,04	8.806.418,00	3.805	13,2 KV	NO	100%	0%	0%	
<b>TOTAL</b>										<b>41,00</b>																		

POSTES	ARMADOS	CONDUCTORES	TOTAL (m)	RETENIDAS	PAT	TRANSFORMADORES
12/200	PS1-0	35 mm² AAAC	43,05	R1	PAT.1	1ø F-N de 5 kVA; 7,62/0,46-0,23 Kv
12/300	PA1-0	50 mm² AAAC	-	RV	PAT.2	1ø F-N de 10 kVA; 7,62/0,46-0,23 Kv
12/C6	PA2-0	70 mm² AAAC	-	RY1	PAT.3	1ø F-N de 15 kVA; 7,62/0,46-0,23 Kv
12/C5	PA3-0			RYV	PAT-1C	1ø F-N de 25 kVA; 7,62/0,46-0,23 Kv
	PR3-0					1ø F-N de 5 kVA; 13,2/0,46-0,23 Kv
	PTV-0					1ø F-N de 10 kVA; 13,2/0,46-0,23 Kv
	TS-0					1ø F-N de 15 kVA; 13,2/0,46-0,23 Kv
	PSVE-0					1ø F-N de 25 kVA; 13,2/0,46-0,23 Kv
	TSEC-0P					1ø F-F de 5 kVA; 10,0/0,46-0,23 Kv
	DS-0					1ø F-F de 10 kVA; 10,0/0,46-0,23 Kv
	DT-0					1ø F-F de 15 kVA; 10,0/0,46-0,23 Kv
	SMM-2P					1ø F-F de 25 kVA; 10,0/0,46-0,23 Kv
	SMM-1P					1ø F-F de 5 kVA; 13,2/0,46-0,23 Kv
						1ø F-F de 10 kVA; 13,2/0,46-0,23 Kv
						1ø F-F de 15 kVA; 13,2/0,46-0,23 Kv
						1ø F-F de 25 kVA; 13,2/0,46-0,23 Kv
						1ø F-F de 5 kVA; 22,9/0,46-0,23 Kv
						1ø F-F de 10 kVA; 22,9/0,46-0,23 Kv
						1ø F-F de 15 kVA; 22,9/0,46-0,23 Kv
						1ø F-F de 25 kVA; 22,9/0,46-0,23 Kv

Figura 263. Tabla de planilla de estructuras para Red Primaria Suyturrumi y Villanueva  
Fuente: Elaboración Propia software RED CAD











N° SE	Circuito	Estructura	POSTE					ARMADO		CONDUCTOR		Alumbrado Público	Caja de Derivación	Grapa Cónica	Portalineas	Pozo a Tierra	RETENIDAS			Empalmes APAI			Accesibilidad (0-500m)	Inaccesibilidad (500-1000m)	Inaccesibilidad (>1000m)	Veredas	Terminales de compresión metalicos Al-Cu			ACOMETIDAS										TIPO DE TERRENO				
			Código Poste	Cantidad	Longitud	Material	BT MT	Cimentación	Principal	Auxiliar	Vano [m]						Sección	RI [u]	RV [u]	Fase	Neutro	A.P.					Fase	Neutro	A.P.	Corta	Larga	En Murete	Conductor Concéntrico	2x4mm <sup>2</sup>	2.5	4.0	6.0	Tubo de A° G° 19mm	2.5	4.0	6.0	Tubo de A° G° 38mm	2.5	4.0
1	C-1	RP01	12C5	-	12	MAD	-	-	E4/S	-	5.00	1x16-1x16/25	1	-	2	-	-	-	1	1	1	✓	-	-	NO	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100%	0%	0%
1	C-1	A1	8C7	1	8	MAD	BT	CMM8-1	E4/S	-	30.00	1x16-1x16/25	-	-	2	1	-	1	-	-	✓	-	-	NO	1	1	-	-	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	1	4	2	100%	0%	0%	
1	C-1	A2	8C7	1	8	MAD	BT	CMM8-1	E6/S	-	64.00	1x16-1x16/25	-	-	3	-	PAT-1	1	-	1	1	✓	-	-	NO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100%	0%	0%		
1	C-1	A3	8C7	1	8	MAD	BT	CMM8-1	E1/S	-	68.00	1x16/25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	-	-	NO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100%	0%	0%		
1	C-1	A2.1	8C7	1	8	MAD	BT	CMM8-1	E6/S	-	45.00	1x16-1x16/25	-	-	3	1	-	-	-	1	1	✓	-	-	NO	1	1	-	1.0	-	-	-	-	-	-	1	2	2	100%	0%	0%			
1	C-1	A2.2	8C7	1	8	MAD	BT	CMM8-1	E3/S	-	51.00	1x16/25	-	-	1	2	PAT-1	1	-	-	-	✓	-	-	NO	2	2	-	2.0	-	-	-	-	-	-	2	4	4	100%	0%	0%			
1	C-1	A2.1.1	8C7	1	8	MAD	BT	CMM8-1	E3/S	-	33.00	1x16-1x16/25	1	-	1	2	-	-	-	-	-	✓	-	-	NO	3	4	1	1.0	2.0	-	-	-	-	-	3	10	6	100%	0%	0%			
1	C-1	B1	8C7	1	8	MAD	BT	CMM8-1	E4/S	-	32.00	1x16-1x16/25	-	-	2	-	-	1	-	-	-	✓	-	-	NO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100%	0%	0%			
1	C-1	B2	8C7	1	8	MAD	BT	CMM8-1	E1/S	-	65.00	1x16-1x16/25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	-	-	NO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100%	0%	0%			
<b>TOTAL</b>												2	-	-	14	6	2	4	-	3	3	1				7	9	2	4	3	-	-	-	-	-	7	20	14						

POSTES	
8/200	-
8/300	-
11/C6	-
8/C6	-
8/C7	8

ARMADOS									
E1	-	E1/S	2	E1	-	E1/S	-	-	-
E2	-	E2/S	-	E2	-	E2/S	-	-	-
E3	-	E3/S	2	E3	-	E3/S	-	-	-
E4	-	E4/S	2	E4	-	E4/S	1	-	-
E5	-	E5/S	-	E5	-	E5/S	-	-	-
E6	-	E6/S	2	E6	-	E6/S	-	-	-
E1B	-	E1B/S	-	E1B	-	E1B/S	-	-	-
E2B	-	E2B/S	-	E2B	-	E2B/S	-	-	-
E3B	-	E3B/S	-	E3B	-	E3B/S	-	-	-
E4B	-	E4B/S	-	E4B	-	E4B/S	-	-	-
E5B	-	E5B/S	-	E5B	-	E5B/S	-	-	-
E6B	-	E6B/S	-	E6B	-	E6B/S	-	-	-

CONDUCTORES	TOTAL (km)
2x35-1x16/25	-
2x35/25	-
2x25-1x16/25	-
2x25/25	-
2x16-1x16/25	-
2x16/25	-
1x16-1x16/25	0.29
1x16/25	0.12

CAJA DE DERIVACION	
C380-220/10S	-
C380-220/5S	-
C440-220/10S	-
C440-220/5S	-
C220/10S	-
C220/5S	-

RETENIDAS	
RI	4
RV	-
RVY	-

ACOMETIDAS	
Corta	4
Larga	3
cruce de carretera	-
En Murete	-
Corta	-
Larga	-
cruce de carretera	-
Muretes	-
Medidores	7

GRAPA PISTOLA	-
GRAPA CÓNICA	14
PORTALINEAS	6

PAT-1	2
A.P.	2
<b>CIMENTACION</b>	
CMM8-1	8

Figura 268. Tabla de planilla de estructuras para Redes secundarias de Villa nueva  
Fuente: Elaboración Propia software RED CAD

## **ANEXO 5: Metrado y presupuesto de líneas primarias.**

SUMINISTRO DE MATERIALES - LINEAS PRIMARIAS		LP_01	Barrio Jorongo Y Accobado Se01					
		LP_02	Suyturumi Baja Y Villanueva					
		LP_03	Barrio Jorongo Se02					
ITEM	DESCRIPCION DE PARTIDAS	UND				METRADO PARCIAL	PRECIO UNITARIO S/.	COSTO PARCIAL S/.
			LP_01	LP_02	LP_03			
<b>SUMINISTRO DE MATERIALES</b>								
<b>1 CRUCETAS DE MADERA</b>								
1,01	Cruceta de madera tratada de 90 mm x 115 mm x 1,20 m	u	2	2	2	6	69,96	419,76
<b>3 POSTES DE MADERA IMPORTADA</b>								
3,01	Poste de madera importada (Pino Amarillo del Sur) de 12 m, Clase 6	u	6	2	3	11	1.080,98	11.890,78
3,02	Poste de madera importada (Pino Amarillo del Sur) de 12 m, Clase 5	u	7	2	2	11	1.220,54	13.425,94
<b>4 AISLADORES Y ACCESORIOS</b>								
4,01	Aislador de Porcelana Tipo Pin, Clase ANSI 56-3	u	9		6	15	44,93	673,95
4,02	Aislador de Porcelana Tipo Pin, Clase ANSI 56-4	u	6	5		11	75,51	830,61
4,04	Espiga de A°G° de 609 mm longitud, para Cabeza de Poste y Aislador ANSI 56-3	u	9		5	14	31,03	434,42
4,05	Espiga de A°G° de 609 mm longitud, para Cabeza de Poste y Aislador ANSI 56-4	u	5	4		9	31,77	285,93
4,06	Espiga de A°G° para Cruceta y Aislador 56-3, de 381 mm longitud y Accesorios	u			1	1	34,26	34,26
4,07	Espiga de A°G° para Cruceta y Aislador 56-4, de 432 mm longitud y Accesorios	u	1	1		2	49,05	98,1
<b>5 AISLADORES DE SUSPENSIÓN Y ACCESORIOS</b>								
5,01	Aislador Polimérico con Conexión Horquilla (Estructura) y Lengüeta (Línea) de 36 kV, según Especificación Técnica.	u	14	2	8	24	59,67	1.432,08
<b>6 CONDUCTOR DE ALEACIÓN DE ALUMINIO</b>								
6,01	Conductor de Aleación de Aluminio de 35 mm²	km	1,71	0,55	0,62	2,88	1.336,24	3.848,37
<b>3.848,37</b>								

**Figura 269.** Metrado de suministro de materiales para Líneas primarias  
Fuente: Elaboración Propia

SUMINISTRO DE MATERIALES - LINEAS PRIMARIAS		LP_01	Barrio Jorongo Y Accobado Se01					
		LP_02	Suyturumi Baja Y Villanueva					
		LP_03	Barrio Jorongo Se02					
ITEM	DESCRIPCION DE PARTIDAS	UND				METRADO PARCIAL	PRECIO UNITARIO S/.	COSTO PARCIAL S/.
			LP_01	LP_02	LP_03			
<b>7</b>	<b>ACCESORIOS PARA CONDUCTOR DE ALEACION ALUMINIO</b>							
7,01	Varilla de Armar preformada Simple para Conductor de 35 mm <sup>2</sup>	u	2	2		4	7,47	29,88
7,02	Varilla de Armar preformada Doble para Conductor de 35 mm <sup>2</sup>	u	2			2	8,84	17,68
7,03	Grapa de Doble Vía de Aluminio para Conductor de 35 mm <sup>2</sup>	u	10	3	6	19	6,58	125,02
7,05	Alambre de Amarre Aluminio Recocido de 16 mm <sup>2</sup>	m	37,5	12,5	15	65	1,14	74,1
7,06	Amortiguador de Vibración Tipo Stockbridge para Conductor de 35 mm <sup>2</sup>	u	4			4	32,49	129,96
7,11	Grapa de Anclaje para Conductor de 35 mm <sup>2</sup>	u	14	2	8	24	26,81	643,44
								1.020,08
<b>8</b>	<b>CONDUCTOR PARA PUESTA A TIERRA</b>							
8,01	Cable de Acero con Recubrimiento Metalúrgico de Cu de 4 AWG (21,15 mm <sup>2</sup> ), para Puesta a Tierra	m	177,41	60,23	73,24	310,88	9,23	2.869,42
								2.869,42
<b>9</b>	<b>MATERIAL DE FERRETERIA PARA POSTES Y CRUCETAS</b>							
9,01	Perno Cabeza Coche de A°G° de 13 mm Ø x 152 mm longitud, 76 mm maquinado, con Arandela, Tuerca y Contratuerca	u	2	2	2	6	3,97	23,82
9,06	Perno de A°G° de 16 mm Ø x 305 mm, provisto de Tuerca y Contratuerca	u	22	8	10	40	7,53	301,2
9,07	Perno de A°G° de 16 mm Ø x 356 mm, provisto de Tuerca y Contratuerca	u	2	2	2	6	7,95	47,7
9,08	Perno de A°G° de 16 mm Ø x 508 mm, provisto de Tuerca y Contratuerca	u	4			4	10,36	41,44
9,12	Pero Ojo de A°G° de 16 mm Ø x 305 mm, provisto de Tuerca y Contratuerca	u	10	2	5	17	10,7	181,9
9,13	Tuerca-Ojo para Perno de 16 mm Ø	u	4		3	7	7,84	54,88
9,14	Tirafondo de A°G° de 13 mm ø x 102 mm de longitud	u	2	2	2	6	2,59	15,54
9,16	Soporte Separador de Vertice de Poste de A°G° fabricado con Platina de 76 x 6,4 mm	u	4			4	20,87	83,48
9,18	Tubo Espaciador de A°G° de 19 mm Ø x 38 mm longitud	u	4			4	1,83	7,32
9,19	Brazo-Soporte (Riostra) de Perfil Angular de A°G° de 38 x 38 x 5 mm y 710 mm longitud	u	2	2	2	6	20,19	121,14
9,24	Arandela Cuadrada Plana de A° G°, 57 x 57 x 5 mm, Agujero de 18 mm Ø	u	6	2	2	10	1,41	14,1
9,25	Arandela Cuadrada curva de A° G°, 57 x 57 x 5 mm, Agujero de 18 mm Ø	u	46	14	22	82	1,41	115,62
9,26	Placa de Señal de Peligro y accesorios de fijación	u	13	4	5	22	16,56	364,32
9,27	Placa de Identificación y/o codificación de Estructura y accesorios de fijación	u	13	4	5	22	15,03	330,66
9,28	Placa de Secuencia de Fases y accesorios de fijación	u	13	4	5	22	14,71	323,62
								2.026,74

**Figura 270.** Metrado de suministro de materiales para Líneas primarias (Continuación 1)  
Fuente: Elaboración Propia

SUMINISTRO DE MATERIALES - LINEAS PRIMARIAS		LP_01	Barrio Jorongo Y Accobado Se01					
		LP_02	Suyturumi Baja Y Villanueva					
		LP_03	Barrio Jorongo Se02					
ITEM	DESCRIPCION DE PARTIDAS	UND				METRADO PARCIAL	PRECIO UNITARIO S/.	COSTO PARCIAL S/.
			LP_01	LP_02	LP_03			
<b>10</b>	<b>RETENIDAS Y ANCLAJES</b>							
10,01	Cable de Acero Grado Siemens Martin, de 10 mm Ø, 7 hilos	m	128	32	32	192	4,32	829,44
10,02	Varilla de Anclaje de A°G° de 16 mm Ø x 2,40 m, provisto de Ojal Guardacabo en un extremo; Tuerca y Contratuerca en el otro	u	8	2	2	12	34,74	416,88
10,03	Mordaza Preformada de A°G° para Cable de 10 mm Ø	u	16	4	4	24	9,27	222,48
10,04	Alambre de Acero N° 12 para Entorchado	m	16	4	4	24	0,97	23,28
10,05	Arandela de Anclaje de A°G°, 102 x 102 x 6,35 mm, Agujero de 18 mmØ	u	8	2	2	12	4,36	52,32
10,07	Bloque de Concreto de 0,40 x 0,40 x 0,15 m	u	8	2	2	12	35,32	423,84
10,08	Abrazadera de 4 sectores para Retenida, de 75 mm de altura, 6,35 mm de espesor y 70 kN de resistencia. Diámetro según dimensiones del poste, incluye 4 pernos de 12,7 mm Ø x 63,5 mm y 4 arandelas	u	8	2	2	12	53,24	638,88
10,09	Aislador Polimérico con Conexión Horquilla (Estructura) y Lengüeta (Línea) de 36 kV, según Especificación Técnica, para Retenida Aislada.	u	8	2	2	12	59,67	716,04
10,1	Enlace metálico, de 254 mm x 75 mm x 38 mm, de 70 kN de resistencia	u	8	2	2	12	21,97	263,64
10,11	Grillete de Acero de 70 kN	u	8	2	2	12	10,65	127,8
								3.714,60
<b>11</b>	<b>MATERIAL PARA PUESTA A TIERRA</b>							
11,01	Electrodo de Acero Recubierto de Cobre de 16 mm Ø x 2,40 m	u	2	3	3	8	41,69	333,52
11,02	Conector de Bronce para Electrodo de 16 mm Ø y Cable de Acero con Recubrimiento Metalúrgico de Cobre de 4 AWG (21,15 mm²)	u	2	3	3	8	6,76	54,08
11,03	Caja Registro de Concreto para Puesta a Tierra 0,50 x 0,50 x 0,45 m	u	2	3	3	8	43,72	349,76
11,04	Plancha Doblada de Cobre para toma a Tierra de Espigas y/o Pernos	u	25	7	11	43	8,68	373,24
11,05	Conector de Cobre tipo Perno Partido para Cable de Acero con Recubrimiento Metalúrgico de Cobre de 4 AWG (21,15 mm²)	u	10	5	5	20	5,5	110
11,06	Conector Doble Vía Bimetálico para Cable de Acero de 10 mm Ø y para Cable de Acero con Recubrimiento Metalúrgico de Cobre de 4 AWG (21,15 mm²)	u	8	2	2	12	8,11	97,32
11,07	Grapa en "U" para fijar conductor de PAT a Poste de Madera	u	913	283	353	1.549,00	0,24	371,76
11,08	Placa de Señalización de Poste (Puesta a Tierra)	u	13	4	5	22	15,03	330,66
11,09	Listón de madera tratada 50 x 19 mm sección, 2,7 m longitud (incluye clavos de fijación)	u	13	4	5	22	20,11	442,42
								2.462,76
<b>12</b>	<b>EQUIPO DE PROTECCIÓN Y MANIOBRA</b>							
12,01	Seccionador Fusible Unipolar Tipo Expulsión (Cut-Out) de 27/38 kV, 100A, 170 kV-BIL.	u	1	1		2	347,04	694,08
12,02	Seccionador Fusible Unipolar Tipo Expulsión (Cut-Out) de 27/38 kV, 100A, 150 kV-BIL.	u			1	1	297,04	297,04
12,05	Fusible Tipo Expulsión de 3 A, Tipo K	u	1	1	1	3	7,36	22,08
12,07	Pararrayos de Óxido Metálico, 21 kV, 10 KA Clase 1, 170 kV-BIL.	u	1	1		2	247,38	494,76
12,08	Pararrayos de Óxido Metálico, 21 kV, 10 KA Clase 1, 150 kV-BIL.	u			1	1	217,38	217,38
								1.725,34
<b>TOTAL, SUMINISTRO DE MATERIALES</b>								<b>47.193,14</b>

Figura 271. Metrado de suministro de materiales para Líneas primarias (Continuación 2)

Fuente: Elaboración Propia

MONTAJE ELECTROMECANICO - LINEAS PRIMARIAS		LP_01	Barrio Jorongo Y Accobado Se01					
		LP_02	Suyturumi Baja Y Villanueva					
		LP_03	Barrio Jorongo Se02					
ITEM	DESCRIPCION DE PARTIDAS	UND				METRADO PARCIAL	PRECIO UNITARIO S/.	COSTO PARCIAL S/.
			LP_01	LP_02	LP_03			
<b><u>MONTAJE ELECTROMECANICO</u></b>								
<b>1 OBRAS PRELIMINARES</b>								
1,01	Revisión de Replanteo Topográfico, Ubicación de Estructuras de Líneas Primarias. Incluye Elaboración de Planos de Concesión Rural	km	1,63	0,53	0,59	2,75	543,89	1.495,70
1,02	Estudio de Coordinación de la Protección y Balance de Cargas	Global				1	12.740,00	12.740,00
1,03	Monitoreo e Inspección del Ministerio de Cultura (MC)	Global				1	22.821,26	22.821,26
1,04	Programa de Monitoreo Ambiental (Incluye Línea Primarias, Red Primaria y Red Secundaria)	Global				1	25.450,52	25.450,52
1,05	Programa de Manejo de Residuos	Global				1	19.110,00	19.110,00
1,06	Programa de Talleres de Información y de Medidas Preventivas y/o Correctivas	Global				1	5.129,60	5.129,60
1,07	Cartel para Obra	u				3	1.555,99	4.667,97
1,08	Despeje de árboles dentro de la franja de servidumbre	Ha	0,04	0,01	0,01	0,06	2.946,59	176,8
1,09	Plan para la Vigilancia, Prevención y Control del COVID-19 en el trabajo con referencia a la RM 239-2020-MINSA	Global				1	167.742,46	167.742,46
<b>259.334,31</b>								
<b><u>2 TRANSPORTE DE MATERIALES DESDE ALMACEN EN OBRA A PUNTO DE IZAJE, VIA TERRESTRE EN TERRENOS SIN ACCESO CARROZABLE</u></b>								
2,03	Transporte de caja registro de concreto para puesto a tierra 0,50 x 0,50 x 0,45 m, de almacén a punto de instalación en Terreno Accidentado sin Acceso Carrozable (>1000m)	u	2			2	111,24	222,48
2,06	Transporte de bloque de concreto de 0,40 x 0,40 x 0,15 m, de almacén a punto de instalación en Terreno Accidentado sin Acceso Carrozable (>1000m)	u	8			8	111,24	889,92
2,09	Transporte de cruceta de madera tratada de 90mm x 115mm x 1,20m, de almacén a punto de instalación en Terreno Accidentado sin Acceso Carrozable (>1000m)	u	2			2	14,84	29,68
2,13	Transporte de aislador de porcelana tipo PIN, Clase ANSI de almacén a punto de instalación en Terreno Accidentado sin Acceso Carrozable (>1000m)	u	15			15	35,12	526,8
2,17	Transporte de conductor de Aleación de Aluminio de 35mm <sup>2</sup> de almacén a punto de instalación en Terreno Accidentado sin Acceso Carrozable (>1000m)	Km	1,71			1,71	125,79	215,1
2,21	Transporte de seccionador fusible unipolar tipo expulsión (CUT-OUT) de almacén a punto de instalación en Terreno Accidentado sin Acceso Carrozable (>1000m)	u	1			1	51,37	51,37
2,24	Transporte de pararrayos de óxido metálico, 21 o 12 kv. 10KA clase 1 de almacén a punto de instalación en Terreno Accidentado sin Acceso Carrozable (>1000m)	u	1			1	26,71	26,71
2,28	Transporte de accesorios de ferretería (para postes, conductores, retenidas y pat) de almacén a punto de instalación en Terreno Accidentado sin Acceso Carrozable (>1000m)	glob				1	15.606,72	15.606,72
<b>17.568,78</b>								

**Figura 272.** Metrado de montaje electromecánico para Líneas primarias  
Fuente: Elaboración Propia



MONTAJE ELECTROMECHANICO - LINEAS PRIMARIAS		LP_01	Barrio Jorongo Y Accobado Se01					
		LP_02	Suyturumi Baja Y Villanueva					
		LP_03	Barrio Jorongo Se02					
ITEM	DESCRIPCION DE PARTIDAS	UND				METRADO PARCIAL	PRECIO UNITARIO S/.	COSTO PARCIAL S/.
			LP_01	LP_02	LP_03			
<b>3</b>	<b><u>INSTALACIÓN DE POSTES</u></b>							
3,01	Excavación en Terreno Tipo I (Arcilloso y Conglomerado)	m3	5,1	3,4	4,25	12,75	67,96	866,49
3,03	Excavación en Terreno Tipo III (Humedo)	m3	6,3			6,3	193,29	1.217,73
3,04	Transporte de Poste de madera importada (Pino Amarillo del Sur) de 12 m, Clase 6 en Terreno con Acceso Carrozable	u		2	3	5	183,85	919,25
3,07	Transporte de Poste de madera importada (Pino Amarillo del Sur) de 12 m, Clase 6 en Terreno Accidentado sin Acceso Carrozable (>1000m)	u	6			6	554,66	3.327,96
3,08	Transporte de Poste de madera importada (Pino Amarillo del Sur) de 12 m, Clase 5 en Terreno con Acceso Carrozable	u		2	2	4	201,61	806,44
3,11	Transporte de Poste de madera importada (Pino Amarillo del Sur) de 12 m, Clase 5 en Terreno Accidentado sin Acceso Carrozable (>1000m)	u	7			7	554,66	3.882,62
3,12	Izaje, Identificación y/o codificación, y Señalización de Poste de Madera tratada de Pino importado, 12m- Clase 6 (*)	u	6	2	3	11	98,48	1.083,28
3,13	Izaje, Identificación y/o codificación, y Señalización de Poste de Madera tratada de Pino importado, 12m- Clase 5 (*)	u	7	2	2	11	108,81	1.196,91
3,14	Relleno y Compactación para Cimentación de Poste de 12m, en Terreno Tipo I (arcilloso y conglomerado)	m3	4,77	3,18	3,98	11,93	113,53	1.354,41
3,16	Relleno y Compactación para Cimentación de Poste de 12m, en Terreno Tipo III (húmedo)	m3	5,88			5,88	130,04	764,64
								15.419,73
<b>4</b>	<b><u>INSTALACION DE RETENIDAS</u></b>							
4,01	Excavación en Terreno Tipo I (Arcilloso y Conglomerado) Para Retenida	m3	3,36	2,24	2,24	7,84	67,96	532,81
4,03	Excavación en Terreno Tipo III (Húmedo) Para Retenida	m3	5,6			5,6	193,29	1.082,42
4,04	Instalación de Retenida Inclinada	u	8	2	2	12	102,33	1.227,96
4,06	Relleno y Compactación en Terreno Tipo I de Retenida	m3	3,27	2,18	2,18	7,63	91,73	699,9
4,08	Relleno y Compactación en Terreno Tipo III de Retenida	m3	5,45			5,45	113,53	618,74
								4.161,83
<b>5</b>	<b><u>MONTAJE DE ARMADOS</u></b>							
5,01	Armado PS1-0 (0°-5°) Soporte de Suspensión, Monofásico Retorno por Tierra	Jgo	2	2		4	66,45	265,8
5,03	Armado PA1-0 (5°-30°) Soporte de Angulo, Monofásico Retorno por tierra	Jgo	2			2	70,11	140,22
5,07	Armado PA3-0 (60°-90°) Soporte de Angulo, Monofásico Retorno por tierra	Jgo	1			1	66,45	66,45
5,09	Armado PR3-0 Soporte de Retención o Anclaje Monofásico retorno por tierra	Jgo	4		3	7	73,69	515,83
5,11	Armado TS-0 Soporte de Retención/Suspensión, monofásico, Retorno por tierra	Jgo	3	1	1	5	92,11	460,55
5,15	Armado DS-0 Soporte de Derivación no Tensada Monofásico sin Neutro	Jgo	1	1	1	3	36,84	110,52
5,19	Armado TSEC-0P Soporte Secc. 1ø, Sin Neutro c/ Pararrayos	Jgo	1	1	1	3	92,11	276,33
								1.835,70

**Figura 273.** Metrado de montaje electromecánico para Líneas primarias (continuación 1)

Fuente: Elaboración Propia

MONTAJE ELECTROMECHANICO - LINEAS PRIMARIAS		LP_01	Barrio Jorongo Y Accobado Se01					
		LP_02	Suyturumi Baja Y Villanueva					
		LP_03	Barrio Jorongo Se02					
ITEM	DESCRIPCION DE PARTIDAS	UND				METRADO PARCIAL	PRECIO UNITARIO S/.	COSTO PARCIAL S/.
			LP_01	LP_02	LP_03			
<b>6</b>	<b><u>MONTAJE DE CONDUCTORES</u></b>							
6,01	Tendido y Puesta en Flecha de Conductor de Aleación de aluminio de 35mm², Por Fase, Incluye Instalación de Amortiguadores	km	1,71	0,55	0,62	2,88	1.588,52	4.574,94
								4.574,94
<b>7</b>	<b><u>INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA</u></b>							
7,01	Excavación en Terreno Tipo I (Arcilloso y Conglomerado) para puesta a tierra	m3		4,83	4,83	9,66	67,96	656,49
7,03	Excavación en Terreno Tipo III (Húmedo) para puesta a tierra	m3	3,22			3,22	193,29	622,39
7,04	Instalación de puesta a tierra tipo PAT-1C (Contrapeso)	u	11	3	4	18	63,96	1.151,28
7,05	Instalación de Puesta a Tierra Tipo PAT-1 con un electrodo vertical. Instalación en Poste de Madera	u	2			2	74,85	149,7
7,07	Instalación de Puesta a Tierra Tipo PAT-3 con un electrodo vertical. Instalación en Poste de Madera	u		1	1	2	122,53	245,06
7,08	Relleno y compactación de puesta a tierra con material adecuado	m3	2,82	4,23	4,23	11,28	86,42	974,82
								3.799,74
<b>8</b>	<b><u>PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO</u></b>							
8,01	Pruebas y Puesta en Servicio de Líneas Primarias	km	1,63	0,53	0,59	2,75	427,48	1.175,57
8,02	Expediente Técnico Final Conforme a Obra y de Concesión Rural de Líneas Primarias (1 Original + 3 Copias), incluye la presentación digitalizada de textos y planos en CD.	km	1,63	0,53	0,59	2,75	339,17	932,72
								2.108,29
	<b>TOTAL, MONTAJE ELECTROMECÁNICO</b>							<b>308.803,32</b>

**Figura 274.** Metrado de montaje electromecánico para Líneas primarias (continuación 2)  
Fuente: Elaboración Propia

<b>TRANSPORTE DE MATERIALES - LINEAS PRIMARIAS</b>		<b>L.P. 13,2 kV, 1Ø - MRT - Barrio Jorongo Y Accobado Se01, 1x35mm² AAAC</b>				<b>L.P. 13,2 kV, 1Ø - MRT - Suyturumi Baja Y Villanueva, 1x35mm² AAAC</b>				<b>L.P. 13,2 kV, 1Ø - MRT - Barrio Jorongo Se02, 1x35mm² AAAC</b>						
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCION DE PARTIDAS</b>	<b>UND</b>	<b>LP_73</b>				<b>LP_82</b>				<b>LP_83</b>				<b>METRADO PARCIAL</b>	<b>COSTO PARCIAL S/.</b>
			<b>Cant.</b>	<b>Peso Total (kg)</b>	<b>Flete (S/./kg)</b>	<b>Sub-total S/.</b>	<b>Cant.</b>	<b>Peso Total (kg)</b>	<b>Flete (S/./kg)</b>	<b>Sub-total S/.</b>	<b>Cant.</b>	<b>Peso Total (kg)</b>	<b>Flete (S/./kg)</b>	<b>Sub-total S/.</b>		
<b>TRANSPORTE DE MATERIALES</b>																
<b>1 CRUCETAS DE MADERA</b>																
1,01	Cruceta de madera tratada de 90 mm x 115 mm x 1,20 m	u	2	22,04	0,35	7,71	2	22,04	0,35	7,71	2	22,04	0,35	7,71	6	23,13
<b>3 POSTES DE MADERA IMPORTADA</b>																
3,01	Poste de madera importada (Pino Amarillo del Sur) de 12 m, Clase 6	u	6	2 166,00	0,52	1 126,32	2	722	0,52	375,44	3	1 083,00	0,52	563,16	11	2 064,92
3,02	Poste de madera importada (Pino Amarillo del Sur) de 12 m, Clase 5	u	7	2 975,00	0,52	1 547,00	2	850	0,52	442	2	850	0,52	442	11	2 431,00
<b>4 AISLADORES Y ACCESORIOS</b>																
4,01	Aislador de Porcelana Tipo Pin, Clase ANSI 56-3	u	9	58,68	0,21	12,32			0,21		6	39,12	0,21	8,22	15	20,54
4,02	Aislador de Porcelana Tipo Pin, Clase ANSI 56-4	u	6	65,4	0,21	13,73	5	54,5	0,21	11,45			0,21		11	25,18
4,04	Espiga de A°C de 609 mm longitud, para Cabeza de Poste y Aislador ANSI 56-3	u	9	17,55	0,21	3,69			0,21		5	9,75	0,21	2,05	14	5,74
4,05	Espiga de A°C de 609 mm longitud, para Cabeza de Poste y Aislador ANSI 56-4	u	5	9,75	0,21	2,05	4	7,8	0,21	1,64			0,21		9	3,69
4,06	Espiga de A°C para Cruceta y Aislador 56-3, de 381 mm longitud y Accesorios	u			0,21				0,21		1	2	0,21	0,42	1	0,42
4,07	Espiga de A°C para Cruceta y Aislador 56-4, de 432 mm longitud y Accesorios	u	1	2,14	0,21	0,45	1	2,14	0,21	0,45			0,21		2	0,9
<b>5 AISLADORES DE SUSPENSIÓN Y ACCESORIOS</b>																
5,01	Aislador Polimérico con Conexión Horquilla (Estructura) y Lengüeta (Linea) de 36 kV, según Especificación Técnica.	u	14	18,9	0,21	3,97	2	2,7	0,21	0,57	8	10,8	0,21	2,27	24	6,81
<b>6 CONDUCTOR DE ALEACIÓN DE ALUMINIO</b>																
6,01	Conductor de Aleación de Aluminio de 35 mm²	km	1,71	176,81	0,21	37,13	0,55	56,87	0,21	11,94	0,62	64,11	0,21	13,46	2,88	62,53
<b>7 ACCESORIOS PARA CONDUCTOR DE ALEACION ALUMINIO</b>																
7,01	Varilla de Armar preformada Simple para Conductor de 35 mm²	u	2	0,44	0,21	0,09	2	0,44	0,21	0,09			0,21		4	0,18
7,02	Varilla de Armar preformada Doble para Conductor de 35 mm²	u	2	0,58	0,21	0,12			0,21				0,21		2	0,12
7,03	Grapa de Doble Via de Aluminio para Conductor de 35 mm²	u	10	2,5	0,21	0,53	3	0,75	0,21	0,16	6	1,5	0,21	0,32	19	1,01
7,05	Alambre de Amarre de Aluminio Recocido de 16 mm²	m	37,5	0,56	0,21	0,12	12,5	0,19	0,21	0,04	15	0,23	0,21	0,05	65	0,21
7,06	Amortiguador de Vibración Tipo Stockbridge para Conductor de 35 mm²	u	4	11,2	0,21	2,35			0,21				0,21		4	2,35
7,11	Grapa de Anclaje para Conductor de 35 mm²	u	14	25,9	0,21	5,44	2	3,7	0,21	0,78	8	14,8	0,21	3,11	24	9,33
<b>8 CONDUCTOR PARA PUESTA A TIERRA</b>																
8,01	Cable de Acero con Recubrimiento Metalúrgico de Cu de 4 AWG (21,15 mm²), para Puesta a Tierra	m	177,41	35,48	0,14	4,97	60,23	12,05	0,14	1,69	73,24	14,65	0,14	2,05	310,88	8,71
																8,71

**Figura 275.** Metrado de transporte de materiales para Líneas primarias  
Fuente: Elaboración Propia

TRANSPORTE DE MATERIALES - LINEAS PRIMARIAS		L.P. 13,2 kV, 1Ø - MRT - Barrio Jorongo Y Acabado Se01, 1x35mm² AAAC				L.P. 13,2 kV, 1Ø - MRT - Suyturumi Baja Y Villanueva, 1x35mm² AAAC				L.P. 13,2 kV, 1Ø - MRT - Barrio Jorongo Se02, 1x35mm² AAAC						
ITEM	DESCRIPCION DE PARTIDAS	UND	LP_73				LP_82				LP_83				METRADO PARCIAL	COSTO PARCIAL S/.
			Cant.	Peso Total (kg)	Flete (S/./kg)	Sub-total S/.	Cant.	Peso Total (kg)	Flete (S/./kg)	Sub-total S/.	Cant.	Peso Total (kg)	Flete (S/./kg)	Sub-total S/.		
<b>9</b>	<b><u>MATERIAL DE FERRETERIA PARA POSTES Y CRUCETAS</u></b>															
9,01	Perno Cabeza Coche de A°G° de 13 mm Ø x 152 mm longitud, 76 mm maquinado, con Arandela, Tuerca y Contratuerca	u	2	0,5	0,14	0,07	2	0,5	0,14	0,07	2	0,5	0,14	0,07	6	0,21
9,06	Perno de A°G° de 16 mm Ø x 305 mm, provisto de Tuerca y Contratuerca	u	22	12,32	0,14	1,72	8	4,48	0,14	0,63	10	5,6	0,14	0,78	40	3,13
9,07	Perno de A°G° de 16 mm Ø x 356 mm, provisto de Tuerca y Contratuerca	u	2	1,24	0,14	0,17	2	1,24	0,14	0,17	2	1,24	0,14	0,17	6	0,51
9,08	Perno de A°G° de 16 mm Ø x 406 mm, provisto de Tuerca y Contratuerca	u	4	2,8	0,14	0,39			0,14				0,14		4	0,39
9,12	Perno Ojo de A°G° de 16 mm Ø x 305 mm, provisto de Tuerca y Contratuerca	u	10	6,2	0,14	0,87	2	1,24	0,14	0,17	5	3,1	0,14	0,43	17	1,47
9,13	Tuerca-Ojo para Perno de 16 mm Ø	u	4	1,44	0,14	0,2			0,14		3	1,08	0,14	0,15	7	0,35
9,14	Tirafondo de A°G° de 13 mm Ø x 102 mm de longitud	u	2	0,18	0,14	0,03	2	0,18	0,14	0,03	2	0,18	0,14	0,03	6	0,09
9,16	Soprote Separador de Cabeza de Poste de A°G° de 110 mm Separación, Platina 76 x 6,4 mm sección	u	4	7,6	0,14	1,06			0,14				0,14		4	1,06
9,18	Tubo Espaciador de A°G° de 19 mm Ø x 38 mm longitud	u	4	0,12	0,14	0,02			0,14				0,14		4	0,02
9,19	Brazo-Soprote (Riostra) de Perfil Angular de A°G° de 38 x 38 x 5 mm y 710 mm longitud	u	2	3,34	0,14	0,47	2	3,34	0,14	0,47	2	3,34	0,14	0,47	6	1,41
9,24	Arandela Cuadrada Plana de A° G°, 57 x 57 x 5 mm, Agujero de 18 mm Ø	u	6	0,6	0,14	0,08	2	0,2	0,14	0,03	2	0,2	0,14	0,03	10	0,14
9,25	Arandela Cuadrada curva de A° G°, 57 x 57 x 5 mm, Agujero de 18 mm Ø	u	46	5,52	0,14	0,77	14	1,68	0,14	0,24	22	2,64	0,14	0,37	82	1,38
9,26	Placa de Señal de Peligro y accesorios de fijación	u	13	1,95	0,14	0,27	4	0,6	0,14	0,08	5	0,75	0,14	0,11	22	0,46
9,27	Placa de Identificación y/o codificación de Estructura y accesorios de fijación	u	13	1,95	0,14	0,27	4	0,6	0,14	0,08	5	0,75	0,14	0,11	22	0,46
9,28	Placa de Secuencia de Fases y accesorios de fijación	u	13	1,95	0,14	0,27	4	0,6	0,14	0,08	5	0,75	0,14	0,11	22	0,46
																11,54
<b>10</b>	<b><u>RETENIDAS Y ANCLAJES</u></b>															
10,01	Cable de Acero Grado Siemens Martin, de 10 mm Ø, 7 hilos	m	128	52,48	0,21	11,02	32	13,12	0,21	2,76	32	13,12	0,21	2,76	192	16,54
10,02	Varilla de Anclaje de A°G° de 16 mm Ø x 2,40 m, provisto de Ojal Guardacabo en un extremo; Tuerca y Contratuerca en el otro	u	8	32,42	0,21	6,81	2	8,11	0,21	1,7	2	8,11	0,21	1,7	12	10,21
10,03	Mordaza preformada de A° G° para Cable de 10 mm Ø	u	16	7,2	0,21	1,51	4	1,8	0,21	0,38	4	1,8	0,21	0,38	24	2,27
10,04	Alambre de Acero N° 12; para Entorchado	m	16	0,24	0,21	0,05	4	0,06	0,21	0,01	4	0,06	0,21	0,01	24	0,07
10,05	Arandela de Anclaje, de A° G°, 102 x 102 x 6,35 mm, Agujero de 18 mm Ø	u	8	1,2	0,21	0,25	2	0,3	0,21	0,06	2	0,3	0,21	0,06	12	0,37
10,07	Bloque de Concreto de 0,40 x 0,40 x 0,15 m	u	8	368	0,21	77,28	2	92	0,21	19,32	2	92	0,21	19,32	12	115,92
10,08	Abrazadera de 4 sectores para Retenida, de 75 mm de altura, 6,35 mm de espesor y 70 kN de resistencia. Diámetro según dimensiones del poste, incluye 4 pernos de 12,7 mm x 63,5 mm y 4 arandelas.	u	8	14,4	0,21	3,02	2	3,6	0,21	0,76	2	3,6	0,21	0,76	12	4,54
10,09	Aislador Polimerico con Conexión Horquilla (Estructura) y Lengüeta (Linea) de 36 kV, según Especificación Técnica, para Retenida Aislada.	u	8	10,8	0,21	2,27	2	2,7	0,21	0,57	2	2,7	0,21	0,57	12	3,41
10,1	Enlace metálico, de 254 mm x 75 mm x 38 mm, de 70 kN de resistencia	u	8	3,2	0,21	0,67	2	0,8	0,21	0,17	2	0,8	0,21	0,17	12	1,01
10,11	Grillete de Acero de 70 kN	u	8	6,8	0,14	0,95	2	1,7	0,14	0,24	2	1,7	0,14	0,24	12	1,43
																155,77

Figura 276. Metrado de transporte de materiales para Líneas primarias (continuación 1)

Fuente: Elaboración Propia

TRANSPORTE DE MATERIALES - LINEAS PRIMARIAS		LP. 13,2 kV, 1Ø - MRT - Barrio Jorongo Y Acabado Se01, 1x35mm² AAAC				LP. 13,2 kV, 1Ø - MRT - Suyturumi Baja Y Villanueva, 1x35mm² AAAC				LP. 13,2 kV, 1Ø - MRT - Barrio Jorongo Se02, 1x35mm² AAAC						
ITEM	DESCRIPCION DE PARTIDAS	UND	LP_73				LP_82				LP_83				METRADO PARCIAL	COSTO PARCIAL S/.
			Cant.	Peso Total (kg)	Flete (S./kg)	Sub-total S/.	Cant.	Peso Total (kg)	Flete (S./kg)	Sub-total S/.	Cant.	Peso Total (kg)	Flete (S./kg)	Sub-total S/.		
11	<b>MATERIAL PARA PUESTA A TIERRA</b>		1				1									
11,01	Electrodo de Acero Recubierto de Cobre de 16 mm Ø x 2,40 m	u	2	7,5	0,28	2,1	3	11,25	0,28	3,15	3	11,25	0,28	3,15	8,4	
11,02	Conector de Bronce para Electrodo de 16 mm ø y Cable de Acero con Recubrimiento Metalúrgico de Cobre de 4 AWG (21,15 mm2)	u	2	0,1	0,21	0,02	3	0,15	0,21	0,03	3	0,15	0,21	0,03	0,08	
11,03	Caja Registro de Concreto para Puesta a Tierra 0,50 x 0,50 x 0,45 m	u	2	90	0,21	18,9	3	135	0,21	28,35	3	135	0,21	28,35	75,6	
11,04	Plancha Doblada de Cobre para toma a Tierra de Espigas y/o Pernos	u	25	3,25	0,21	0,68	7	0,91	0,21	0,19	11	1,43	0,21	0,3	1,17	
11,05	Conector de Cobre tipo Pemo Partido para Cable de Acero con Recubrimiento Metalúrgico de Cobre de 4 AWG (21,15 mm2)	u	10	0,4	0,21	0,08	5	0,2	0,21	0,04	5	0,2	0,21	0,04	0,16	
11,06	Conector Doble Via Bimetálico para Cable de Acero de 10 mm Ø y para Cable de Acero con Recubrimiento Metalúrgico de Cobre de 4 AWG (21,15 mm2)	u	8	0,4	0,21	0,08	2	0,1	0,21	0,02	2	0,1	0,21	0,02	0,12	
11,07	Grapa en "U" para fijar conductor de PAT a Poste de Madera	u	913	10,04	0,21	2,11	283	3,11	0,21	0,65	353	3,88	0,21	0,82	1 549,00	
11,08	Placa de Señalización de Poste (Puesta a Tierra) y accesorios de fijación	u	13	0,65	0,21	0,14	4	0,2	0,21	0,04	5	0,25	0,21	0,05	0,23	
11,09	Listón de madera tratada 50 x 19 mm sección, 2,7 m longitud (incluye clavos de fijación)	u	13	26	0,28	7,28	4	8	0,28	2,24	5	10	0,28	2,8	12,32	
12	<b>EQUIPO DE PROTECCIÓN Y MANIOBRA</b>														101,66	
12,01	Seccionador Fusible Unipolar Tipo Expulsion (Cut-Out) de 27/38 kV, 100A, 170 kV-BIL.	u	1	16,6	0,21	3,49	1	16,6	0,21	3,49			0,21	2	6,98	
12,02	Seccionador Fusible Unipolar Tipo Expulsion (Cut-Out) de 27/38 kV, 100A, 150 kV-BIL.	u			0,21				0,21		1	16,5	0,21	3,47	3,47	
12,05	Fusible Tipo Expulsion de 3 A, Tipo K	u	1	0,05	0,21	0,01	1	0,05	0,21	0,01	1	0,05	0,21	0,01	0,03	
12,07	Pararrayos de Oxido Metalico, 21 kV, 10 KA Clase 1, 170 kV-BIL.	u	1	5,5	0,21	1,16	1	5,5	0,21	1,16			0,21	2	2,32	
12,08	Pararrayos de Oxido Metalico, 21 kV, 10 KA Clase 1, 150 kV-BIL.	u			0,21				0,21		1	5,3	0,21	1,11	1,11	
															13,91	
	<b>TOTAL TRANSPORTE DE MATERIALES</b>														<b>4.949,65</b>	

Figura 277. Metrado de transporte de materiales para Líneas primarias (continuación 2)

Fuente: Elaboración Propia

<b>SECCION I: LINEAS PRIMARIAS</b>		
<b>Utilización de software para diseño de redes en MT y BT para electrificar cinco localidades en el distrito de Acoria - Huancavelica 2021.</b>		
<b>DEPARTAMENTO(S): HUANCAVELICA</b>		
<b>PROVINCIA(S) : HUANCAVELICA</b>		
<b>DISTRITIO(S) : ACORIA</b>		
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>TOTAL S/.</b>
A	SUMINISTRO DE MATERIALES	47.193,14
B	MONTAJE ELECTROMECHANICO	308.803,32
C	TRANSPORTE DE MATERIALES	4.949,65
D	<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>	<b>360.946,11</b>
E	GASTOS GENERALES (12% D)	43.313,54
F	UTILIDADES (8% D)	28.875,69
	<b>COSTO TOTAL S/. (No incluye I.G.V.)</b>	<b>433.135,34</b>

*Figura 278.* Resumen de metrado y costo total de líneas primarias  
Fuente: Elaboración Propia

## **ANEXO 6: Metrado y presupuesto de Redes primarias.**

SUMINISTRO DE MATERIALES - REDES PRIMARIAS		RP_01	Accobado		RP_04	Tankarpata				
		RP_02	Barrio Jorongo		RP_05	Villa Nueva				
		RP_03	Suyturrumi Baja							
ITEM	DESCRIPCION DE PARTIDAS	UND						METRADO PARCIAL	PRECIO UNITARIO S/.	COSTO PARCIAL S/.
			RP_01	RP_02	RP_03	RP_04	RP_05			
	<u>SUMINISTRO DE MATERIALES</u>									
<b>1</b>	<u>CRUCETAS DE MADERA</u>									
1,01	Cruceta de madera tratada de 90 mm x 115 mm x 1,20 m	u		2		2	1	5	69,96	349,8
										349,8
<b>3</b>	<u>POSTES DE MADERA</u>									
3,01	Poste de madera importada (Pino Amarillo del Sur) de 12 m, Clase 5	u		2		1	1	4	1.220,54	4.882,16
										4.882,16
<b>4</b>	<u>AISLADORES Y ACCESORIOS</u>									
4,01	Aislador de Porcelana Tipo Pin, Clase ANSI 56-3	u		2				2	44,93	89,86
4,02	Aislador de Porcelana Tipo Pin, Clase ANSI 56-4	u				2	1	3	75,51	226,53
4,04	Espiga de A°C° de 609 mm longitud, para Cabeza de Poste y Aislador ANSI 56-3	u		2				2	31,03	62,06
4,05	Espiga de A°C° de 609 mm longitud, para Cabeza de Poste y Aislador ANSI 56-4	u				1	1	2	31,77	63,54
4,07	Espiga de A°C° para Cruceta y Aislador 56-4, de 432 mm longitud y Accesorios	u				1		1	49,05	49,05
										491,04
<b>6</b>	<u>CONDUCTOR DE ALEACIÓN DE ALUMINIO</u>									
6,01	Conductor de Aleación de Aluminio de 35 mm²	km		0,07		0,04	0,04	0,15	1.336,24	200,44
										200,44
<b>7</b>	<u>ACCESORIOS PARA CONDUCTOR DE ALEACION ALUMINIO</u>									
7,01	Varilla de Armar preformada Simple para Conductor de 35 mm²	u		2		1	1	4	7,47	29,88
7,03	Grapa de Doble Via de Aluminio para Conductor de 35 mm²	u		4		3	2	9	6,58	59,22
7,04	Alambre de Amarre Aluminio Recocido de 16 mm²	m		5		5	2,5	12,5	1,14	14,25
										103,35
<b>8</b>	<u>CONDUCTORES PARA PUESTA A TIERRA</u>									
8,01	Cable de Acero con Recubrimiento Metalúrgico de Cu de 4 AWG (21,15 mm²), para Puesta a Tierra	m		37		22,1	21	80,1	9,23	739,32
										739,32

**Figura 279.** Metrado de suministro de materiales para redes primarias  
Fuente: Elaboración Propia



SUMINISTRO DE MATERIALES - REDES PRIMARIAS		RP_01	Accobado	RP_04	Tankarpata					
		RP_02	Barrio Jorongo	RP_05	Villa Nueva					
		RP_03	Suyturrumi Baja							
ITEM	DESCRIPCION DE PARTIDAS	UND						METRADO PARCIAL	PRECIO UNITARIO S/.	COSTO PARCIAL S/.
			RP_01	RP_02	RP_03	RP_04	RP_05			
<b>9</b>	<b><u>MATERIAL DE FERRETERIA PARA POSTES Y CRUCETAS</u></b>									
9,01	Perno Cabeza Coche de A°G° de 13 mm Ø x 152 mm longitud, 76 mm maquinado, con Arandela, Tuerca y Contratuercas	u	-	2	-	2	1	5	3,97	19,85
9,04	Perno de A°G° de 16 mm Ø x 305 mm, provisto de Tuerca y Contratuercas	u	-	4	-	2	2	8	7,53	60,24
9,05	Perno de A°G° de 16 mm Ø x 356 mm, provisto de Tuerca y Contratuercas	u	-	6	-	4	3	13	7,95	103,35
9,11	Tirafondo de A°G° de 13 mm Ø x 102 mm de longitud	u	-	2	-	2	1	5	2,59	12,95
9,13	Brazo-Soprote (Riostra) de Perfil Angular de A°G° de 38 x 38 x 5 mm y 710 mm longitud	u	-	2	-	2	1	5	20,19	100,95
9,21	Arandela Cuadrada Plana de A° G°, 57 x 57 x 5 mm, Agujero de 18 mm Ø	u	-	2	-	2	1	5	1,41	7,05
9,22	Arandela Cuadrada Curva de A° G°, 57 x 57 x 5 mm, Agujero de 18 mm Ø	u	-	10	-	6	5	21	1,41	29,61
9,23	Placa de Señal de Peligro y accesorios de fijación	u	-	2	-	1	1	4	16,56	66,24
9,24	Placa de Identificación y/o codificación de Estructura y accesorios de fijación	m	-	2	-	1	1	4	15,03	60,12
9,25	Placa de Secuencia de Fases y accesorios de fijación	u	-	2	-	1	1	4	14,71	58,84
<b>11</b>	<b><u>MATERIAL PARA PUESTA A TIERRA</u></b>									519,2
11,01	Electrodo de Acero Recubierto de Cobre de 16 mm Ø x 2,40 m	u	-	4	-	3	3	10	41,69	416,9
11,02	Conector de Bronce para Electrodo de 16 mm Ø y Cable de Acero con Recubrimiento Metalúrgico de Cobre de 4 AWG (21,15 mm2)	u	-	4	-	3	3	10	6,76	67,6
11,03	Caja Registro de Concreto para Puesta a Tierra 0,50 x 0,50 x 0,45 m	u	-	4	-	3	3	10	43,72	437,2
11,04	Plancha Doblada de Cobre para toma a Tierra de Espigas y/o Pernos	u	-	2	-	2	1	5	8,68	43,4
11,05	Conector de Cobre tipo Perno Partido para Cable de Acero con Recubrimiento Metalúrgico de Cobre de 4 AWG (21,15 mm2)	u	-	10	-	6	5	21	5,5	115,5
11,07	Grapa en "U" para fijar conductor de PAT a Poste de Madera	u	-	146	-	76	73	295	0,24	70,8
11,08	Placa de Señalización de Poste (Puesta a Tierra)	u	-	2	-	1	1	4	15,03	60,12
11,09	Listón de madera tratada 50 x 19 mm sección, 2,7 m longitud (incluye clavos de fijación)	u	-	2	-	1	1	4	20,11	80,44
11,1	Cemento Conductivo bolsa de 25 Kg	u	-	-	-	3	3	6	129,9	779,4
										2.071,36

Figura 280. Metrado de suministro de materiales para redes primarias (continuación 1)

Fuente: Elaboración Propia

SUMINISTRO DE MATERIALES - REDES PRIMARIAS		RP_01	Accobado	RP_04	Tankarpata					
		RP_02	Barrio Jorongo	RP_05	Villa Nueva					
		RP_03	Suyturrumi Baja							
ITEM	DESCRIPCION DE PARTIDAS	UND						METRADO PARCIAL	PRECIO UNITARIO S/.	COSTO PARCIAL S/.
			RP_01	RP_02	RP_03	RP_04	RP_05			
<b>12</b>	<b><u>EQUIPO DE PROTECCION Y MANIOBRA</u></b>									
12,01	Seccionador Fusible Unipolar Tipo Expulsion (Cut-Out) de 27/38 kV, 100A, 170 kV-BIL.	u	-	-	-	1	1	2	347,04	694,08
12,02	Seccionador Fusible Unipolar Tipo Expulsion (Cut-Out) de 27/38 kV, 100A, 150 kV-BIL.	u	-	2	-	-	-	2	297,04	594,08
12,05	Fusible Tipo Expulsion de 2 A, Tipo K	u	-	2	-	1	1	4	7,03	28,12
12,07	Pararrayos de Oxido Metalico, 21 kV, 10 KA Clase 1, 170 kV-BIL.	u	-	-	-	1	1	2	247,38	494,76
12,08	Pararrayos de Oxido Metalico, 21 kV, 10 KA Clase 1, 150 kV-BIL.	u	-	2	-	-	-	2	217,38	434,76
<b>13</b>	<b><u>TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN (altura de instalacion &gt;3500 m.s.n.m.)</u></b>									2.245,80
13,01	Transformador Monofásico Fase - Neutro de 5 kVA; 13,2 / 0,46-0,23 kV	u	-	-	-	1	1	2	3.905,75	7.811,50
<b>14</b>	<b><u>TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN (altura de instalacion &lt;=3500 m.s.n.m.)</u></b>									7.811,50
14,03	Transformador Monofásico Fase - Neutro de 5 kVA; 13,2 / 0,46-0,23 kV	u	-	2	-	-	-	2	3.105,75	6.211,50
<b>15</b>	<b><u>TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN</u></b>									6.211,50
15,01	Tableros de Distribución Completa para S.E. Monofásica de 5 kVA; 440-220V	u	-	2	-	1	1	4	1.456,90	5.827,60
<b>16</b>	<b><u>CABLES DE ENERGÍA DE BAJA TENSIÓN</u></b>									5.827,60
16,01	Cable NYY, 1 kV, 1 x 16 mm²	m	-	10	-	5	5	20	5,7	114
16,02	Cable NYY, 1 kV, 1 x 25 mm²	m	-	20	-	10	10	40	8,75	350
										464
<b>TOTAL, SUMINISTRO DE MATERIALES</b>										<b>31.917,07</b>

Figura 281. Metrado de suministro de materiales para redes primarias (continuación 2)

Fuente: Elaboración Propia

MONTAJE ELECTROMECHANICO - REDES PRIMARIAS		RP_01	Accobado	RP_04	Tankarpata					
		RP_02	Barrio Jorongo	RP_05	Villa Nueva					
		RP_03	Suyturrumi Baja							
ITEM	DESCRIPCION DE PARTIDAS	UND						METRADO PARCIAL	PRECIO UNITARIO S/.	COSTO PARCIAL S/.
			RP_01	RP_02	RP_03	RP_04	RP_05			
<b>MONTAJE ELECTROMECHANICO</b>										
<b>1 OBRAS PRELIMNARES</b>										
1,01	Revisión de Replanteo Topográfico, Ubicación de Estructuras de Redes Primarias. Incluye Elaboración de Planos de Concesión Rural	Loc.	-	1	-	1	1	3	375,94	1.127,82
<b>2 TRANSPORTE DE MATERIALES DESDE ALMACEN EN OBRA A PUNTO DE IZAJE VIA TERRESTRE EN TERRENOS SIN ACCESO CARROZABLE</b>										
2,31	Transporte de accesorios de ferretería (para postes, conductores, retenidas y pat) de almacen a punto de instalación en Terreno Llano sin Acceso Carrozable (500-1000m)	glob	-	-	-	-	-	1	6.785,53	6.785,53
2,32	Transporte de accesorios de ferretería (para postes, conductores, retenidas y pat) de almacen a punto de instalación en Terreno Llano sin Acceso Carrozable (>1000m)	glob	-	-	-	-	-	1	8.368,83	8.368,83
2,33	Transporte de accesorios de ferretería (para postes, conductores, retenidas y pat) de almacen a punto de instalación en Terreno Accidentado sin Acceso Carrozable (500-1000m)	glob	-	-	-	-	-	1	10.404,48	10.404,48
2,34	Transporte de accesorios de ferretería (para postes, conductores, retenidas y pat) de almacen a punto de instalación en Terreno Accidentado sin Acceso Carrozable (>1000m)	glob	-	-	-	-	-	1	15.606,72	15.606,72
										41.165,56
<b>3 INSTALACION DE POSTES</b>										
3,01	Excavación en Terreno Tipo I (Arcilloso y Conglomerado)	m3	-	1,7	-	0,85	0,85	3,4	67,96	231,06
3,05	Transporte de Poste de madera importada (Pino Amarillo del Sur) de 12 m, Clase 5 en Terreno con Acceso Carrozable	u	-	2	-	1	1	4	201,61	806,44
3,11	Izaje, Identificación y/o codificación, y Señalización de Poste de Madera tratada de Pino importado, 12m-Clase 5 (*)	u	-	2	-	1	1	4	108,81	435,24
3,12	Relleno y Compactación para Cimentación de Poste de 12m, en Terreno Tipo I (arcilloso y conglomerado)	m3	-	1,58	-	0,79	0,79	3,16	113,53	358,75
										1.831,49
<b>5 MONTAJE DE ARMADOS</b>										
5,01	Armado PS1-0 (0°-5°) Soporte de Suspensión, Monofasico Retorno por Tierra	Jgo	-	2	-	1	1	4	66,45	265,8
5,12	Armado DS-0 Soporte Derivacion no Tensada, monofasico sin Neutro	Jgo	-	-	-	1	-	1	36,84	36,84
5,24	Armado SMM-2P S.E. 1Ø, Monoposte en Alineamiento, con Pararrayos	Jgo	-	2	-	1	1	4	328,03	1.312,12
										1.614,76

Figura 282. Metrado de montaje electromecánico para redes primarias  
Fuente: Elaboración Propia

MONTAJE ELECTROMECHANICO - REDES PRIMARIAS		RP_01	Accobado	RP_04	Tankarpata					
		RP_02	Barrio Jorongo	RP_05	Villa Nueva					
		RP_03	Suyturrumi Baja							
ITEM	DESCRIPCION DE PARTIDAS	UND						METRADO PARCIAL	PRECIO UNITARIO S/.	COSTO PARCIAL S/.
			RP_01	RP_02	RP_03	RP_04	RP_05			
<b>6</b>	<b><u>MONTAJE DE CONDUCTORES</u></b>									
6,01	Tendido y Puesta en Flecha de Conductor de Aleación de aluminio de 35 mm², Por Fase, Incluye Instalación de Amortiguadores.	km	-	0,07	-	0,04	0,04	0,15	1.588,52	238,28
<b>7</b>	<b><u>INSTALACION DE PUESTA A TIERRA</u></b>								238,28	
7,01	Excavación en Terreno Tipo I (Arcilloso y Conglomerado) para Puesta a Tierra	m3	-	6,44	-	4,83	4,83	16,1	67,96	1.094,16
7,06	Instalacion de Puesta a Tierra Tipo PAT-2 con dos electrodos verticales. Instalacion en poste de Madera	u	-	2	-			2	108,61	217,22
7,07	Instalacion de Puesta a Tierra Tipo PAT-3 con tres electrodos verticales. Instalacion en poste de Madera	u	-		-	1	1	2	122,53	245,06
7,08	Relleno y Compactación de Puesta a Tierra con material adecuado	m3	-	5,64	-	4,23	4,23	14,1	86,42	1.218,52
<b>8</b>	<b><u>PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO</u></b>								2.774,96	
8,01	Pruebas y Puesta en Servicio de Redes Primarias	Loc.	-	1	-	1	1	3	569,8	1.709,40
8,02	Expediente Técnico Final Conforme a Obra y de Concesión Rural de Redes Primarias (1 Original + 3 Copias), incluye la presentación digitalizada de textos y planos en CD.	Loc.	-	1	-	1	1	3	124,5	373,5
									2.082,90	
<b>TOTAL, MONTAJE ELECTROMECHANICO</b>									<b>50.835,77</b>	

**Figura 283.** Metrado de montaje electromecánico para redes primarias (continuación)

Fuente: Elaboración Propia

TRANSPORTE DE MATERIALES - REDES PRIMARIAS		ACCOBADO				BARRIO JORONGO				SUYTURUMI BAJA				TANKAR PATA				VILLA NUEVA				METRADO PARCIAL	COSTO PARCIAL S/.		
ITEM	DESCRIPCION DE PARTIDAS	UND	RP_01				RP_02				RP_03				RP_04				RP_05				METRADO PARCIAL	COSTO PARCIAL S/.	
			Cant.	Peso Total (kg)	Flete (S./kg)	Sub-total S/.	Cant.	Peso Total (kg)	Flete (S./kg)	Sub-total S/.	Cant.	Peso Total (kg)	Flete (S./kg)	Sub-total S/.	Cant.	Peso Total (kg)	Flete (S./kg)	Sub-total S/.	Cant.	Peso Total (kg)	Flete (S./kg)	Sub-total S/.			
	<u>SUMINISTRO DE MATERIALES</u>																								
1	<u>CRUCETAS DE MADERA</u>																								
1.01	Cruceta de madera tratada de 90 mm x 115 mm x 1.20 m	u			0,42	2	22,04	0,42	9,26			0,42	2	22,04	0,42	9,26	1	11,02	0,42	4,63	5			23,15	
2	<u>CRUCETAS DE ACERO GALVANIZADO</u>																								23,15
3	<u>POSTES DE MADERA</u>																								
3.01	Poste de madera importada (Pino Amarillo del Sur) de 12 m, Clase 5	u			1,05	2	850	1,05	892,5			1,05	1	425	1,05	446,25	1	425	1,05	446,25	4			1.785,00	
4	<u>AISLADORES Y ACCESORIOS</u>																								1.785,00
4.01	Aislador de Porcelana Tipo Pin, Clase ANSI 56-3	u			0,28	2	13,04	0,28	3,65			0,28			0,28					0,28			2		3,65
4.02	Aislador de Porcelana Tipo Pin, Clase ANSI 56-4	u			0,28			0,28				0,28	2	21,8	0,28	6,1	1	10,9	0,28	3,05	3			9,15	
4.04	Espiga de A°G° de 609 mm longitud, para Cabeza de Poste y Aislador ANSI 56-3	u			0,28	2	3,9	0,28	1,09			0,28			0,28					0,28			2		1,09
4.05	Espiga de A°G° de 609 mm longitud, para Cabeza de Poste y Aislador ANSI 56-4	u			0,28			0,28				0,28	1	1,95	0,28	0,55	1	1,95	0,28	0,55	2			1,1	
4.07	Espiga de A°G° para Cruceta y Aislador 56-4, de 432 mm longitud y Accesorios	u			0,28			0,28				0,28	1	2,14	0,28	0,6				0,28			1		0,6
5	<u>AISLADORES DE SUSPENSIÓN Y ACCESORIOS</u>																								15,59
6	<u>CONDUCTOR DE ALEACIÓN DE ALUMINIO</u>																								5,43
6.01	Conductor de Aleación de Aluminio de 35 mm²	km			0,35	0,07	7,24	0,35	2,53			0,35	0,04	4,14	0,35	1,45	0,04	4,14	0,35	1,45	0,15			5,43	
7	<u>ACCESORIOS PARA CONDUCTOR DE ALEACIÓN ALUMINIO</u>																								0,92
7.01	Varilla de Armar preformada Simple para Conductor de 35 mm²	u			0,28	2	0,44	0,28	0,12			0,28	1	0,22	0,28	0,06	1	0,22	0,28	0,06	4			0,24	
7.03	Grapa de Doble Vía de Aluminio para Conductor de 35 mm²	u			0,28	4	1	0,28	0,28			0,28	3	0,75	0,28	0,21	2	0,5	0,28	0,14	9			0,63	
7.04	Alambre de Amarre Aluminio Recocido de 16 mm²	m			0,28	5	0,08	0,28	0,02			0,28	5	0,08	0,28	0,02	2,5	0,04	0,28	0,04	12,5			0,05	
8	<u>CONDUCTORES PARA PUESTA A TIERRA</u>																								3,36
8.01	Cable de Acero con Recubrimiento Metalúrgico de Cu de 4 AWG (21,15 mm²), para Puesta a Tierra	m			0,21	37	7,4	0,21	1,55			0,21	22,1	4,42	0,21	0,93	21	4,2	0,21	0,88	80,1			3,36	
9	<u>MATERIAL DE FERRETERIA PARA POSTES Y CRUCETAS</u>																								0,27
9.01	Perno Cabeza Coche de A°G° de 13 mm Ø x 152 mm longitud, 76 mm maquinado, con Arandela, Tuerca y Contratuerca	u			0,21	2	0,5	0,21	0,11			0,21	2	0,5	0,21	0,11	1	0,25	0,21	0,05	5			0,27	
9.04	Perno de A°G° de 16 mm Ø x 305 mm, provisto de Tuerca y Contratuerca	u			0,21	4	2,24	0,21	0,47			0,21	2	1,12	0,21	0,24	2	1,12	0,21	0,24	8			0,95	
9.05	Perno de A°G° de 16 mm Ø x 356 mm, provisto de Tuerca y Contratuerca	u			0,21	6	3,72	0,21	0,78			0,21	4	2,48	0,21	0,52	3	1,86	0,21	0,39	13			1,69	
9.11	Tirafondo de A°G° de 13 mm Ø x 102 mm de longitud	u			0,21	2	0,18	0,21	0,04			0,21	2	0,18	0,21	0,04	1	0,09	0,21	0,02	5			0,1	
9.13	Brazo-Soporte (Riostra) de Perfil Angular de A°G° de 38 x 38 x 5 mm y 710 mm longitud	u			0,21	2	3,34	0,21	0,7			0,21	2	3,34	0,21	0,7	1	1,67	0,21	0,35	5			1,75	
9.21	Arandela Cuadrada Plana de A°G°, 57 x 57 x 5 mm, Agujero de 18 mm Ø	u			0,21	2	0,2	0,21	0,04			0,21	2	0,2	0,21	0,04	1	0,1	0,21	0,02	5			0,1	
9.22	Arandela Cuadrada Curva de A°G°, 57 x 57 x 5 mm, Agujero de 18 mm Ø	u			0,21	10	1,2	0,21	0,25			0,21	6	0,72	0,21	0,15	5	0,6	0,21	0,13	21			0,53	
9.23	Placa de Señal de Peligro y accesorios de fijación	u			0,21	2	0,3	0,21	0,06			0,21	1	0,15	0,21	0,03	1	0,15	0,21	0,03	4			0,12	
9.24	Placa de Identificación y/o codificación de Estructura y accesorios de fijación	u			0,21	2	0,3	0,21	0,06			0,21	1	0,15	0,21	0,03	1	0,15	0,21	0,03	4			0,12	
9.25	Placa de Secuencia de Fases y accesorios de fijación	u			0,21	2	0,3	0,21	0,06			0,21	1	0,15	0,21	0,03	1	0,15	0,21	0,03	4			0,12	
																									5,75

Figura 284. Metrado de transporte de materiales para las redes primarias  
Fuente: Elaboración Propia

TRANSPORTE DE MATERIALES - REDES PRIMARIAS		ACCOBADO				BARRIO JORONGO				SUYTURUMI BAJA				TANKAR PATA				VILLA NUEVA				METRADO PARCIAL	COSTO PARCIAL S/.
ITEM	DESCRIPCION DE PARTIDAS	UND	RP_01				RP_02				RP_03				RP_04				RP_05				
			Cant.	Peso Total (kg)	Flete (S./kg)	Sub-total S/.	Cant.	Peso Total (kg)	Flete (S./kg)	Sub-total S/.	Cant.	Peso Total (kg)	Flete (S./kg)	Sub-total S/.	Cant.	Peso Total (kg)	Flete (S./kg)	Sub-total S/.	Cant.	Peso Total (kg)	Flete (S./kg)	Sub-total S/.	
10	<b>RETENIDAS Y ANCLAJES</b>																						
11	<b>MATERIAL PARA PUESTA A TIERRA</b>																						
11.01	Electrodo de Acero Recubierto de Cobre de 16 mm Ø x 2,40 m	u		0,21		4	15	0,21	3,15			0,21		3	11,25	0,21	2,36	3	11,25	0,21	2,36	10	7,87
11.02	Conector de Bronce para Electrodo de 16 mm Ø y Cable de Acero con Recubrimiento Metalúrgico de Cobre de 4 AWG (21,15 mm <sup>2</sup> )	u		0,21		4	0,2	0,21	0,04			0,21		3	0,15	0,21	0,03	3	0,15	0,21	0,03	10	0,1
11.03	Caja Registro de Concreto para Puesta a Tierra 0,50 x 0,50 x 0,45 m	u		0,21		4	180	0,21	37,8			0,21		3	135	0,21	28,35	3	135	0,21	28,35	10	94,5
11.04	Plancha Doblada de Cobre para toma a Tierra de Espigas y/o Pernos	u		0,21		2	0,26	0,21	0,05			0,21		2	0,26	0,21	0,05	1	0,13	0,21	0,03	5	0,13
11.05	Conector de Cobre tipo Perno Partido para Cable de Acero con Recubrimiento Metalúrgico de Cobre de 4 AWG (21,15 mm <sup>2</sup> )	u		0,21		10	0,4	0,21	0,08			0,21		6	0,24	0,21	0,05	5	0,2	0,21	0,04	21	0,17
11.07	Grapa en "U" para fijar conductor de PAT a Poste de Madera	u		0,21		146	1,61	0,21	0,34			0,21		76	0,84	0,21	0,18	73	0,8	0,21	0,17	295	0,69
11.08	Placa de Señalización de Poste (Puesta a Tierra)	u		0,21		2	0,1	0,21	0,02			0,21		1	0,05	0,21	0,01	1	0,05	0,21	0,01	4	0,04
11.09	Listón de madera tratada 50 x 19 mm sección, 2,7 m longitud (incluye clavos de fijación)	u		0,21		2	4	0,21	0,84			0,21		1	2	0,21	0,42	1	2	0,21	0,42	4	1,68
11.1	Cemento Conductivo bolsa de 25 Kg	u		0,21				0,21				0,21		3	75	0,21	15,75	3	75	0,21	15,75	6	31,5
																							136,68
12	<b>EQUIPO DE PROTECCION Y MANIOBRA</b>																						
12.01	Seccionador Fusible Unipolar Tipo Expulsion (Cut-Out) de 27/38 kV, 100A, 170 kV-BIL	u		0,14				0,14				0,14		1	16,6	0,14	2,32	1	16,6	0,14	2,32	2	4,64
12.02	Seccionador Fusible Unipolar Tipo Expulsion (Cut-Out) de 27/38 kV, 100A, 150 kV-BIL	u		0,14		2	33	0,14	4,62			0,14				0,14				0,14		2	4,62
12.05	Fusible Tipo Expulsion de 2 A, Tipo K	u		0,14		2	0,04	0,14	0,01			0,14		1	0,02	0,14		1	0,02	0,14		4	0,01
12.07	Pararrayos de Óxido Metálico, 21 kV, 10 KA Clase 1, 170 kV-BIL	u		0,14				0,14				0,14		1	5,5	0,14	0,77	1	5,5	0,14	0,77	2	1,54
12.08	Pararrayos de Óxido Metálico, 21 kV, 10 KA Clase 1, 150 kV-BIL	u		0,14		2	10,6	0,14	1,48			0,14				0,14				0,14		2	1,48
																							12,29
13	<b>TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN (altura de instalacion &gt;3500 ms.n.m.)</b>																						
13.01	Transformador Monofásico Fase - Neutro de 5 kVA; 13,2 / 0,46-0,23 kV	u		2,1				2,1				2,1		1	110	2,1	231	1	110	2,1	231	2	462
																							462
14	<b>TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN (altura de instalacion ≤3500 ms.n.m.)</b>																						
14.03	Transformador Monofásico Fase - Neutro de 5 kVA; 13,2 / 0,46-0,23 kV	u		2,1		2	220	2,1	462			2,1				2,1				2,1		2	462
																							462
15	<b>TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN</b>																						
15.01	Tableros de Distribución Completa para S.E. Monofásica de 5 kVA; 440-220V	u		0,28		2	100	0,28	28			0,28		1	50	0,28	14	1	50	0,28	14	4	56
																							56
16	<b>CABLES DE ENERGÍA DE BAJA TENSIÓN</b>																						
16.01	Cable NYY, 1 kV, 1 x 16 mm <sup>2</sup>	m		0,21		10	2,2	0,21	0,46			0,21		5	1,1	0,21	0,23	5	1,1	0,21	0,23	20	0,92
16.02	Cable NYY, 1 kV, 1 x 25 mm <sup>2</sup>	m		0,21		20	6,6	0,21	1,39			0,21		10	3,3	0,21	0,69	10	3,3	0,21	0,69	40	2,77
																							3,69
	<b>TOTAL, TRANSPORTE DE MATERIALES</b>																						<b>2.971,86</b>

Figura 285. Metrado de transporte de materiales para las redes primarias (continuación)  
Fuente: Elaboración Propia

<b>SECCION II: REDES PRIMARIAS</b>		
<b>Utilización de software para diseño de redes en MT y BT para electrificar cinco localidades en el distrito de Acoria - Huancavelica 2021.</b>		
DEPARTAMENTO(S): HUANCVELICA		
PROVINCIA(S) : HUANCVELICA		
DISTRITIO(S) : ACORIA		
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>TOTAL S/.</b>
A	SUMINISTRO DE MATERIALES	31.917,07
B	MONTAJE ELECTROMECHANICO	50.835,77
C	TRANSPORTE DE MATERIALES	2.971,86
D	<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>	<b>85.724,70</b>
E	GASTOS GENERALES (12% D)	10.286,96
F	UTILIDADES (8% D)	6.857,98
	<b>COSTO TOTAL S/. (No incluye I.G.V.)</b>	<b>102.869,64</b>

*Figura 286.* Resumen de metrado y costo total de redes primarias  
Fuente: Elaboración Propia

## **ANEXO 7: Metrado y presupuesto de Redes secundarias.**



SUMINISTRO DE MATERIALES - REDES SECUNDARIAS		RS_01 ACCOBADO RS_02 BARRIO JORONGO RS_03 SUYTURUMI BAJA					RS_04 TANKAR PATA RS_05 VILLA NUEVA		METRADO PARCIAL	PRECIO UNITARIO S/.	COSTO PARCIAL S/.
		RS_01	RS_02	RS_03	RS_04	RS_05					
ITEM	DESCRIPCION DE PARTIDAS	UND									
<b>SUMINISTRO DE MATERIALES</b>											
<b>1,00 POSTES DE MADERA</b>											
1,01	Poste de madera importada (Pino Amarillo del Sur) de 8 m, Clase 7	u	3,00	20,00	8,00	9,00	8,00	48,00	504,72	24.226,56	
1,02	Poste de madera importada (Pino Amarillo del Sur) de 11 m, Clase 6	u	2,00	12,00	1,00	2,00		17,00	896,81	15.245,77	
39.472,33											
<b>2,00 CABLES Y CONDUCTORES DE ALUMINIO</b>											
2,01	Conductor Autoportante de Aluminio 1x16+16/25 mm <sup>2</sup>	km	0,22	0,40	0,15	0,13	0,29	1,19	3.218,10	3.829,54	
2,02	Conductor Autoportante de Aluminio 1x16/25 mm <sup>2</sup>	km	0,12	1,49	0,37	0,36	0,12	2,46	2.314,22	5.692,98	
9.522,52											
<b>3,00 ACCESORIOS DE CABLES AUTOPORTANTES</b>											
3,01	Grapa de Suspensión Angular para Conductor de Aleación de Aluminio de 25 mm <sup>2</sup>	u	2,00	15,00	6,00	4,00	2,00	29,00	12,38	359,02	
3,02	Grapa de Anclaje Cónica para Conductor de Aleación de Aluminio de 25 mm <sup>2</sup>	u	5,00	44,00	4,00	16,00	14,00	83,00	17,07	1.416,81	
3,05	Conector para A1 25 mm <sup>2</sup> , para Neutro Desnudo, tipo Cuña	u	1,00	10,00	1,00	4,00	3,00	19,00	5,30	100,70	
3,06	Conector Aislado para A1 16-35 mm <sup>2</sup> , para Fase Aislada, tipo Perforación	u	1,00	11,00	1,00	4,00	4,00	21,00	7,15	150,15	
3,07	Correa Plástica de Amarre, color negro	u	32,00	244,00	56,00	82,00	58,00	472,00	0,32	151,04	
3,08	Cinta Autofundente para extremo de cable	m	3,00	15,00	4,50	7,50	3,00	33,00	4,18	137,94	
3,09	Cinta aislante	m	3,00	15,00	4,50	7,50	3,00	33,00	0,91	30,03	
2.345,69											
<b>4,00 CABLES, CONDUCTORES DE COBRE Y DE ACERO RECUBIERTO CON COBRE</b>											
4,03	Conductor de Cobre Recocido, tipo N2XY, Bipolar, 2 x 2,5 mm <sup>2</sup>	m	2,00	10,00	2,00	4,00	4,00	22,00	3,30	72,60	
4,04	Conductor de Cobre Concéntrico, 2 x 4 mm <sup>2</sup> , con aislamiento y cubierta de PVC	m	105,00	330,00	75,00	165,00	150,00	825,00	4,11	3.390,75	
4,05	Cable de Acero con Recubrimiento Metalúrgico de Cu de 4 AWG (21,15 mm <sup>2</sup> ), para Puesta a Tierra	m	34,00	111,00	48,00	38,00	24,00	255,00	9,23	2.353,65	
5.817,00											
<b>5,00 LUMINARIAS, LAMPARAS Y ACCESORIOS</b>											
5,01	Pastoral tubo A°G° 38 mm Ø interior, 500 mm avance horizontal, 720 mm altura y 20° inclinación, provisto de 2 abrazaderas simples y 4 tirafondos para poste de madera	u	1,00	5,00	1,00	2,00	2,00	11,00	41,06	451,66	
5,02	Luminaria completa con equipo para Lámpara led de 30W, 3000lm, IP 65	u	1,00	5,00	1,00	2,00	2,00	11,00	187,59	2.063,49	
5,03	Conector Bimetálico para A1 25 mm <sup>2</sup> / Cu 4-10 mm <sup>2</sup> , para Neutro Desnudo, tipo Cuña	u	1,00	5,00	1,00	2,00	2,00	11,00	4,16	45,76	
5,04	Conector Bimetálico Aislado, para A1 16-35 mm <sup>2</sup> / Cu 4-10 mm <sup>2</sup> , para Fase Aislada, tipo Perforación	u	1,00	5,00	1,00	2,00	2,00	11,00	6,38	70,18	
2.631,09											

**Figura 287.** Metrado de suministro de materiales para redes secundarias  
Fuente: Elaboración Propia

SUMINISTRO DE MATERIALES - REDES SECUNDARIAS		RS_01 ACCOBADO					RS_04 TANKAR PATA			
		RS_02 BARRIO JORONGO					RS_05 VILLA NUEVA			
		RS_03 SUYTURUMI BAJA								
ITEM	DESCRIPCION DE PARTIDAS	UND						METRADO PARCIAL	PRECIO UNITARIO S/.	COSTO PARCIAL S/.
			RS_01	RS_02	RS_03	RS_04	RS_05			
<b>6,00</b>	<b><u>RETENIDAS Y ANCLAJES</u></b>									
6,01	Cable de acero grado Siemens Martin, de 10 mm Ø, 7 hilos	m	10,00	139,00	53,00	89,00	40,00	331,00	4,32	1.429,92
6,02	Perno Angular con Ojal Guardacabo de A°G°, 16 mm Ø x 203 mm, provisto de Tuerca y Contratuerca	u	1,00	5,00	4,00	5,00	4,00	19,00	8,35	158,65
6,03	Perno Angular con Ojal Guardacabo de A°G°, 16 mm Ø x 254 mm, provisto de Tuerca y Contratuerca	u		7,00	1,00	3,00		11,00	8,91	98,01
6,04	Varilla de Anclaje de A°G° de 16 mm Ø x 2,40 m, provisto de Ojal Guardacabo en un extremo; Tuerca y Contratuerca en el otro	u	1,00	12,00	5,00	8,00	4,00	30,00	34,74	1.042,20
6,05	Arandela de Anclaje de A°G°, 102 x 102 x 6,35 mm, Agujero de 18 mm Ø	u	1,00	12,00	5,00	8,00	4,00	30,00	4,36	130,80
6,06	Mordaza Preformada de A°G° para Cable de 10 mm Ø	u	2,00	24,00	10,00	16,00	8,00	60,00	9,27	556,20
6,07	Arandela Cuadrada Curva de A°G°, 57 x 57 x 5 mm, Agujero de 18 mm Ø	u	2,00	24,00	10,00	16,00	8,00	60,00	1,41	84,60
6,08	Soporte de Contrapunta de 51 mm Ø x 1000 mm de longitud, con Abrazadera partida en un extremo y Grapa de Ajuste para Cable en el otro	u		2,00				2,00	79,14	158,28
6,09	Alambre de Acero N° 12 para Entorchado	m	3,00	36,00	15,00	24,00	12,00	90,00	0,97	87,30
6,10	Bloque de concreto de 0,40 x 0,40 x 0,15 m	u	1,00	12,00	5,00	8,00	4,00	30,00	35,32	1.059,60
6,11	Conector bimetalico para Al 25 mm2 y Cobre de 25 mm2, tipo cuña	u	1,00	12,00	5,00	8,00	4,00	30,00	4,76	142,80
6,12	Conector Doble Via Bimetálico para Cable de Acero de 10 mm Ø y para Cable de Acero con Recubrimiento Metalúrgico de Cobre de 4 AWG (21,15 mm2)	u	1,00	12,00	5,00	8,00	4,00	30,00	8,11	243,30
<b>7,00</b>	<b><u>ACCESORIOS DE FERRETERIA PARA ESTRUCTURAS</u></b>									5.191,66
7,01	Perno con Gancho de 16 mm Ø, provisto de Arandela, Tuerca y Contratuerca, longitud de 203 mm	u	1,00	12,00	5,00	4,00	2,00	24,00	9,15	219,60
7,02	Perno con Gancho de 16 mm Ø, provisto de Arandela, Tuerca y Contratuerca, longitud de 254 mm	u	1,00	1,00	1,00			3,00	9,69	29,07
7,03	Perno con Gancho de 16 mm Ø, provisto de Arandela, Tuerca y Contratuerca, longitud de 305 mm	u		2,00				2,00	10,42	20,84
7,04	Perno de A°G° de 13 mm Ø x 203 mm, provisto de Tuerca y Contratuerca	u	4,00	8,00	5,00	8,00	6,00	31,00	4,63	143,53
7,05	Perno de A°G° de 13 mm Ø x 254 mm, provisto de Tuerca y Contratuerca	u		11,00		2,00		13,00	5,26	68,38
7,06	Perno Ojo de A°G° de 16 mm Ø x 203 mm, provisto de Tuerca y Contratuerca	u	2,00	11,00	3,00	6,00	8,00	30,00	9,32	279,60
7,07	Perno Ojo de A°G° de 16 mm Ø x 254 mm, provisto de Tuerca y Contratuerca	u	2,00	15,00	1,00	3,00		21,00	9,93	208,53
7,08	Perno Ojo de A°G° de 16 mm Ø x 305 mm, provisto de Tuerca y Contratuerca	u		5,00		3,00	1,00	9,00	10,70	96,30
7,09	Tuerca-Ojo para Perno de 16 mm Ø	u	1,00	13,00		4,00	5,00	23,00	7,84	180,32
7,10	Arandela Cuadrada Curva de A°G°, 57 x 57 x 5 mm, Agujero de 18 mm Ø	u	10,00	91,00	19,00	34,00	22,00	176,00	1,41	248,16
7,11	Placa de Identificación y/o codificación de Estructura y accesorios de fijación	u	5,00	32,00	9,00	11,00	8,00	65,00	15,03	976,95
7,12	Porta línea unipolar de A°G°, provisto de PIN de 10 mm Ø	u	4,00	19,00	5,00	10,00	6,00	44,00	5,26	231,44
										2.702,72

Figura 288. Metrado de suministro de materiales para redes secundarias (continuación 1)

Fuente: Elaboración Propia

<b>SUMINISTRO DE MATERIALES - REDES SECUNDARIAS</b>		RS_01	ACCOBADO	RS_04	TANKAR PATA					
		RS_02	BARRIO JORONGO	RS_05	VILLA NUEVA					
		RS_03	SUYTURUMI BAJA							
ITEM	DESCRIPCION DE PARTIDAS	UND						METRADO PARCIAL	PRECIO UNITARIO S/.	COSTO PARCIAL S/.
			RS_01	RS_02	RS_03	RS_04	RS_05			
<b>8,00</b>	<b><u>PUESTA A TIERRA</u></b>									
8,01	Electrodo de Acero Recubierto de Cobre de 16 mm Ø x 2,40 m	u	3,00	9,00	4,00	3,00	2,00	21,00	41,69	875,49
8,02	Conector bimetalico para Al 25 mm² y Cable de Acero con Recubrimiento Metalúrgico de Cobre de 4 AWG (21,15 mm2), tipo cuña	u	3,00	9,00	4,00	3,00	2,00	21,00	5,21	109,41
8,03	Conector de bronce para electrodo de 16 mm ø y Cable de Acero con Recubrimiento Metalúrgico de Cobre de 4 AWG (21,15 mm2)	u	3,00	9,00	4,00	3,00	2,00	21,00	6,76	141,96
8,04	Grapa en "U" para fijar conductor de PAT a Poste de Madera	u	210,00	630,00	280,00	210,00	140,00	1.470,00	0,24	352,80
8,05	Listón de madera tratada 50 x 19 mm sección, 2,7 m longitud (incluye clavos de fijación)	u	3,00	9,00	4,00	3,00	2,00	21,00	20,11	422,31
8,06	Placa de Señalización de Poste (Puesta a Tierra)	u	3,00	9,00	4,00	3,00	2,00	21,00	15,03	315,63
<b>9,00</b>	<b><u>CONEXIONES DOMICILIARIAS</u></b>									2.217,60
9,01	Tubo de A°C standard / redondo de 19 mm Ø x 1,5 mm x 2,5 m, provisto de codo	u	1,00	16,00	5,00	9,00	4,00	35,00	22,09	773,15
9,02	Tubo de A°C standard / redondo de 19 mm Ø x 1,5 mm x 4,0 m, provisto de codo	u	3,00	3,00		1,00	3,00	10,00	32,00	320,00
9,03	Armella Tirafondo de 10 mm Ø x 64 mm de longitud	u	1,00	16,00	5,00	9,00	4,00	35,00	1,55	54,25
9,04	Tarugo de cedro de 13 mm x 50 mm	u	1,00	16,00	5,00	9,00	4,00	35,00	0,34	11,90
9,05	Alambre galvanizado N° 16 AWG	m	14,00	44,00	10,00	22,00	20,00	110,00	1,20	132,00
9,06	Conector Bimetalico Aislado, para Al 16-35 mm2 / Cu 4-10 mm2, para Fase Aislada, tipo Perforación	u	4,00	19,00	5,00	10,00	7,00	45,00	6,38	287,10
9,07	Conector Bimetalico para Al 25 mm2 / Cu 4-10 mm2, para Neutro Desnudo, tipo Cuña	u	4,00	19,00	5,00	10,00	7,00	45,00	4,16	187,20
9,08	Templador de A°C	u	8,00	38,00	10,00	20,00	14,00	90,00	1,87	168,30
9,09	Caja Metálica Portamedidor, equipado con Interruptor Termomagnético de 10A	u	4,00	19,00	5,00	10,00	7,00	45,00	48,93	2.201,85
9,10	Medidor Monofásico de Energía Activa, tipo Electrónico con Micro Procesador de 220 V; 2 hilos, 10-40 A, 60 Hz, Clase 1	u	4,00	19,00	5,00	10,00	7,00	45,00	53,12	2.390,40
6.526,15										
<b>TOTAL SUMINISTRO DE MATERIALES</b>										
<b>76.426,76</b>										

**Figura 289.** Metrado de suministro de materiales para redes secundarias (continuación 2)

<b>MONTAJE ELECTROMECHANICO - REDES SECUNDARIAS</b>		RS_01	Accobado			RS_04	Tankarpata			
		RS_02	Barrio Jorongo			RS_05	Villa Nueva			
		RS_03	Suyturrumi Baja							
ITEM	DESCRIPCION DE PARTIDAS	UND						METRADO PARCIAL	PRECIO UNITARIO S/.	COSTO PARCIAL S/.
			RS_01	RS_02	RS_03	RS_04	RS_05			
	<b><u>MONTAJE ELECTROMECHANICO</u></b>									
	<b><u>1 OBRAS PRELIMINARES</u></b>									
1,01	Replanteo Topográfico, Ubicación de Estructuras de Redes Secundarias. Incluye Elaboración de Planos de Concesión Rural	Loc	1	1	1	1	1	5	1.077,19	5.385,95
										5.385,95
	<b><u>2 TRANSPORTE DE MATERIALES DESDE ALMACEN EN OBRA A PUNTO DE IZAJE, VIA TERRESTRE EN TERRENOS SIN ACCESO CARROZABLE</u></b>									
2,02	Transporte de Bloque de Concreto de 0,40 x 0,40 x 0,15 m, de Almacen a Punto de Instalación en Terreno Llano sin Acceso Carrozable (>1000m)	u	1		5			6	84,32	505,92
2,07	Transporte de Conductor Autoportante de Aluminio 1x16+1x16/25 mm², de Almacen a Punto de Instalación en Terreno Llano sin Acceso Carrozable (>1000m)	km	0,22		0,15			0,37	94,07	34,81
2,09	Transporte de Conductor Autoportante de Aluminio 1x16/25 mm², de Almacen a Punto de Instalación en Terreno Llano sin Acceso Carrozable (>1000m)	km	0,12		0,37			0,49	86,21	42,24
2,12	Transporte de Luminaria Completa con Equipo para Lámpara de 50 W. De Almacen a Punto de Instalación en Terreno Llano sin Acceso Carrozable (>1000m)	u	1		1			2	25,32	50,64
2,14	Transporte de Medidor Monofásico de Energía Activa, Tipo Electrónico con Microprocesador de 220 V, 10-40 A, 60 Hz, Clase 1, de Almacen a punto de Instalación en Terreno Llano sin Acceso Carrozable (>1000m)	u	4		5			9	12,08	108,72
2,16	Transporte de Accesorios de Ferrería (para postes, conductores, retenidas y PAT) de Almacen a Punto de Instalación en Terreno Llano sin Acceso Carrozable (500-1000m)	glob						1	6.785,53	6.785,53
2,17	Transporte de Accesorios de Ferrería (para postes, conductores, retenidas y PAT) de Almacen a Punto de Instalación en Terreno Llano sin Acceso Carrozable (>1000m)	glob						1	8.368,83	8.368,83
2,18	Transporte de Accesorios de Ferrería (para postes, conductores, retenidas y PAT) de Almacen a Punto de Instalación en Terreno Accidentado sin Acceso Carrozable (500-1000m)	glob						1	10.404,48	10.404,48
2,19	Transporte de Accesorios de Ferrería (para postes, conductores, retenidas y PAT) de Almacen a Punto de Instalación en Terreno Accidentado sin Acceso Carrozable (>1000m)	glob						1	15.606,72	15.606,72
										41.907,89

Fuente: Elaboración Propia **Figura 290.** Metrado de montaje electromecánico para redes secundarias

Fuente: Elaboración Propia

<b>MONTAJE ELECTROMECHANICO - REDES SECUNDARIAS</b>		RS_01		Accobado		RS_04		Tankarpata		
		RS_02		Barrio Jorongo		RS_05		Villa Nueva		
		RS_03		Suyturrumi Baja						
ITEM	DESCRIPCION DE PARTIDAS	UND						METRADO PARCIAL	PRECIO UNITARIO S/.	COSTO PARCIAL S/.
			RS_01	RS_02	RS_03	RS_04	RS_05			
<b>3</b>	<b><u>INSTALACIÓN DE POSTES</u></b>									
3,01	Excavación en terreno Tipo I (arcilloso y conglomerado)	m3	3,55	22,6	6	7,45	5,2	44,8	67,96	3.044,61
3,05	Transporte de Poste de Madera de 8 m, Clase 7 de Almacen a Punto de Izaje, en Terreno Llano sin Acceso Carrozable (>1000m)	u	3		8			11	234,46	2.579,06
3,06	Transporte de Poste de Madera de 8 m, Clase 7 de Almacen a Punto de Izaje, en Terreno con Acceso Carrozable	u		20		9	8	37	128,01	4.736,37
3,08	Transporte de Poste de Madera de 11 m, Clase 6 de Almacen a Punto de Izaje, en Terreno Llano sin Acceso Carrozable (>1000m)	u	2		1			3	316,96	950,88
3,1	Transporte de Poste de Madera de 11 m, Clase 6 de Almacen a Punto de Izaje, en Terreno con Acceso Carrozable	u		12		2		14	169,4	2.371,60
3,11	Izaje, Identificación y/o codificación, y Señalización de Postes de Madera Importado de 8, Clase 7	u	3	20	8	9	8	48	65,86	3.161,28
3,12	Izaje, Identificación y/o codificación, y Señalización de Postes de Madera Importado de 11, Clase 6	u	2	12	1	2		17	95,18	1.618,06
3,13	Relleno y Compactacion para Cimentacion de Poste de Madera de 8m, en Terreno Tipo I (arcilloso y conglomerado)	m3	1,86	12,4	4,96	5,58	4,96	29,76	91,73	2.729,88
3,16	Relleno y Compactacion para Cimentacion de Poste de Madera de 11m, en Terreno Tipo I (arcilloso y conglomerado)	m3	1,5	9	0,75	1,5		12,75	101,74	1.297,19
										22.488,93
<b>4</b>	<b><u>INSTALACIÓN DE RETENIDAS</u></b>									
4,01	Excavación en Terreno Tipo I (Arcilloso y Conglomerado) para Retenida	m3	1,04	12,56	5,2	8,32	4,16	31,28	67,96	2.125,79
4,04	Instalacion de Retenida Inclinada	u	1	10	5	8	4	28	69,19	1.937,32
4,05	Instalacion de Retenida Vertical	u		2				2	75,95	151,9
4,06	Relleno y Compactación en Terreno Tipo I de Retenida	m3	1,02	12,32	5,1	8,16	4,08	30,68	91,73	2.814,28
										7.029,29
<b>5</b>	<b><u>MONTAJE DE ARMADOS</u></b>									
5,02	Armado Tipo E1/S, Alineamiento y Angulo - Conductor Autoportante sin caja de derivación para acometida	u	2	12	5	3	2	24	26,54	636,96
5,03	Armado Tipo E2/S, Anclaje y Cambio de Seccion - Conductor Autoportante sin caja de derivación para acometida			1				1	34,29	34,29
5,05	Armado Tipo E3/S, Extremo de Línea - Conductor Autoportante sin Caja de Derivación para Acometida	u	2	10	3	6	2	23	26,2	602,6
5,07	Armado Tipo E4/S, Extremo de Línea con Derivación - Conductor Autoportante sin Caja de Derivación para Acometida	u		7		3	3	13	34,29	445,77
5,08	Armado Tipo E5/S, Alineamiento con Derivación - Conductor Autoportante sin Caja de Derivación para Acometida	u		3	1	1		5	46,86	234,3
5,09	Armado Tipo E6/S, Anclaje con Derivación - Conductor Autoportante sin Caja de Derivación para Acometida	u	1	5		1	2	9	56,89	512,01
										2.465,93

**Figura 291.** Metrado de montaje electromecánico para redes secundarias (continuación 1)

Fuente: Elaboración Propia

MONTAJE ELECTROMECHANICO - REDES SECUNDARIAS		RS_01	Accobado	RS_04	Tankarpata					
		RS_02	Barrio Jorongo	RS_05	Villa Nueva					
		RS_03	Suyturrumi Baja							
ITEM	DESCRIPCION DE PARTIDAS	UND						METRADO PARCIAL	PRECIO UNITARIO S/.	COSTO PARCIAL S/.
			RS_01	RS_02	RS_03	RS_04	RS_05			
<b>6</b>	<b><u>MONTAJE DE CONDUCTORES AUTOPORTANTES</u></b> Comprende Tendido y Puesta en Flecha de :									
6,04	Tendido y Puesta en Flecha de Conductor Autoportante de Aluminio de 1x16+16/25 mm <sup>2</sup>	Km	0,22	0,4	0,15	0,13	0,29	1,19	1.038,72	1.236,08
6,05	Tendido y Puesta en Flecha de Conductor Autoportante de Aluminio de 1x16/25 mm <sup>2</sup>	Km	0,12	1,49	0,37	0,36	0,12	2,46	930,15	2.288,17
										3.524,25
<b>7</b>	<b><u>INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA</u></b>									
7,01	Excavación en Terreno Tipo I (Arcilloso y Conglomerado) Para PAT - 1	m3	4,83	14,49	6,44	4,83	3,22	33,81	67,96	2.297,73
7,04	Instalación de Puesta a Tierra Tipo PAT-1 con un electrodo vertical. Instalación en poste de Madera	u	3	9	4	3	2	21	52,78	1.108,38
7,05	Relleno y Compactación de Puesta a Tierra con Material Adecuado	m3	4,83	14,49	6,44	4,83	3,22	33,81	86,42	2.921,86
										6.327,97
<b>8</b>	<b><u>PASTORALES, LUMINARIAS Y LAMPARAS</u></b>									
8,01	Instalación de Pastoral de A° G° en Poste de Madera	u	1	5	1	2	2	11	41,65	458,15
8,02	Instalación de Luminaria, Lámpara y Accesorios	u	1	5	1	2	2	11	70,54	775,94
										1.234,09
<b>9</b>	<b><u>CONEXIONES DOMICILIARIAS</u></b>									
	Instalación de acometida domiciliaria, que comprende: Conexión de Acometida Domiciliarias, Montaje de Medidor y Contraste del Medidor.									
9,03	Conexión de Acometidas Domiciliarias, Configuración: Corta (no incluye medidor de energía activa)	u	1	16	5	9	4	35	66,37	2.322,95
9,04	Conexión de Acometidas Domiciliarias, Configuración: Larga (no incluye medidor de energía activa)	u	3	3		1	3	10	81,18	811,8
9,05	Instalación de Medidor Monofásico de Energía Activa y Caja Portamedidor (incluye conexión a cable de acometida)	u	4	19	5	10	7	45	22,84	1.027,80
9,06	Contraste de medidor monofásico de energía activa - electrónico	u	4	19	5	10	7	45	24,78	1.115,10
										5.277,65
<b>10</b>	<b><u>PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO</u></b>									
10,01	Pruebas y Puesta en Servicio de Redes Secundarias	Loc	1	1	1	1	1	5	1.137,86	5.689,30
10,02	Expediente Técnico Final Conforme a Obra y de Concesión Rural de Redes Secundarias (1 Original + 3 Copias), incluye la presentación digitalizada de textos y planos en CD.	Loc	1	1	1	1	1	5	121,09	605,45
										6.294,75
<b>TOTAL, MONTAJE ELECTROMECHANICO</b>										<b>101.936,70</b>

Figura 292. Metrado de montaje electromecánico para redes secundarias (continuación 2)

Fuente: Elaboración Propia

TRANSPORTE DE MATERIALES - REDES SECUNDARIAS		ACCOBADO				BARRIO JORONGO				SUYTURUMBAJA				TANKAR PATA				VILLA NUEVA				METRADO PARCIAL	COSTO PARCIAL S/.	
ITEM	DESCRIPCION DE PARTIDAS	UND	RS_01				RS_02				RS_03				RS_04				RS_05					
			Cant.	Peso Total (kg)	Flete (S/./kg)	Sub-total S/.	Cant.	Peso Total (kg)	Flete (S/./kg)	Sub-total S/.	Cant.	Peso Total (kg)	Flete (S/./kg)	Sub-total S/.	Cant.	Peso Total (kg)	Flete (S/./kg)	Sub-total S/.	Cant.	Peso Total (kg)	Flete (S/./kg)			Sub-total S/.
<b>TRANSPORTE DE MATERIALES</b>																								
<b>1.00 POSTES DE MADERA</b>																								
1.01	Poste de madera importada (Pino Amarillo del Sur) de 8 m, Clase 7	u	3,00	720,00	0,39	280,80	20,00	4.800,00	0,39	1.872,00	8,00	1.920,00	0,39	748,80	9,00	2.160,00	0,39	842,40	8,00	1.920,00	0,39	748,80	48,00	4.492,80
1.02	Poste de madera importada (Pino Amarillo del Sur) de 11 m, Clase 6	u	2,00	578,00	0,42	242,76	12,00	3.468,00	0,42	1.456,56	1,00	289,00	0,42	121,38	2,00	578,00	0,42	242,76					17,00	2.063,46
<b>2.00 CABLES Y CONDUCTORES DE ALUMINIO</b>																								
2.01	Conductor Autoportante de Aluminio 1x16-16/25 mm²	km	0,22	42,24	0,28	11,83	0,40	76,80	0,28	21,50	0,15	28,80	0,28	8,06	0,13	24,96	0,28	6,99	0,29	55,68	0,28	15,59	1,19	63,97
2.02	Conductor Autoportante de Aluminio 1x16/25 mm²	km	0,12	15,60	0,28	4,37	1,49	193,70	0,28	54,24	0,37	48,10	0,28	13,47	0,36	46,80	0,28	13,10	0,12	15,60	0,28	4,37	2,46	89,54
<b>3.00 ACCESORIOS DE CABLES AUTOPORTANTES</b>																								
3.01	Grapa de Suspensión Angular para Conductor de Aleación de Aluminio de 25 mm²	u	2,00	1,04	0,28	0,29	15,00	7,80	0,28	2,18	6,00	3,12	0,28	0,87	4,00	2,08	0,28	0,58	2,00	1,04	0,28	0,29	29,00	4,22
3.02	Grapa de Anclaje Cónica para Conductor de Aleación de Aluminio de 25 mm²	u	5,00	1,80	0,42	0,76	44,00	15,84	0,42	6,65	4,00	1,44	0,42	0,60	16,00	5,76	0,42	2,42	14,00	5,04	0,42	2,12	83,00	12,55
3.03	Conector para Al 25 mm², para Neutro Desnudo, tipo Cuña	u	1,00	0,01	0,70	0,01	10,00	0,10	0,70	0,07	1,00	0,01	0,70	0,01	4,00	0,04	0,70	0,03	3,00	0,03	0,70	0,02	19,00	0,13
3.04	Conector Aislado para Al 35 mm², para Fase Aislada, tipo Perforación	u	1,00	0,02	0,84	0,02	11,00	0,22	0,84	0,18	1,00	0,02	0,84	0,02	4,00	0,08	0,84	0,07	4,00	0,08	0,84	0,07	21,00	0,35
3.05	Correa Plástica de Amarre, color negro	u	32,00	0,32	1,26	0,40	244,00	2,44	1,26	3,07	56,00	0,56	1,26	0,71	82,00	0,82	1,26	1,03	58,00	0,58	1,26	0,73	472,00	5,95
3.06	Cinta Autofundente para extremo de cable	m	3,00	0,03	0,14	0,00	15,00	0,15	0,14	0,02	4,50	0,05	0,14	0,01	7,50	0,08	0,14	0,01	3,00	0,03	0,14	0,00	33,00	0,05
3.07	Cinta aislante	m	3,00	0,03	0,14	0,00	15,00	0,15	0,14	0,02	4,50	0,05	0,14	0,01	7,50	0,08	0,14	0,01	3,00	0,03	0,14	0,00	33,00	0,05
<b>4.00 CABLES, CONDUCTORES DE COBRE Y DE ACERO RECUBIERTO CON COBRE</b>																								
4.01	Conductor de Cobre Recoocido, tipo N2XY, Bipolar, 2 x 2,5 mm²	m	2,00	0,30	0,21	0,06	10,00	1,49	0,21	0,31	2,00	0,30	0,21	0,06	4,00	0,60	0,21	0,13	4,00	0,60	0,21	0,13	22,00	0,69
4.02	Conductor de Cobre Concéntrico, 2 x 4 mm², con aislamiento y cubierta de PVC	m	105,00	15,24	0,21	3,20	330,00	47,88	0,21	10,06	75,00	10,88	0,21	2,29	165,00	23,94	0,21	5,03	150,00	21,77	0,21	4,57	825,00	25,14
4.03	Cable de Acero con Recubrimiento Metálico de Cu de 4 AWG (21,15 mm²), para Puesta a Tierra	m	34,00	5,10	0,21	1,07	111,00	16,65	0,21	3,50	48,00	7,20	0,21	1,51	38,00	5,70	0,21	1,20	24,00	3,60	0,21	0,76	255,00	8,03
<b>5.00 LUMINARIAS, LAMPARAS Y ACCESORIOS</b>																								
5.01	Pastoral tubo A °G° 38 mm Ø interior, 500 mm avance horizontal, 720 mm altura y 20° inclinación, provisto de 2 abrazaderas simples y 4 tirafondos para poste de madera	u	1,00	7,30	0,21	1,53	5,00	36,50	0,21	7,67	1,00	7,30	0,21	1,53	2,00	14,60	0,21	3,07	2,00	14,60	0,21	3,07	11,00	16,86
5.02	Luminaria completa con equipo para Lámpara led de 30W, 3000lm, IP 65	u	1,00	0,15	0,21	0,03	5,00	0,75	0,21	0,16	1,00	0,15	0,21	0,03	2,00	0,30	0,21	0,06	2,00	0,30	0,21	0,06	11,00	0,35
5.03	Conector Bimetálico para Al 25 mm² / Cu 4-10 mm², para Neutro Desnudo, tipo Cuña	u	1,00	0,13	0,21	0,03	5,00	0,65	0,21	0,14	1,00	0,13	0,21	0,03	2,00	0,26	0,21	0,05	2,00	0,26	0,21	0,05	11,00	0,30
5.04	Conector Bimetálico Aislado, para Al 35 mm² / Cu 4-10 mm², para Fase Aislada, tipo Perforación	u	1,00	0,15	0,21	0,03	5,00	0,75	0,21	0,16	1,00	0,15	0,21	0,03	2,00	0,30	0,21	0,06	2,00	0,30	0,21	0,06	11,00	0,35
<b>6.00 BETENDAS Y ANCLAJES</b>																								
6.01	Cable de acero grado Siemens Martin, de 10 mm ø, 7 hilos	m	10,00	4,10	0,21	0,86	139,00	56,99	0,21	11,97	53,00	21,73	0,21	4,56	89,00	36,49	0,21	7,66	40,00	16,40	0,21	3,44	331,00	28,50
6.02	Perno Angular con Ojal Guardacabo de A °G°, 16 mm Ø x 203 mm, provisto de Tuerca y Contratuera	u	1,00	0,53	0,21	0,11	5,00	2,65	0,21	0,56	4,00	2,12	0,21	0,45	5,00	2,65	0,21	0,56	4,00	2,12	0,21	0,45	19,00	2,11
6.03	Perno Angular con Ojal Guardacabo de A °G°, 16 mm Ø x 254 mm, provisto de Tuerca y Contratuera	u			0,21		7,00	4,76	0,21	1,00	1,00	0,68	0,21	0,14	3,00	2,04	0,21	0,43			0,21		11,00	1,57
6.04	Varrilla de Anclaje de A °G° de 16 mm Ø x 2,40 m, provisto de Ojal Guardacabo en un extremo; Tuerca y Contratuera en el otro	u	1,00	4,05	0,21	0,85	12,00	48,64	0,21	10,21	5,00	20,27	0,21	4,26	8,00	32,42	0,21	6,81	4,00	16,21	0,21	3,40	30,00	25,53
6.05	Arandela de Anclaje de A °G°, 102 x 102 x 6,35 mm, Agujero de 18 mmø	u	1,00	0,15	0,21	0,03	12,00	1,80	0,21	0,38	5,00	0,75	0,21	0,16	8,00	1,20	0,21	0,25	4,00	0,60	0,21	0,13	30,00	0,95
6.06	Mordaza Preformada de A °G° para Cable de 10 mm Ø	u	2,00	0,90	0,21	0,19	24,00	10,80	0,21	2,27	10,00	4,50	0,21	0,95	16,00	7,20	0,21	1,51	8,00	3,60	0,21	0,76	60,00	5,67
6.07	Arandela Cuadrada Curva de A °G°, 57 x 57 x 5 mm, Agujero de 18 mm Ø	u	2,00	0,16	0,21	0,03	24,00	1,92	0,21	0,40	10,00	0,80	0,21	0,17	16,00	1,28	0,21	0,27	8,00	0,64	0,21	0,13	60,00	1,01
6.08	Alambre de Acero N° 12 para Entorchado	m	3,00	0,05	0,21	0,01	36,00	0,54	0,21	0,11	15,00	0,23	0,21	0,05	24,00	0,36	0,21	0,08	12,00	0,18	0,21	0,04	90,00	0,28
6.09	Bloque de concreto de 0,40 x 0,40 x 0,15 m	u	1,00	46,00	0,28	12,88	12,00	552,00	0,28	154,56	5,00	230,00	0,28	64,40	8,00	368,00	0,28	103,04	4,00	184,00	0,28	51,52	30,00	386,40
6.10	Conector bimetalico para Al 25 mm² y Cobre de 25 mm², tipo cuña	u	1,00	0,13	0,21	0,03	12,00	1,56	0,21	0,33	5,00	0,65	0,21	0,14	8,00	1,04	0,21	0,22	4,00	0,52	0,21	0,11	30,00	0,82
6.11	Conector Doble Via Bimetálico para Cable de Acero de 10 mmø y para Cable de Acero con Recubrimiento Metálico de Cobre de 4 AWG (21,15 mm²)	u	1,00	0,05	0,21	0,01	12,00	0,60	0,21	0,13	5,00	0,25	0,21	0,05	8,00	0,40	0,21	0,08	4,00	0,20	0,21	0,04	30,00	0,32
																						454,21		

Figura 293. Metrado de transporte de materiales para redes secundarias  
Fuente: Elaboración Propia

TRANSPORTE DE MATERIALES - REDES SECUNDARIAS		ACCOBADO				BARRIO JORONGO				SUYTURUMBAJA				TANKAR PATA				VILLA NUEVA				METRADO PARCIAL	COSTO PARCIAL S/.	
ITEM	DESCRIPCION DE PARTIDAS	UND	RS_01				RS_02				RS_03				RS_04				RS_05					
			Cant.	Peso Total (kg)	Flete (S/./kg)	Sub-total S/.	Cant.	Peso Total (kg)	Flete (S/./kg)	Sub-total S/.	Cant.	Peso Total (kg)	Flete (S/./kg)	Sub-total S/.	Cant.	Peso Total (kg)	Flete (S/./kg)	Sub-total S/.	Cant.	Peso Total (kg)	Flete (S/./kg)			Sub-total S/.
<b>7.00</b>	<b>ACCESORIOS DE FERRETERIA PARA ESTRUCTURAS</b>																							
7.01	Perno con Gancho de 16 mm Ø, provisto de Arandela, Tuerca y Contratuercas, longitud de 203 mm	u	1,00	0,67	0,14	0,09	12,00	8,04	0,14	1,13	5,00	3,35	0,14	0,47	4,00	2,68	0,14	0,38	2,00	1,34	0,14	0,19	24,00	2,25
7.02	Perno con Gancho de 16 mm Ø, provisto de Arandela, Tuerca y Contratuercas, longitud de 254 mm	u	1,00	0,75	0,14	0,11	1,00	0,75	0,14	0,11	1,00	0,75	0,14	0,11			0,14				0,14		3,00	0,32
7.03	Perno con Gancho de 16 mm Ø, provisto de Arandela, Tuerca y Contratuercas, longitud de 305 mm	u			0,14		2,00	1,80	0,14	0,25			0,14				0,14				0,14		2,00	0,25
7.04	Perno de A°G° de 13 mm Ø x 203 mm, provisto de Tuerca y Contratuercas	u	4,00	1,00	0,14	0,14	8,00	2,00	0,14	0,28	5,00	1,25	0,14	0,18	8,00	2,00	0,14	0,28	6,00	1,50	0,14	0,21	31,00	1,09
7.05	Perno de A°G° de 13 mm Ø x 254 mm, provisto de Tuerca y Contratuercas	u			0,14		11,00	3,85	0,14	0,54			0,14		2,00	0,70	0,14	0,10			0,14		13,00	0,64
7.06	Perno Ojo de A°G° de 16 mm Ø x 203 mm, provisto de Tuerca y Contratuercas	u	2,00	1,06	0,14	0,15	11,00	5,83	0,14	0,82	3,00	1,59	0,14	0,22	6,00	3,18	0,14	0,45	8,00	4,24	0,14	0,59	30,00	2,23
7.07	Perno Ojo de A°G° de 16 mm Ø x 254 mm, provisto de Tuerca y Contratuercas	u	2,00	1,36	0,14	0,19	15,00	10,20	0,14	1,43	1,00	0,68	0,14	0,10	3,00	2,04	0,14	0,29			0,14		21,00	2,00
7.08	Perno Ojo de A°G° de 16 mm Ø x 305 mm, provisto de Tuerca y Contratuercas	u			0,14		5,00	3,65	0,14	0,51			0,14		3,00	2,19	0,14	0,31	1,00	0,73	0,14	0,10	9,00	0,92
7.09	Tuerca-Ojo para Perno de 16 mm Ø	u	1,00	0,36	0,14	0,05	13,00	4,68	0,14	0,66			0,14		4,00	1,44	0,14	0,20	5,00	1,80	0,14	0,25	23,00	1,16
7.10	Arandela Cuadrada Curva de A°G°, 57 x 57 x 5 mm, Agujero de 18 mm Ø	u	10,00	0,80	0,14	0,11	91,00	7,28	0,14	1,02	19,00	1,52	0,14	0,21	34,00	2,72	0,14	0,38	22,00	1,76	0,14	0,25	176,00	1,97
7.11	Placa de Identificación y/o codificación de Estructura y accesorios de fijación	u	5,00	1,25	0,14	0,18	32,00	8,00	0,14	1,12	9,00	2,25	0,14	0,32	11,00	2,75	0,14	0,39	8,00	2,00	0,14	0,28	65,00	2,28
7.12	Portalnea unipolar de A°G°, provisto de PIN de 10 mm Ø	u	4,00	1,40	0,14	0,20	19,00	6,65	0,14	0,93	5,00	1,75	0,14	0,25	10,00	3,50	0,14	0,49	6,00	2,10	0,14	0,29	44,00	2,16
																							17,27	
<b>8.00</b>	<b>PUESTA A TIERRA</b>																							
8.01	Electrodo de Acero Recubierta de Cobre de 16 mm Ø x 2,40 m	u	3,00	11,25	0,28	3,15	9,00	33,75	0,28	9,45	4,00	15,00	0,28	4,20	3,00	11,25	0,28	3,15	2,00	7,50	0,28	2,10	21,00	22,05
8.02	Conector bimetalico para Al 25 mm² y Cable de Acero con Recubrimiento Metalurgico de Cobre de 4 AWG (21,15 mm²), tipo cuña	u	3,00	0,39	0,14	0,05	9,00	1,17	0,14	0,16	4,00	0,52	0,14	0,07	3,00	0,39	0,14	0,05	2,00	0,26	0,14	0,04	21,00	0,38
8.03	Conector de bronce para electrodo de 16 mm Ø y Cable de Acero con Recubrimiento Metalurgico de Cobre de 4 AWG (21,15 mm²)	u	3,00	0,15	0,14	0,02	9,00	0,45	0,14	0,06	4,00	0,20	0,14	0,03	3,00	0,15	0,14	0,02	2,00	0,10	0,14	0,01	21,00	0,15
8.04	Grapa en "U" para fijar conductor de PAT a Poste de Madera	u	210,00	2,31	0,14	0,32	630,00	6,93	0,14	0,97	280,00	3,08	0,14	0,43	210,00	2,31	0,14	0,32	140,00	1,54	0,14	0,22	1.470,00	2,26
8.05	Listón de madera tratada 50 x 19 mm sección, 2,7 m longitud (incluye clavos de fijación)	u	3,00	6,00	0,28	1,68	9,00	18,00	0,28	5,04	4,00	8,00	0,28	2,24	3,00	6,00	0,28	1,68	2,00	4,00	0,28	1,12	21,00	11,76
8.06	Placa de Señalización de Poste (Puesta a Tierra) y accesorios de fijación	u	3,00	0,15	0,14	0,02	9,00	0,45	0,14	0,06	4,00	0,20	0,14	0,03	3,00	0,15	0,14	0,02	2,00	0,10	0,14	0,01	21,00	0,15
																							36,75	
<b>9.00</b>	<b>CONEXIONES DOMICILIARIAS</b>																							
9.01	Tubo de A°G° standard / redondo de 19 mm Ø x 1,5 mm x 2,5 m, provisto de codo	u	1,00	3,20	0,28	0,90	16,00	51,20	0,28	14,34	5,00	16,00	0,28	4,48	9,00	28,80	0,28	8,06	4,00	12,80	0,28	3,58	35,00	31,36
9.02	Tubo de A°G° standard / redondo de 19 mm Ø x 1,5 mm x 4,0 m, provisto de codo	u	3,00	16,50	0,28	4,62	3,00	16,50	0,28	4,62			0,28		1,00	5,50	0,28	1,54	3,00	16,50	0,28	4,62	10,00	15,40
9.03	Armella Tirafondo de 10 mm Ø x 64 mm de longitud	u	1,00	1,50	0,28	0,42	16,00	24,00	0,28	6,72	5,00	7,50	0,28	2,10	9,00	13,50	0,28	3,78	4,00	6,00	0,28	1,68	35,00	14,70
9.04	Tarugo de cedro de 13 mm x 50 mm	u	1,00	0,15	0,28	0,04	16,00	2,40	0,28	0,67	5,00	0,75	0,28	0,21	9,00	1,35	0,28	0,38	4,00	0,60	0,28	0,17	35,00	1,47
9.05	Alambre galvanizado N° 16 AWG	m	14,00	2,24	0,28	0,63	44,00	7,04	0,28	1,97	10,00	1,60	0,28	0,45	22,00	3,52	0,28	0,99	20,00	3,20	0,28	0,90	110,00	4,93
9.06	Conector Bimetalico Aislado, para Al 35 mm² / Cu 4-10 mm², para Fase Aislada, tipo Perforación	u	4,00	0,40	0,28	0,11	19,00	1,90	0,28	0,53	5,00	0,50	0,28	0,14	10,00	1,00	0,28	0,28	7,00	0,70	0,28	0,20	45,00	1,26
9.07	Conector Bimetalico para Al 25 mm² / Cu 4-10 mm², para Neutro Desnudo, tipo Cuña	u	4,00	0,80	0,28	0,22	19,00	3,80	0,28	1,06	5,00	1,00	0,28	0,28	10,00	2,00	0,28	0,56	7,00	1,40	0,28	0,39	45,00	2,52
9.08	Templador de A°G°	u	8,00	1,20	0,28	0,34	38,00	5,70	0,28	1,60	10,00	1,50	0,28	0,42	20,00	3,00	0,28	0,84	14,00	2,10	0,28	0,59	90,00	3,78
9.09	Caja Metálica Portamedidor, equipado con Interruptor Termomagnético de 10A	u	4,00	8,88	0,28	2,49	19,00	42,18	0,28	11,81	5,00	11,10	0,28	3,11	10,00	22,20	0,28	6,22	7,00	15,54	0,28	4,35	45,00	27,97
9.10	Medidor Monofásico de Energía Activa, tipo Electrónico con Micro Procesador de 220 V; 2 hilos, 10-40 A, 60 Hz, Clase 1	u	4,00	3,80	0,28	1,06	19,00	18,05	0,28	5,05	5,00	4,75	0,28	1,33	10,00	9,50	0,28	2,66	7,00	6,65	0,28	1,86	45,00	11,97
115,36																								
<b>TOTAL TRANSPORTE DE MATERIALES</b>																							<b>7.408,38</b>	

Figura 294. Metrado de transporte de materiales para redes secundarias (continuación)

Fuente: Elaboración Propia



<b>SECCION III: REDES SECUNDARIAS</b>		
<b>Utilización de Software para diseño de redes en MT y BT para Electrificar Cinco Localidades en el Distrito de Acoria - Huancavelica 2021.</b>		
DEPARTAMENTO(S) : HUANCVELICA		
PROVINCIA(S) : VARIOS		
DISTRITIO(S) : VARIOS		
ITEM	DESCRIPCION	TOTAL S/.
A	SUMINISTRO DE MATERIALES	76.426,76
B	MONTAJE ELECTROMECHANICO	101.936,70
C	TRANSPORTE DE MATERIALES	7.408,38
D	<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>	<b>185.771,84</b>
E	GASTOS GENERALES (12% D)	22.292,62
F	UTILIDADES (8% D)	14.861,75
	<b>COSTO TOTAL S/. (No incluye I.G.V.)</b>	<b>222.926,21</b>

*Figura 295.* Resumen de metrado y costo total de redes secundarias  
Fuente: Elaboración Propia

#### ANEXO 8: Resumen General y presupuesto Total del Proyecto

<b>RESUMEN GENERAL</b>					
<b>Utilización de Software para diseño de redes en MT y BT para Electrificar Cinco Localidades en el Distrito de Acoria - Huancavelica 2021.</b>					
DEPARTAMENTO(S) : HUANCVELICA					
PROVINCIA(S) : VARIOS					
DISTRITIO(S) : VARIOS					
ITEM	DESCRIPCION	LINEAS PRIMARIAS	REDES PRIMARIAS	REDES SECUNDARIAS	TOTAL S/.
A	SUMINISTROS DE MATERIALES	47.193,14	31.917,07	76.426,76	155.536,97
B	MONTAJE ELECTROMECHANICO	308.803,32	50.835,77	101.936,70	461.575,79
C	TRANSPORTE DE MATERIALES	4.949,65	2.971,86	7.408,38	15.329,89
D	<b>COSTO DIRECTO ( C.D. )</b>	<b>360.946,11</b>	<b>85.724,70</b>	<b>185.771,84</b>	<b>632.442,65</b>
E	GASTOS GENERALES	43.313,53	10.286,96	22.292,62	75.893,12
F	UTILIDADES	28.875,69	6.857,98	14.861,75	50.595,41
<b>SUB-TOTAL SIN LG.V. (S/)</b>					<b>758.931,18</b>
<b>IMPUESTO GENERAL A LAS VENTAS IGV (18%)</b>					<b>136.607,61</b>
<b>COSTO TOTAL (Incluye LG.V.) S/.</b>					<b>895.538,79</b>

*Figura 296.* Resumen General del metrado y costo total del Proyecto  
Fuente: Elaboración Propia

**ANEXO 9: Características de  
Materiales para Redes de Media y Baja  
Tensión y Tabla de Datos Técnicos  
Garantizados**

## Especificaciones Técnicas de suministro para Redes Primarias

### POSTES DE MADERA IMPORTADA PARA LÍNEAS Y REDES PRIMARIAS

#### 1. NORMAS APLICABLES.

ANSI O5.1	AMERICAN NATIONAL STANDARD INSTITUTE FOR WOOD POLES–SPECIFICATIONS AND DIMENSIONS
AWPA	AMERICAN WOOD PRESERVER’S ASSOCIATION STANDARD

#### 2. CONDICIONES AMBIENTALES.

Los postes se instalarán en zonas con las siguientes condiciones ambientales:

- Altitud sobre nivel del mar : hasta 4 500 m
- Humedad relativa : 50 a 95%
- Temperatura ambiente : - 15 °C a 40 °C
- Precipitación pluvial : moderada a intensa
- 

#### 3. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

##### 3.1 Especie forestal:

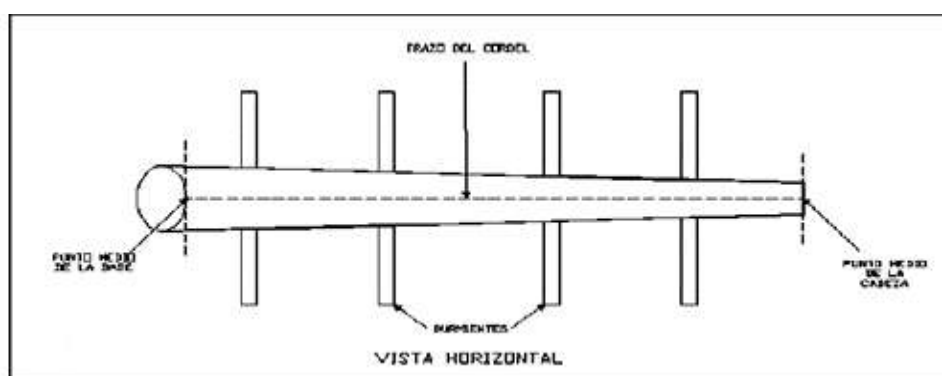
Los postes procederán de madera en verde de primer corte y serán fabricados de la especie forestal comprendida en las normas indicadas en el numeral 2, cuyas características deberán ser iguales o superiores a las exigidas en las Tablas de Datos Técnicos Garantizados que forman parte de la presente especificación.

Para los fines de la presente especificación, se denominará **Coníferas** a todas las especies forestales mencionadas en la Tabla N° 1 de la norma ANSI O5.1 vigente, incluyendo a otras especies del género Pinas spp, y **Latifoliadas** a las especies forestales del género Eucalyptus spp.

### 3.2 Defectos tolerables y limitados:

POSTES		FLECHA mm	FLECHA pulgadas
m	Pies		
13	42,7	94	3,7
12	39,5	86	3,4
11	36,1	79	3,1

**Figura 297.** Flechas admisibles en postes de madera para Redes Primarias  
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad



**Figura 298.** Trazo del cordel sobre el poste para verificar si la línea recta se encuentra dentro del cuerpo del poste

Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad

### 3.3 Dimensiones:

- La circunferencia en la parte superior del poste será medida a 25,4 mm (1”) debajo de la cabeza.
- Para los postes no especificados en la norma ANSI O5.1, se aceptará una circunferencia máxima en la Línea de Tierra, igual o menor a la circunferencia mínima de la Clase correspondiente inmediata superior especificada en las normas indicadas en el numeral 2.
- La longitud real de los postes no deberá ser menor a 75 mm (3”) o mayor a 150 mm (6”) respecto a la longitud nominal de los mismos.

### 3.4 Característica mecánicas del material requerido:

- La norma que sustente la calidad mecánica de los postes ofertados deberá consignar todas las propiedades mecánicas que se requieren en la Tabla de Datos Técnicos Garantizados de la presente especificación.

Nro	Características	Unidad	Valor Requerido	Valor Garantizado
1	Fabricante			
	ESPECIE FORESTAL			
	NOMBRE BOTANICO			
2	NOMBRE COMERCIAL			
3	CLASE		6	5
4	LONGITUD	m(pies)	12 (39,5)	12 (39,5)
5	CIRCUNFERENCIA MINIMA EN LA CABEZA	cm (pulg)	(*)	(*)
5.1	CIRCUNFERENCIA MAXIMA EN LA CABEZA	cm (pulg)	(*)	(*)
6	CIRCUNFERENCIA MINIMA EN LA LINEA DE TIERRA	cm (pulg)	(*)	(*)
6.1	CIRCUNFERENCIA MAXIMA EN LA LINEA DE TIERRA	cm (pulg)	(*)	(*)
7	ESFUERZO MAXIMO DE FLEXION (++)	Mpa(PSI)	40 (5 850)	40 (5 850)
	CARGA DE ROTURA a 610 mm ( 24" ) DE LA CABEZA		6,67 (1 500)	8,44 (1 900)
8	(++)	kN (lb)		
9	MODULO DE ELASTICIDAD (++)	MPa	10 200	10 200
10	METODOS DE TRATAMIENTO PRESERVANTE		VACIO – PRESION	
11	SUSTANCIA PRESERVANTE		CCA-C y/o PENTACLOROFENOL	
12	RETENCION MINIMA DEL PRESERVANTE			
	CCA-C	kg/m <sup>3</sup> (pcf)	12,80 (0,80)	
	PENTACLOROFENOL	kg/m <sup>3</sup> (pcf)	9,60 (0,60)	
	PENETRACION MINIMA DEL PRESERVANTE			
	PROFUNDIDAD DE INGRESO MINIMO DEL PRESERVANTE			
13	PORCENTAJE MINIMO DE PENETRACION EN LA ALBURA	mm (pulg) %	AWPA AWPA	
14	NORMAS DE FABRICACION, TRATAMIENTO Y PRUEBAS		ANSI O5.1 AWPA	
15	MASA POR UNIDAD	kg		
16	PROPUESTA DE TRES EMPRESAS PARA LA INSPECCION INDEPENDIENTE EN FABRICA			
	1.-			
	2.-			
	3.-			

(\*) Las medidas corresponderán a la especie forestal ofertada.

**Figura 299.** Tabla de datos Garantizados, poste de madera importada  
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad

## **CRUCETAS Y BRAZOS DE MADERA IMPORTADA**

### **1. NORMAS APLICABLES.**

ANSI O5.3    SOLID SAWN-WOOD CROSSARMS AND BRACES  
                  SPECIFICATIONS AND DIMENSIONS

AWPA        AMERICAN WOOD PRESERVERS ASSOCIATION

### **2. CONDICIONES AMBIENTALES.**

Las crucetas y brazos se instalarán en zonas con las siguientes condiciones ambientales:

- Altitud sobre nivel del mar    :    hasta 4800 m.
- Humedad relativa                :    50 a 95%
- Temperatura ambiente         :    -15 °C a 30 °C
- Precipitación pluvial            :    moderada a intensa

### **3. REQUERIMIENTOS TÉCNICOS DEL MATERIAL.**

#### **3.1 Especie forestal:**

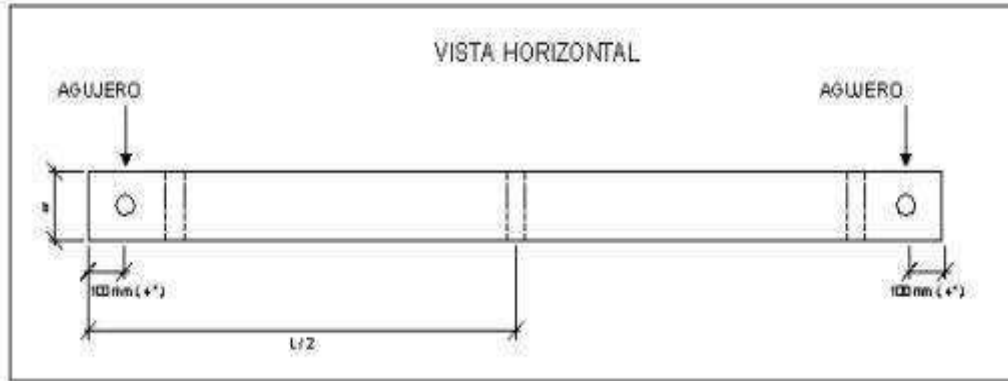
- Las crucetas y brazos de madera importados serán fabricados de la especie forestal denominada Coastal Douglas fir (Pseudotsuga menziesii variedad menziesii)..

#### **3.2 Defectos prohibidos:**

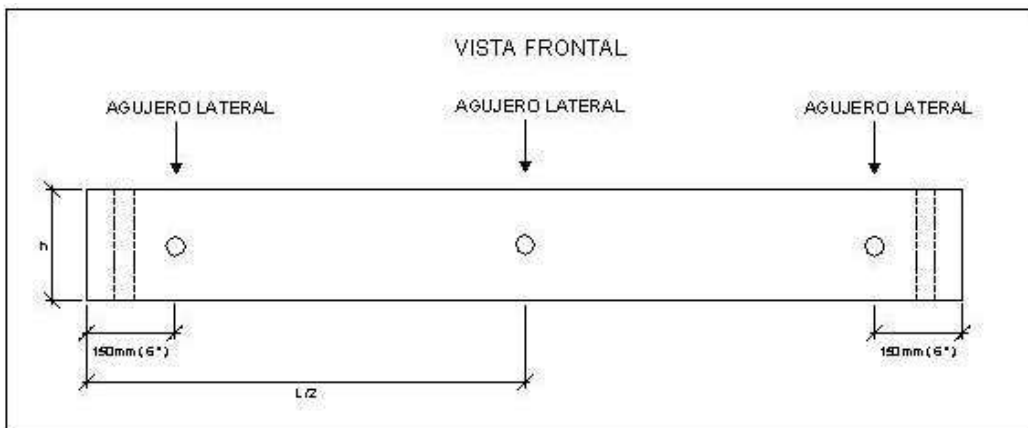
- Las crucetas y brazos estarán libres de rajaduras (splits), fracturas (crack) de los siguientes defectos prohibidos indicados en el numeral 12.1 de la norma ANSI 05.3:

### 3.3 Defectos limitados

Se aceptará los defectos limitados indicados en la norma ANSI O5.3.

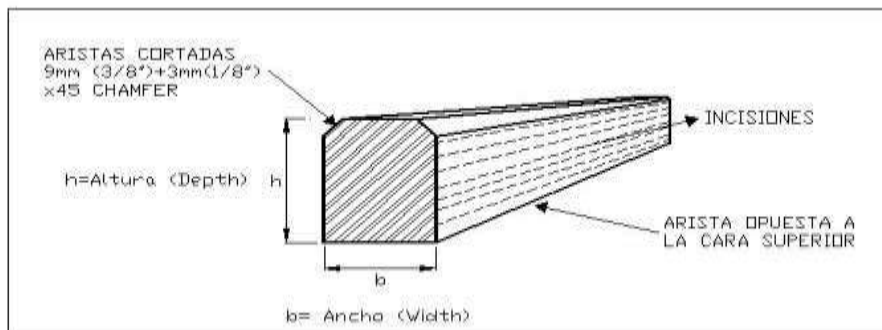


**Figura 300.** Agujeros en el lado superior de la cruceta  
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad



**Figura 301.** Agujeros en el lado lateral de la cruceta  
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad

### 3.4 Fabricación:



**Figura 302.** cruceta con chamfer en las dos aristas de la cara superior incisiones y partes de la sección  
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad

#### 4. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

N°	CARACTERISTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	VALOR GARANTIZADO
1.0	FABRICANTE			
2.0	ESPECIE FORESTAL		DOUGLAS FIR COASTAL	
3.0	ESFUERZO DE ROTURA A LA FLEXION (*)	Mpa (lb/pulg <sup>2</sup> )	53 (7 700)	
4.0	MODULO DE ELASTICIDAD (*)	Mpa (x10 <sup>6</sup> lb/pulg <sup>2</sup> )	10 800 (1,56)	
5.0	ESFUERZO DE COMPRESION PARALELA AL GRANO (*)	Mpa (lb/pulg <sup>2</sup> )	26,1 (3 780)	
6.0	ESFUERZO DE COMPRESION PERPENDICULAR AL GRANO (*)	Mpa (lb/pulg <sup>2</sup> )	2,6 (380)	
7.0	CIZALLAMIENTO (*)	Mpa (lb/pulg <sup>2</sup> )	6,2 (900)	
8.0	METODO DE TRATAMIENTO		VACIO-PRESION	
9.0	SUSTANCIA PRESERVANTE		PENTAFLOROFENOL	
10.0	RETENCION MINIMA	Kg/m <sup>3</sup> (lb/pulg <sup>3</sup> )	6,4 (0,4)	
11.0	PENETRACION MINIMA	mm	AWPA C-25	
12.0	NORMAS DE FABRICACION, TRATAMIENTO Y PRUEBAS		ANSI 05.3-95 AWPA	
13.0	MASA POR UNIDAD	Kg (lb)		
14.0	PROPUESTA DE TRES EMPRESAS PARA LA INSPECCION INDEPENDIENTE EN FABRICA			
	1.-			
	2.-			
	3.-			

(\*) Valores de Madera en Verde.

**Figura 303.** Tabla de datos Garantizados, crucetas y brazos de madera importada  
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad



## **AISLADORES TIPO PIN DE PORCELANA**

### **1. NORMAS APLICABLES**

ANSI C.29.1 AMERICAN NATIONAL STANDARD TEST METHODS  
FOR ELECTRICAL POWER INSULATORS

ANSI C29.6 AMERICAN NATIONAL STANDARD FOR WET-  
PROCESS PORCELAIN INSULATORS (HIGH-VOLTAGE  
PIN TYPE)

### **2. CONDICIONES AMBIENTALES.**

Los aisladores se instalarán en zonas con las siguientes condiciones ambientales:

- Altitud sobre el nivel del mar : hasta 4 500 m
- Humedad relativa : entre 50 y 95%
- Temperatura ambiente : -15 °C y 30 °C
- Contaminación ambiental : De escasa a moderada

### **3. CONDICIONES DE OPERACIÓN.**

El sistema eléctrico en el cual operarán los aisladores tipo PIN, tiene las siguientes características:

- Tensión de servicio de la red : 22,9 kV – 13,2 kV
- Tensión máxima de servicio : 25 kV – 14,5 kV
- Frecuencia de la red : 60 Hz
- Naturaleza del neutro : efectivamente puesto a tierra



No.	CARACTERISTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	VALOR GARANTIZADO (*)
1.0	FABRICANTE			
2.0	NUMERO DE CODIGO DEL CATALOGO DEL FABRICANTE			
3.0	MODELO O CODIGO DEL AISLADOR (SEGÚN CATALOGO)			
4.0	CLASE ANSI		56-3	
5.0	MATERIAL AISLANTE		Porcelana	
6.0	NORMA DE FABRICACION		ANSI C 29.6	
7.0	DIMENSIONES:			
7.1	DIAMETRO MAXIMO	mm	266	
7.2	ALTURA	mm	190	
7.3	LONGITUD DE LINEA DE FUGA	mm	533	
7.4	DIAMETRO DE AGUJERO PARA ACOPLAMIENTO	mm	35	
8.0	CARACTERISTICAS MECANICAS:			
8.1	RESISTENCIA A LA FLEXION	kN	13	
9.0	CARACTERISTICAS ELECTRICAS			
9.1	TENSION DE FLAMEO A BAJA FRECUENCIA			
	* EN SECO	kV	125	
	* BAJO LLUVIA	kV	80	
9.2	TENSION CRITICA DE FLAMEO AL IMPULSO			
	* POSITIVA	kVp	200	
	* NEGATIVA	kVp	265	
9.3	TENSION DE PERFORACION	kV	165	
10.0	CARACTERISTICAS DE RADIO INTERFERENCIA:			
10.1	PRUEBA DE TENSION EFICAZ A TIERRA PARA INTERFERENCIA	kV	30	
10.2	TENSION MAXIMA DE RADIO INTERFERENCIA A 1000 Khz, EN AISLADOR TRATADO CON BARNIZ SEMICONDUCTOR	uV	200	
11.0	MASA POR UNIDAD	Kg		
12.0	MATERIAL DEL ROSCADO EL AGUJERO PARA LA ESPIGA DE CABEZA DE PLOMO		EN LA PORCELANA	

**Figura 305.** Tabla de datos Garantizados, aislador tipo pin ANSI 56-3  
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad

No.	CARACTERISTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	VALOR GARANTIZADO (*)
1.0	FABRICANTE			
2.0	NUMERO DE CODIGO DEL CATALOGO DEL FABRICANTE			
3.0	MODELO O CODIGO DEL AISLADOR (SEGÚN CATALOGO)			
4.0	CLASE ANSI		56-4	
5.0	MATERIAL AISLANTE		Porcelana	
6.0	NORMA DE FABRICACION		ANSI C 29.6	
7.0	DIMENSIONES:			
7.1	DIAMETRO MAXIMO	mm	304	
7.2	ALTURA	mm	241	
7.3	LONGITUD DE LINEA DE FUGA	mm	685	
7.4	DIAMETRO DE AGUJERO PARA ACOPLAMIENTO	mm	35	
8.0	CARACTERISTICAS MECANICAS:			
8.1	RESISTENCIA A LA FLEXION	kN	13	
9.0	CARACTERISTICAS ELECTRICAS			
9.1	TENSION DE FLAMEO A BAJA FRECUENCIA			
	* EN SECO	kV	140	
	* BAJO LLUVIA	kV	95	
9.2	TENSION CRITICA DE FLAMEO AL IMPULSO			
	* POSITIVA	kVp	225	
	* NEGATIVA	kVp	310	
9.3	TENSION DE PERFORACION	kV	185	
10.0	CARACTERISTICAS DE RADIO INTERFERENCIA:			
10.1	PRUEBA DE TENSION EFICAZ A TIERRA PARA INTERFERENCIA	kV	30	
10.2	TENSION MAXIMA DE RADIO INTERFERENCIA A 1000 Khz, EN AISLADOR TRATADO CON BARNIZ SEMICONDUCTOR	uV	200	
11.0	MASA POR UNIDAD	Kg		
12.0	MATERIAL DEL ROSCADO EL AGUJERO PARA LA ESPIGA DE CABEZA DE PLOMO		EN LA PORCELANA	

**Figura 306.** Tabla de datos Garantizados, aislador tipo pin ANSI 56-4  
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad

## AISLADORES POLIMERICOS TIPO SUSPENSIÓN

### 1. NORMAS APLICABLES.

ANSI C29.11 AMERICAN NATIONAL STANDARD FOR COMPOSITE  
SUSPENSIÓN INSULATORS FOR OVERHEAD  
TRANSMISSION LINES TESTS

IEC 1109 COMPOSITE INSULATORS FOR A. C. OVERHEAD LINES  
WITH A NOMINAL VOLTAGE GREATER THAN 1000 V –  
DEFINITIONS, TEST METHODS AND ACCEPTANCE  
CRITERIA

IEC 815 GUIDE FOR SELECTION OF INSULATORS IN RESPECT  
OF POLLUTED CONDITIONS

ASTM A153 SPECIFICATION FOR ZINC COATING (HOT DIP)  
ON IRON AND STEEL HARDWARE

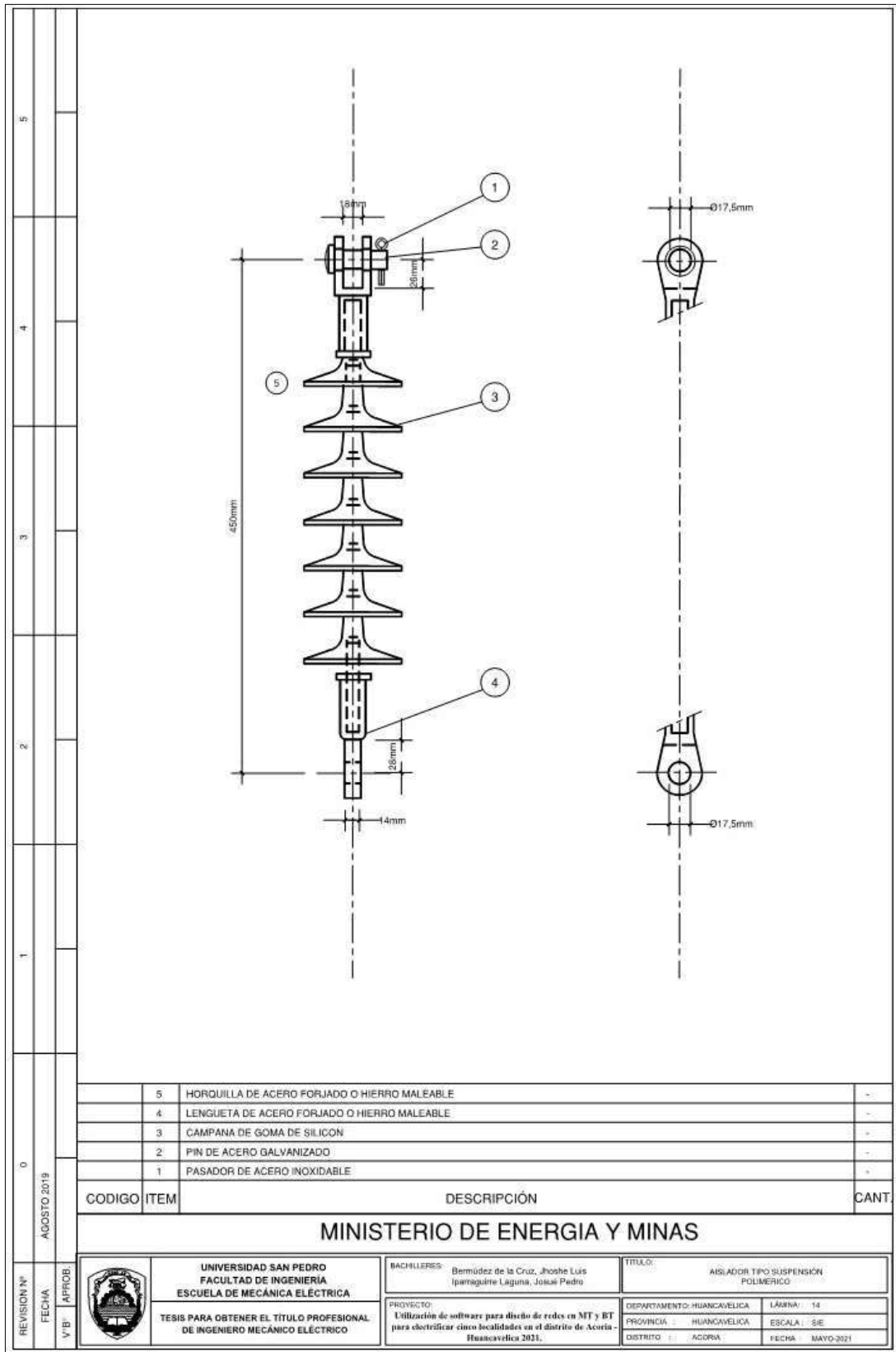
### 2. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

#### 2.1 Núcleo:

El núcleo será de fibra de vidrio reforzada con resina epóxica de alta dureza, resistente a los ácidos y, por tanto, a la rotura frágil; tendrá forma cilíndrica y estará destinado a soportar la carga mecánica aplicada al aislador.

#### 2.2 Recubrimiento del núcleo:

El núcleo de fibra de vidrio tendrá un revestimiento hidrófugo de goma de silicón de una sola pieza aplicado por extrusión o moldeo por inyección. Este recubrimiento no tendrá juntas ni costuras, será uniforme, libre de imperfecciones y estará firmemente unido al núcleo; tendrá un espesor mínimo de 3 mm en todos sus puntos.



**Figura 307.** Lamina de detalle de aislador tipo suspensión  
 Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad

Nº	CARACTERISTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	VALOR GARANTIZADO
1.0	FABRICANTE			
2.0	MODELO O NUMERO DE CATALOGO			
3.0	PAIS DE FABRICACION			
4.0	NORMAS APLICABLES		IEC-1109 ANSI – 29.11	
5.0	TENSION DE DISEÑO	kV	36	
6.0	MATERIAL DEL NUCLEO		FIBRA DE VIDRIO REFORZADO	
7.0	MATERIAL DEL RECUBRIMIENTO DEL NUCLEO		GOMA DE SILICON	
8.0	MATERIAL DE LAS CAMPANAS		GOMA DE SILICON	
	HERRAJES			
9.0	MATERIAL DE LOS HERRAJES		ACERO FORJADO O HIERRO MALEABLE	
10.0	NORMA DE GALVANIZACION		ASTM 153	
11.0	HERRAJE EXTREMO DE ESTRUCTURA		HORQUILLA (CLEVIS)	
12.0	HERRAJE DEL EXTREMO DE LINEA		LENGÜETA (TONGUE)	
	DIMENSIONES Y MASA			
13.0	LONGITUD DE LINEA DE FUGA	mm	650	
14.0	DISTANCIA DE ARCO EN SECO	mm		
15.0	LONGITUD TOTAL	mm		
16.0	DIAMETRO MINIMO DEL NUCLEO	mm		
17.0	NUMERO DE CAMPANAS	mm		
18.0	DIAMETRO DE CADA CAMPANA	mm		
19.0	ESPACIAMIENTO ENTRE CAMPANAS	mm		
20.0	MASA TOTAL	mm		
	VALORES DE RESISTENCIA MECANICA			
21.0	CARGA MECANICA GARANTIZADA (SML)	kN	70	
22.0	CARGA MECANICA DE RUTINA (RTL)	kN	35	
	TENSIONES ELECTRICAS DE PRUEBA			
23.0	TENSION CRITICA DE FLAMEO AL IMPULSO			
	- POSITIVA	kV	250	
	- NEGATIVA	kV	260	
24.0	TENSION DE FLAMEO A BAJA FRECUENCIA			
25.0	- EN SECO	KV	160	
	- BAJO LLUVIA	kV	100	

**Figura 308.** Tabla de datos Garantizados, aislador polimérico tipo suspensión  
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad

## **CONDUCTORES DE ALEACIÓN DE ALUMINIO**

### **1. NORMAS APLICABLES.**

#### **Para inspección y pruebas:**

IEC 61089	ROUND WIRE CONCENTRIC LAY OVERHEAD ELECTRICAL STRANDED CONDUCTORS
IEC 60104	ALUMINIUM-MAGNESIUM-SILICON ALLOY WIRE FOR OVERHEAD LINE CONDUCTORS

#### **Para fabrication:**

ASTM B398	ALUMINIUM ALLOY 6201-T81 WIRE FOR ELECTRICAL PURPOSES
ASTM B399	CONCENTRIC-LAY-STRANDED ALUMINIUM ALLOY 6201-T81 CONDUCTORS

### **2. DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL.**

El conductor de aleación de aluminio será fabricado con alambón de aleación de aluminio- magnesio-silicio, cuya composición química deberá estar de acuerdo con la Tabla 1 de la norma ASTM B 398; el conductor de aleación de aluminio será desnudo y estará compuesto de alambres cableados concéntricamente y de único alambre central; los alambres de la capa exterior serán cableados en el sentido de la mano derecha y las capas interiores se cablearán en sentido contrario entre sí.

El conductor tendrá las características y dimensiones que se indican en la Tablas de Datos Técnicos Garantizados de esta especificación.



N°	CARACTERISTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	VALOR GARANTIZADO
1	CARACTERISTICAS GENERALES			
1.1	FABRICANTE / PAIS			
1.3	NUMERO DE ALAMBRES		7	
1.4	NORMA DE FABRICACION Y PRUEBAS	IEC	1089	
		ASTM	B398	
		ASTM	B399	
2	DIMENSIONES:			
2.1	SECCION NOMINAL	mm <sup>2</sup>	35	
2.2	SECCION REAL	mm <sup>2</sup>	34,36	
2.3	DIAMETROS DE LOS ALAMBRES	mm	2,5	
2.4	DIAMETRO EXTERIOR DEL CONDUCTOR	mm	7,5	
3	CARACTERISTICAS MECANICAS:			
3.1	MASA DEL CONDUCTOR	kg/m	0,094	
3.2	CARGA DE ROTURA MINIMA	kN	10,35	
3.3	MODULO DE ELASTICIDAD INICIAL	kN/mm <sup>2</sup>		
3.4	MODULO DE ELASTICIDAD FINAL	kN/mm <sup>2</sup>	60,82	
3.5	COEFICIENTE DE LA DILATAACION TERMICA	1/°C	23x10 <sup>-6</sup>	
4	CARACTERISTICAS ELECTRICAS			
4.1	RESITENCIA ELECTRICA MAXIMA en C.C. a 20°C	Ohm/km	0,966	
4.2	COEFICIENTE TERMICO DE RESISTENCIA ELECTRICA	1/°C		

**Figura 309.** Tabla de datos Garantizados, conductor de aleación de aluminio  
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad

## ESPIGAS PARA AISLADORES TIPO PIN

### **1. NORMAS APLICABLES.**

ANSI C 135.17	AMERICAN NATIONAL STANDARD FOR GALVANIZED FERROUS BOLT-TYPE INSULATOR PINS WITH LEAD THREADS FOR OVERHEAD LINE CONSTRUCTION
ANSI C 135.22	AMERICAN NATIONAL STANDARD FOR GALVANIZED FERROUS POLE-TOP INSULATOR PINS WITH LEADS THREADS FOR OVERHEAD LINE CONSTRUCTION
ANSI B18.2.2	AMERICAN NATIONAL STANDARD FOR SQUARE AND HEX NUTS
ASTM A 153	ZINC COATING (HOT DIP) ON IRON AND STEEL HARDWARE
UNE 21-158-90	HERRAJES PARA LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS DE ALTA TENSIÓN

### **2. CONDICIONES AMBIENTALES.**

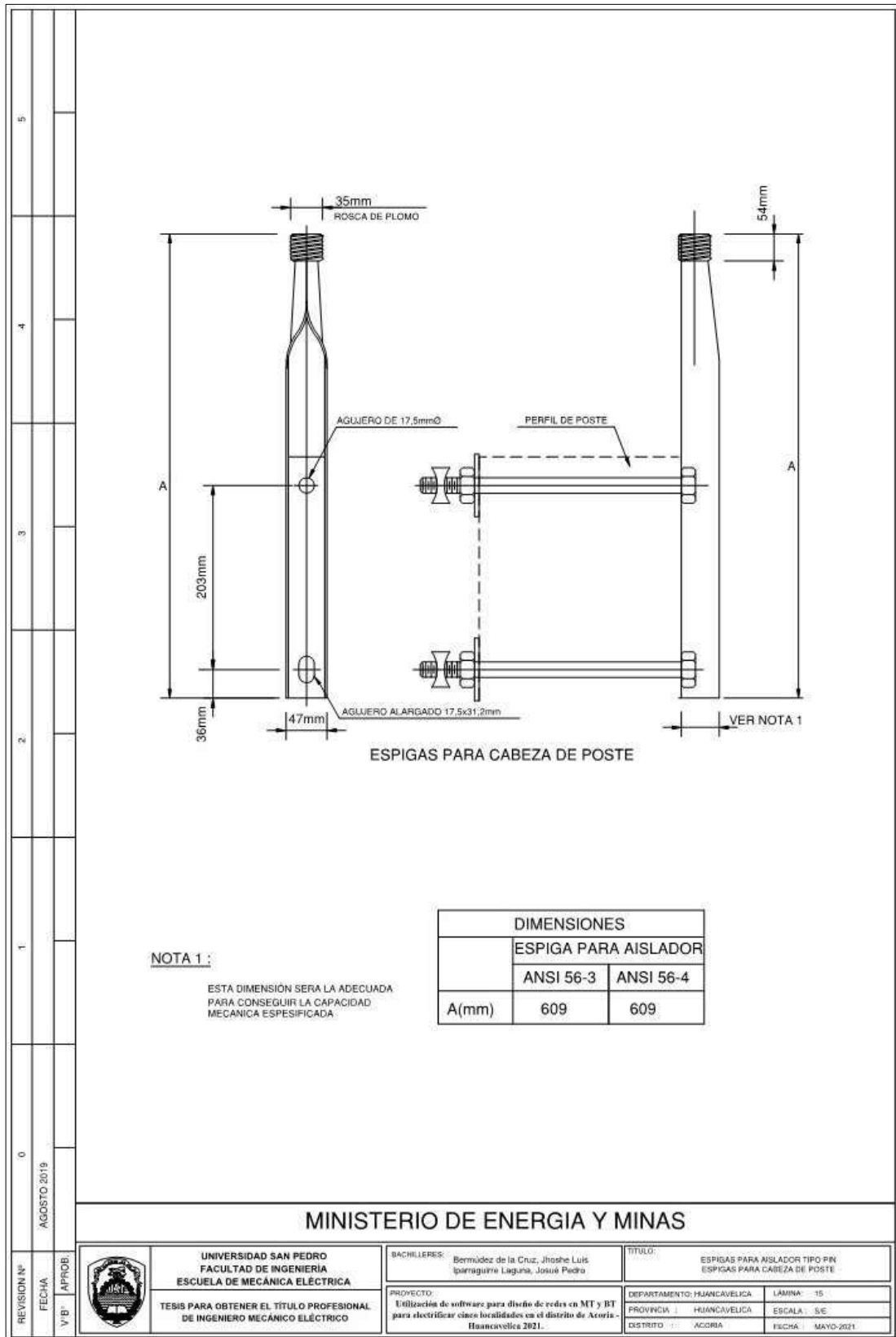
Las espigas se instalarán en una zona con las siguientes condiciones ambientales:

-	Altitud sobre el nivel del mar	hasta 4 000 m
-	Humedad relativa	entre 60 y 70%
-	Temperatura ambiente	entre -5 °C y 22 °C
-	Contaminación ambiental	escasa

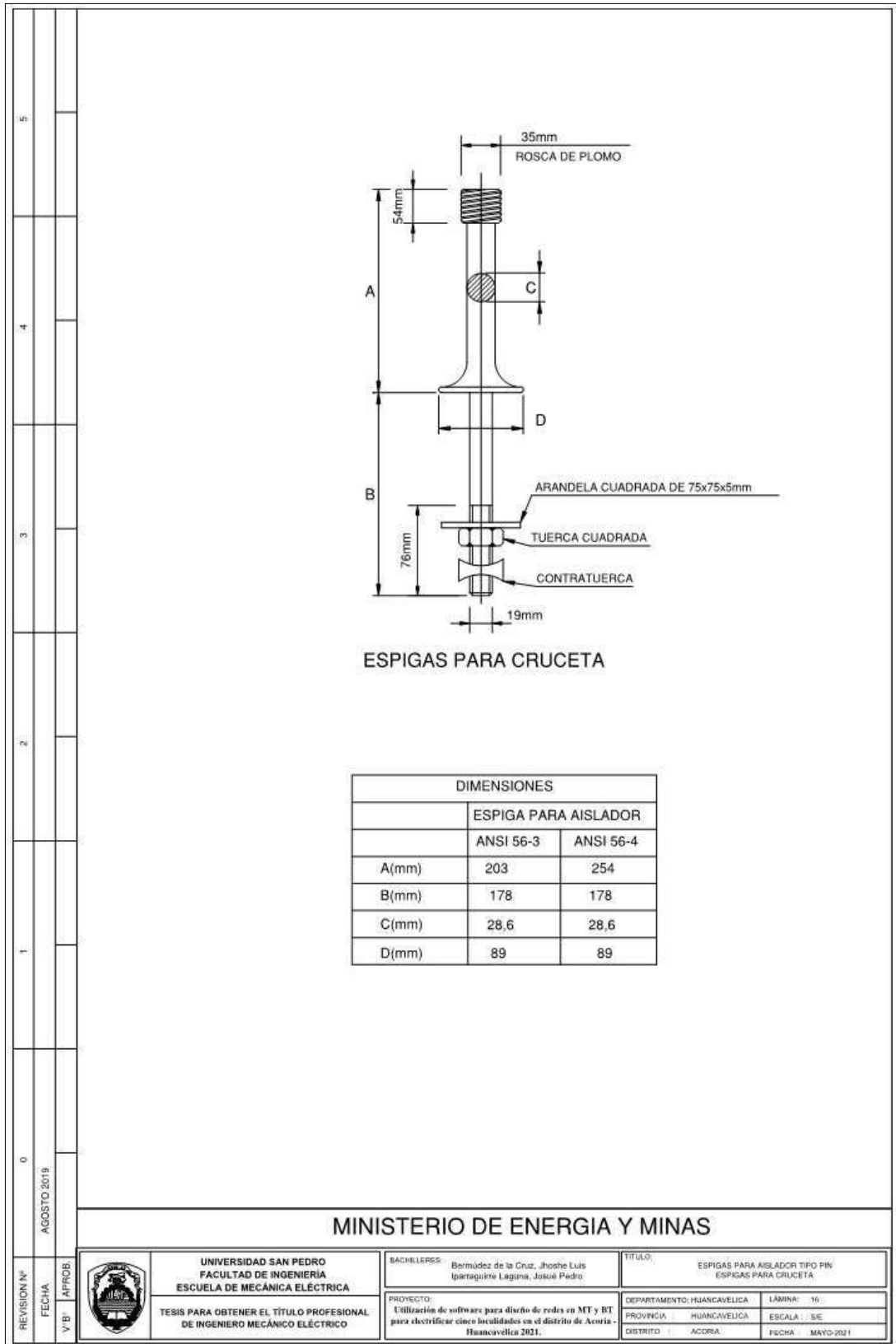
### **3. CARACTERÍSTICAS GENERALES.**

#### **3.1 Materiales:**

Los materiales para la fabricación de las espigas serán de hierro maleable o dúctil, o acero forjado, de una sola pieza.



**Figura 310.** Lamina de detalle de espigas para aislador tipo pin y espigas para cabeza de poste  
 Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad



**Figura 311.** Lamina de detalle de espigas para aislador tipo pin y espigas para cruceta  
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad

N°	CARACTERISTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	VALOR GARANTIZADO
1.0	FABRICANTE			
2.0	NUMERO O CODIGO DEL CATALOGO DEL FABRICANTE			
3.0	MODELO O CODIGO DEL AISLADOR (SEGÚN CATALOGO)			
4.0	MATERIAL DE FABRICACION			
5.0	CLASE DE GALVANIZACION ASTM		B	
6.0	AISLADOR TIPO PIN CON EL QUE SE USARA		ANSI 56-3 ANSI 56-4	
7.0	LONGITUD SOBRE LA CRUCETA	mm	178	
8.0	LONGITUD DE EMPOTRAMIENTO	mm	178	
9.0	DIAMETRO DE LA CABEZA DE PLOMO	mm	35	
10.0	DIAMETRO DE ESPIGA EN LA PARTE ENCIMA DE LA CRUCETA	mm	25	
11.0	DIAMETRO DE LA ESPIGA EN LA PARTE DEL EMPOTRAMIENTO	mm	19	
12.0	CARGA DE PRUEBA A 10 GRADOS DE DEFLEXION	kN	9,81	
13.0	NORMA DE FABRICACION Y PRUEBA	ANSI	C 135.17	
14.0	MASA POR UNIDAD	Kg		

**Figura 312.** Tabla de datos Garantizados, espiga recta para cruceta  
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad

Nº	CARACTERISTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	VALOR GARANTIZADO
1.0	FABRICANTE			
2.0	NUMERO O CODIGO DEL CATALOGO DEL FABRICANTE			
3.0	MODELO O CODIGO DEL AISLADOR (SEGÚN CATALOGO)			
4.0	MATERIAL DE FABRICACION			
5.0	CLASE DE GALVANIZACION ASTM		B	
6.0	AISLADOR TIPO PIN CON EL QUE SE UTILIZARA		ANSI 56-3 ANSI 56-4	
7.0	LONGITUD TOTAL	mm	508	
8.0	DIAMETRO DE LA CABEZA DE PLOMO	mm	35	
9.0	NUMERO DE AGUJEROS PARA PERNOS DE FIJACION A POSTE		2	
10.0	DISTANCIA ENTRE AGUJEROS	mm	203	
11.0	CARGA DE PRUEBA A 10 GRADOS DE DEFLEXION			
	TRANSVERSAL	kN	6,67	
	LONGITUDINAL	kN	5,4	
12.0	NORMA DE FABRICACION Y PRUEBAS	ANSI	C 135.22	
13.0	MASA POR UNIDAD	kg		

**Figura 313.** Tabla de datos Garantizados, espiga recta para cabeza de poste  
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad

## **ACCESORIOS DEL CONDUCTOR**

### **2. NORMAS DE FABRICACIÓN.**

UNE 21-159	ELEMENTOS DE FIJACION Y EMPALME PARA CONDUCTORES Y CABLES DE TIERRA DE LÍNEAS ELECTRICAS AEREAS DE ALTA TENSION
IEC 61897	REQUIREMENTS AND TEST FOR STOCKBRIDGE TYPE AEOLIAN VIBRATION DAMPERS
ASTM 153	STANDARD SPECIFICATION FOR ZINC-COATING (HOT-DIP) ON IRON AND STEEL HARDWARE

### **3. CONDICIONES AMBIENTALES.**

Los accesorios del conductor se instalarán en una zona con las siguientes condiciones ambientales:

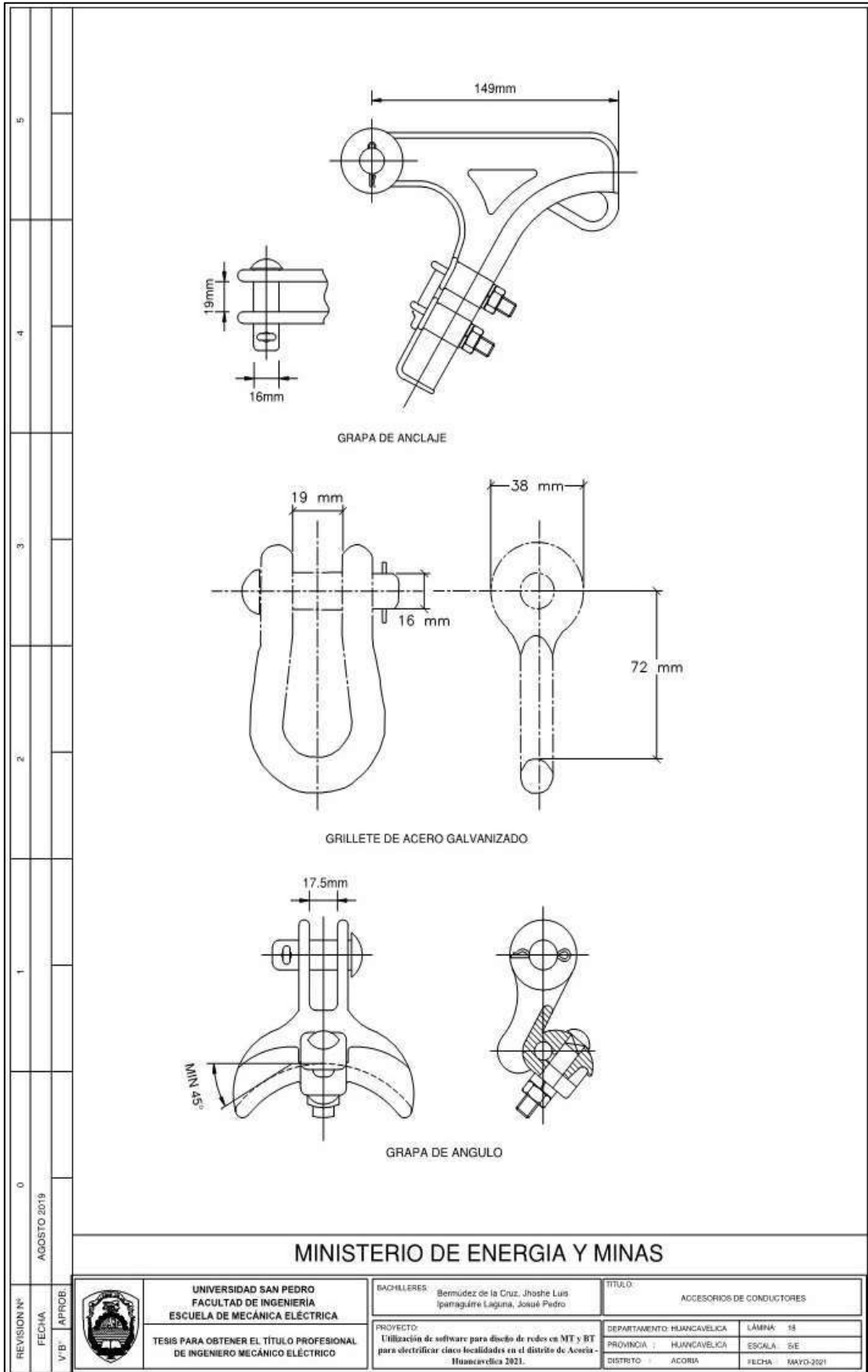
- Altitud sobre el nivel del mar : hasta 4 000 m
- Humedad relativa : entre 60 y 70%
- Temperatura ambiente : -5 °C y 22 °C
- Contaminación ambiental : escasa

### **4. CARACTERÍSTICAS GENERALES.**

#### **4.1 Materiales:**

Los materiales para la fabricación de los accesorios del conductor serán de aleaciones de aluminio procedentes de lingotes de primera fusión.

El Fabricante tendrá a disposición del Propietario la documentación que garantice la correspondencia de los materiales utilizados con los ofertados.





Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad

Nº	CARACTERISTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	VALOR GARANTIZADO
<b>1.0</b>	<b><u>GRAPA DE ANGULO</u></b>			
1.1	FABRICANTE			
1.2	NUMERO DE CATALOGOS DEL FABRICANTE			
1.3	MODELO O CODIGO DEL ACCESORIO			
1.4	MATERIAL DE FABRICACION		ALEACION DE ALUMINIO	
1.5	RANGO DE DIAMETROS DE CONDUCTORES INCLUYENDO VARILLAS DE ARMAR	mm <sup>2</sup>	16 - 95	
1.6	RANGO DE ANGULO DE UTILIZACION	Grados	30 - 90	
1.7	CARGA DE ROTURA y DESLIZAMIENTO MINIMA	kN	43 y 06	
1.8	NORMA DE FABRICACION		UNE 21-159	
1.9	MASA POR UNIDAD	kg		
<b>2.0</b>	<b><u>GRAPA DE ANCLAJE</u></b>			
2.1	FABRICANTE			
2.2	NUMERO DE CATALOGO DEL FABRICANTE			
2.3	MODELO O CODIGO DEL ACCESORIO			
2.4	MATERIAL DE FABRICACION		ALEACION DE ALUMINIO	
2.5	RANGO DE DIAMETRO DE CONDUCTORES INCLUYENDO VARILLAS DE ARMAR	mm <sup>2</sup>	16 - 95	
2.6	CARGA DE ROTURA y DESLIZAMIENTO MINIMA	kN	30 y 30	
2.7	NORMA DE FABRICACION		UNE 21-159	
2.8	MASA POR UNIDAD	kg		
<b>3.0</b>	<b><u>MANGUITO DE EMPALME</u></b>			
3.1	FABRICANTE			
3.2	NUMERO DE CATALOGO DEL FABRICANTE			
3.3	MODELO O CODIGO DEL ACCESORIO			
3.4	MATERIAL		ALEACION DE ALUMINIO	
3.5	SECCION DEL CONDUCTOR	mm <sup>2</sup>	35	
3.6	LONGITUD			
3.7	CARGA DE ROTURA y DESLIZAMIENTO MINIMA	%	95 y 90 %	
3.8	NUMERO DE COMPRESIONES REQUERIDAS			
3.9	NORMA DE FABRICACION		UNE 21-159	
3.10	MASA POR UNIDAD	kg		

**Figura 315.** Tabla de datos Garantizados, accesorios del conductor  
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad

Nº	CARACTERISTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	VALOR GARANTIZADO
<b>4.0</b>	<b><u>MANGUITO DE REPARACION</u></b>			
4.1	FABRICANTE			
4.2	NUMERO DE CATALOGOS DEL FABRICANTE			
4.3	MODELO O CODIGO DEL ACCESORIO			
4.4	MATERIAL		ALEACION DE ALUMINIO	
4.5	SECCION DEL CONDUCTOR	mm <sup>2</sup>	35	
4.6	LONGITUD	m		
4.7	NORMA DE FABRICACION		UNE 21-159	
4.9	MASA POR UNIDAD	kg		
<b>5.0</b>	<b><u>AMORTIGUADOR DE VIBRACION</u></b>			
5.1	FABRICANTE			
5.2	NUMERO DE CATALOGO DEL FABRICANTE			
5.3	MODELO O CODIGO DEL ACCESORIO			
5.4	MATERIAL DE LA GRAPA DE FIJACION AL CONDUCTOR		ALEACION DE ALUMINIO	
5.5	MATERIAL DE LAS PESAS		SEGÚN ESPECIFICACION	
5.6	MOMENTO DE INERCIA	cm <sup>4</sup>		
5.7	SECCION DEL CONDUCTOR	mm <sup>2</sup>	35	
5.8	NORMA DE FABRICACION		IEC 61897	
5.9	MASA POR UNIDAD	kg		
<b>6.0</b>	<b><u>GRAPA DE DOBLE VIA</u></b>			
6.1	FABRICANTE			
6.2	NUMERO DE CATALOGO DEL FABRICANTE			
6.3	MODELO O CODIGO DEL ACCESORIO			
6.4	MATERIAL DE FABRICACION		ALUMINIO	
6.5	SECCION DEL CONDUCTOR	mm <sup>2</sup>	35	
6.6	TORQUE DE AJUSTE RECOMENDADO	N-m		
6.7	DIMENSIONES (Adjuntar planos)	mm		
6.8	NORMA DE FABRICACION		UNE 21-159	
6.9	MASA POR UNIDAD	kg		

**Figura 316.** Tabla de datos Garantizados, accesorios del conductor (continuación 1)  
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad

Nº	CARACTERISTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	VALOR GARANTIZADO
<b>7.0</b>	<b><u>VARILLA DE ARMAR SIMPLE</u></b>			
7.1	FABRICANTE			
7.2	NUMERO DE CATALOGO DEL FABRICANTE			
7.3	MODELO O CODIGO DEL ACCESORIO			
7.4	MATERIAL		ALEACION DE ALUMINIO	I
7.5	DIMENSIONES (Adjuntar planos)	mm		
7.6	SECCION DE CONDUCTOR A APLICARSE	mm <sup>2</sup>	35	
7.7	NUMERO DE ALAMBRES			
7.8	NORMA DE FABRICACION			
7.9	MASA POR UNIDAD	kg		
<b>8.0</b>	<b><u>VARILLA DE ARMAR DOBLE</u></b>			
8.1	FABRICANTE			
8.2	NUMERO DE CATALOGO DE FABRICANTE			
8.3	MODELO O CODIGO DEL ACCESORIO			
8.4	MATERIAL		ALEACION DE ALUMINIO	
8.5	DIMENSIONES (Adjuntar Planos)			
8.6	SECCION DEL CONDUCTOR A APLICARSE	mm <sup>2</sup>	35	
8.7	NUMERO DE ALAMBRES			
8.8	NORMA DE FABRICACION			
8.9	MASA POR UNIDAD	kg		
<b>9.0</b>	<b><u>ALAMBRE DE AMARRE</u></b>			
9.1	MATERIAL		ALUMINIO RECOCIDO	I
8.6	SECCION DEL CONDUCTOR A APLICARSE	mm <sup>2</sup>	16	

**Figura 317.** Tabla de datos Garantizados, accesorios del conductor (continuación 2)

Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad

## **CABLE DE ACERO GRADO SIEMENS- MARTIN PARA RETENIDAS**

### **1. NORMAS APLICABLES.**

ASTM A 475	STANDARD SPECIFICATION FOR ZINC-COATED STEEL WIRE STRAND
ASTM A 90	STANDARD TEST METHOD FOR WEIGHT OF COATING ON ZINC - COATED (GALVANIZED) IRON OF STEEL ARTICLES.

### **2. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL CABLE.**

El cable para las retenidas será de acero recubierto con aluminio. Tendrá las características y dimensiones que se indican en la Tabla de Datos Técnicos Garantizados.

#### **2.1 Material:**

El material de base será acero producido por cualquiera de los siguientes procesos de fabricación: horno de hogar abierto, horno de oxígeno básico u horno eléctrico, el cableado final y los alambres individuales tengan las características prescritas por la norma ASTM A 475.

#### **2.2 Cableado:**

Los alambres de la capa exterior serán cableados en el sentido de la mano izquierda.

Nº	CARACTERISTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	VALOR GARANTIZADO
1.0	FABRICANTE			
2.0	PAIS DE FABRICACION			
3.0	NUMERO DE CATALOGO DEL FABRICANTE			
4.0	MATERIAL		Acero	
5.0	GRADO		SIEMENS-MARTIN	
6.0	CLASE DE GALVANIZADO SEGUN NORMA ASTM		B	
7.0	DIAMETRO NOMINAL	mm	10	
8.0	NUMERO DE ALAMBRES		7	
9.0	DIAMETRO DE CADA ALAMBRE	mm	3,05	
10.0	SECCION NOMINAL	mm <sup>2</sup>	50	
11.0	CARGA DE ROTURA MINIMA	kN	30,92	
12.0	SENTIDO DEL CABLEADO		Izquierdo	
13.0	MASA	kg/m	0,400	
14.0	NORMA DE FABRICACION	ASTM	A 475	

**Figura 318.** Tabla de datos Garantizados, cable de acero grado siemens-Martín para retenidas  
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad

## ACCESORIOS METÁLICOS PARA POSTES Y CRUCETAS

### 1. NORMAS APLICABLES.

ASTM A 7	FORGED STEEL
ANSI A 153	ZINC COATING (HOT DIP) ON IRON AND STEEL HARDWARE
ANSI C 135.1	AMERICAN NATIONAL STANDARD FOR GALVANIZED STEEL BOLTS AND NUTS FOR OVERHEAD LINE CONSTRUCTION
ANSI C 135.4	AMERICAN NATIONAL STANDARD FOR GALVANIZED FERROUS EYEBOLTS AND NUTS FOR OVERHEAD LINE CONSTRUCTION
ANSI C 135.5	AMERICAN NATIONAL STANDARD FOR GALVANIZED FERROUS EYENUTS AND EYELETS FOR OVERHEAD LINE CONSTRUCTION
ANSI C 135.3	AMERICAN NATIONAL STANDARD FOR ZINC- COATED FERROUS LAG SCREWS FOR POLE AND TRANSMISSION LINE CONSTRUCTION
ANSI C 135.20	AMERICAN NATIONAL STANDARD FOR LINE CONSTRUCTION - ZINC COATED FERROUS INSULATOR CLEVISES
ANSI C 135.31	AMERICAN NATIONAL STANDARD FOR ZINC- COATED FERROUS SINGLE AND DOUBLE UPSET

SPOOL INSULATOR BOLTS FOR OVERHEAD LINE  
CONSTRUCTION

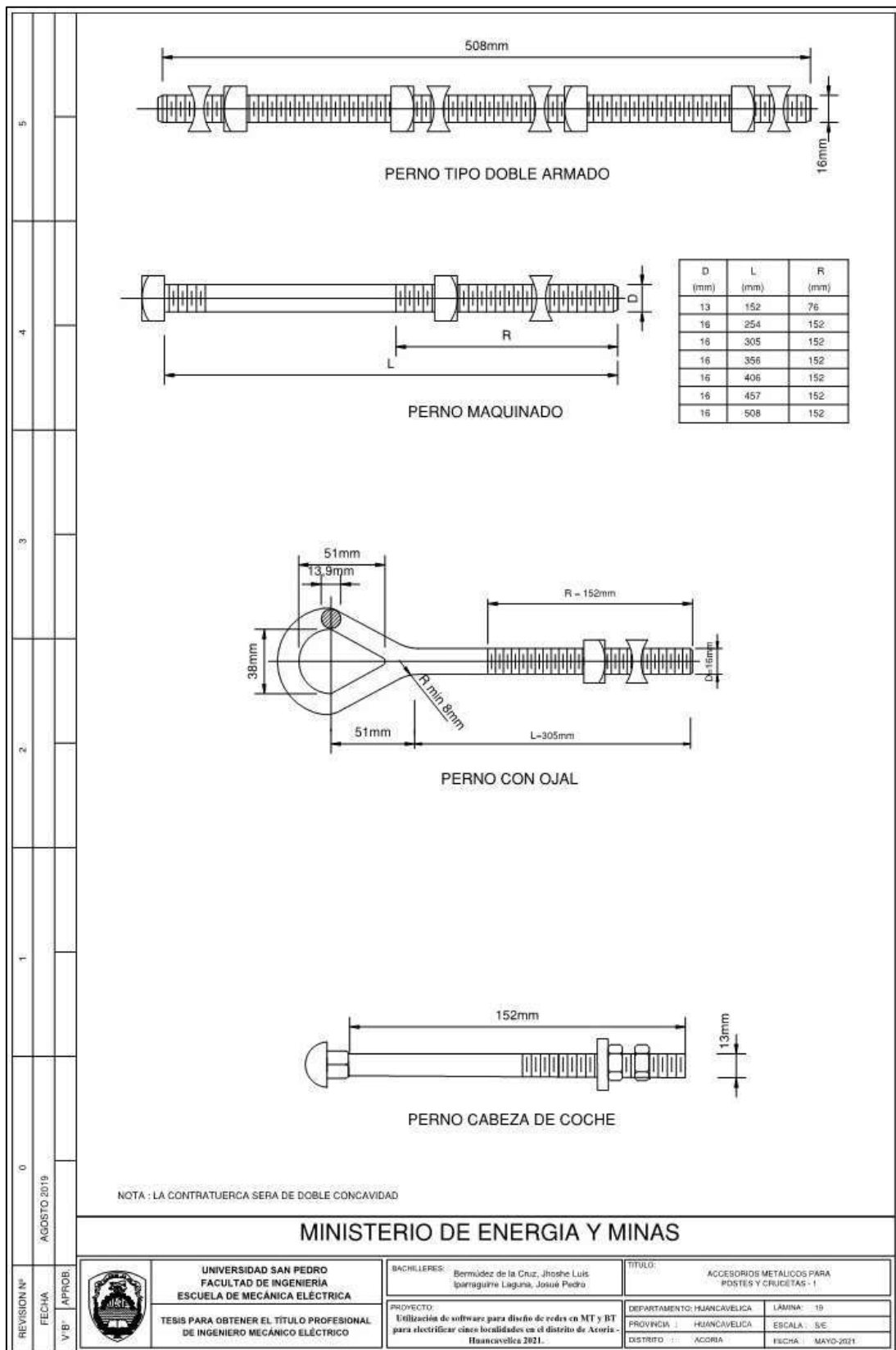
ANSI B18.2.2 AMERICAN NATIONAL STANDARD FOR SQUARE  
AND HEX NUTS

UNE 21-158-90 HERRAJES PARA LINEAS ELECTRICAS AEREAS DE  
ALTA TENSION

**2. DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES.**

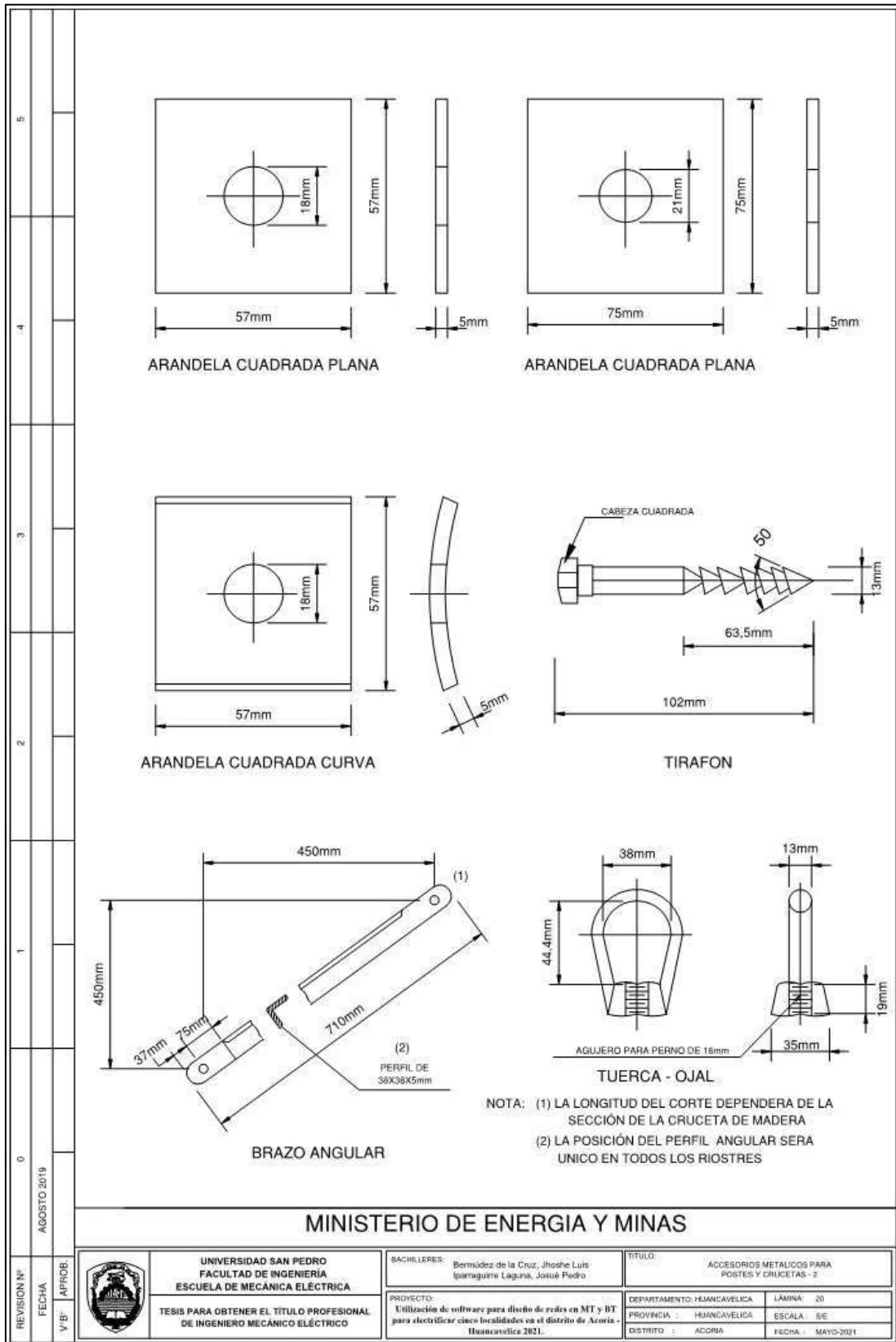
Los accesorios metálicos para crucetas tendrán las características y dimensiones que se indican en la Tabla de Datos Técnicos Garantizados.

Además, En las láminas adjuntas se muestran las dimensiones y configuración de los accesorios metálico para postes y crucetas.



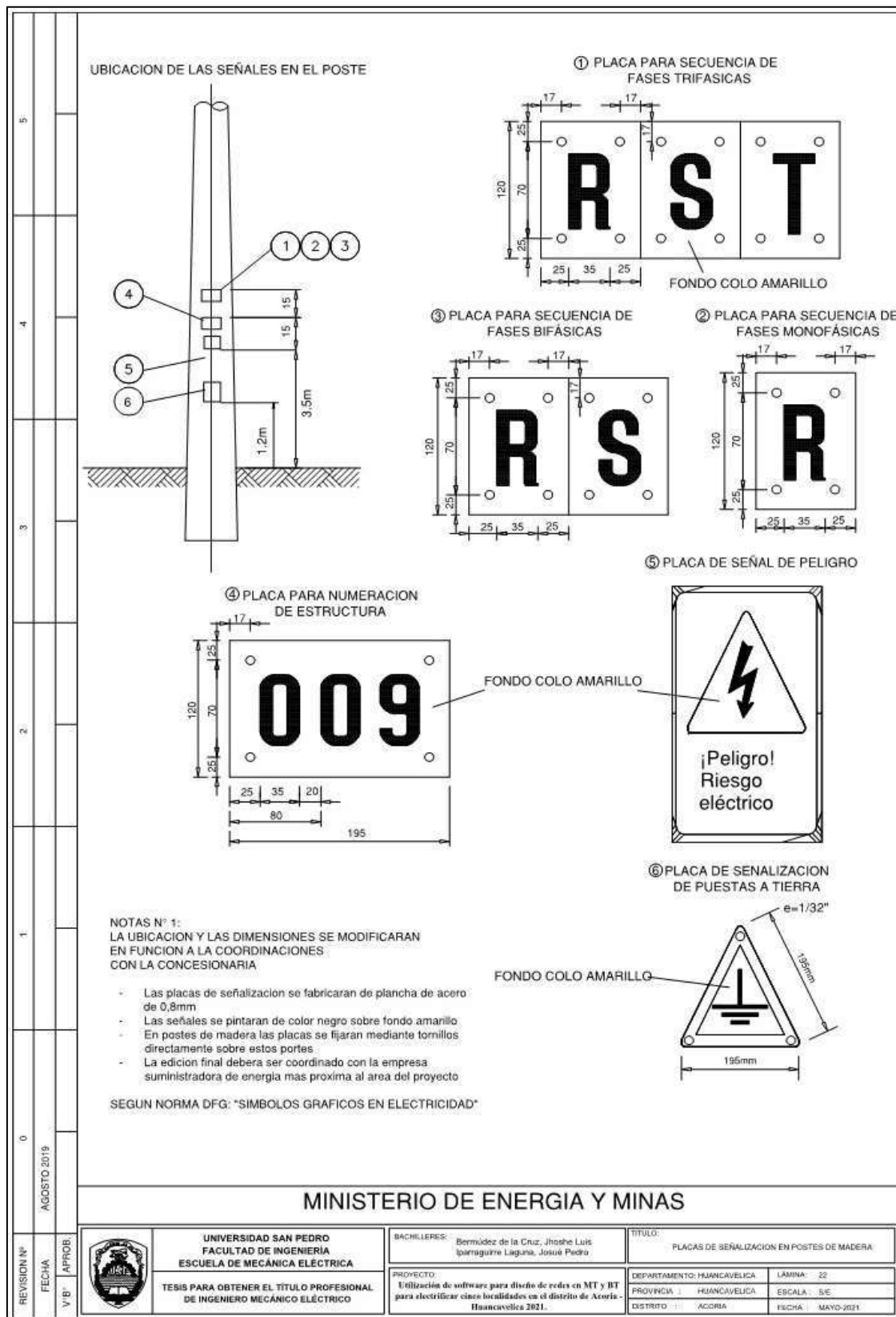
**Figura 319.** Lamina de detalle de accesorios metálicos para postes y crucetas  
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad





**Figura 320.** Lamina de detalle de accesorios metálicos para postes y crucetas (continuación)

Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad



**Figura 321.** Lamina de detalle de placas de señalización  
 Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad

Nº	CARACTERISTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	VALOR GARANTIZADO
<b>1.0</b>	<b><u>PERNOS MAQUINADOS</u></b>			
1.1	FABRICANTE			
1.2	MATERIAL DE FABRICACION		ACERO	
1.3	CLASE DE GALVANIZACION SEGUN ASTM		B	
1.4	NORMA DE FABRICACION	ANSI C 135.1		
1.5	CARGA DE ROTURA MINIMA			
1.5.1	PERNO DE 13 mm	kN	35	
1.5.2.	PERNO DE 16 mm	kN	55	
1.5.2.	PERNO DE 19 mm	kN	55	
1.6	MASA POR UNIDAD			
1.6.1.	PERNO DE 13 mm Diám. x 152,4 mm	kg		
1.6.2.	PERNO DE 13 mm Diám. x 254 mm	kg		
1.6.3.	PERNO DE 16 mm Diám. x 254 mm	kg		
1.6.4.	PERNO DE 16 mm Diám. x 304,8 mm	kg		
1.6.5.	PERNO DE 16 mm Diám. x 355,6 mm	Kg		
1.6.6.	PERNO DE 16 mm Diám. x 406,4 mm	Kg		
1.6.7.	PERNO DE 16 mm Diám. x 457,2 mm	Kg		
1.6.8.	PERNO DE 16 mm Diám. x 508 mm	Kg		
1.6.9.	PERNO DE 19 mm Diám. x 457,2 mm	Kg		
1.7	FORMA DE LA CABEZA y TUERCA DEL PERNO		CUADRADA	
1.8	TIPO DE CONTRATUERCA CUADRADA		DOBLE CONCAVIDAD	
<b>2.0</b>	<b><u>PERNO OJO</u></b>			
2.1	FABRICANTE			
2.2	MATERIAL DE FABRICACION		ACERO	
2.3	CLASE DE GALVANIZACION SEGUN ASTM		B	
2.4	DIMENSIONES			
2.4.1.	LONGITUD	mm	250	
2.4.2	DIAMETRO	mm	16	
2.5	NORMA DE FABRICACION		ANSI C 135.4	
2.6	CARGA MINIMA DE ROTURA	kN	55	
2.7	MASA POR UNIDAD			
2.7.1	PERNO DE 16 mm Diám. x 254 mm	kg		
2.7.2	PERNO DE 16 mm Diám. x 304,8 mm	kg		
2.7.3	PERNO DE 16 mm Diám. x 355,6 mm	Kg		
2.8	FORMA DE LA TUERCA DEL PERNO		CUADRADA	
2.9	TIPO DE CONTRATUERCA CUADRADA		DOBLE CONCAVIDAD	
<b>3.0</b>	<b><u>TUERCA – OJO</u></b>			
3.1	FABRICANTE			
3.2	MATERIAL DE FABRICACION			
3.3	CLASE DE GALVANIZACION ASTM		B	
3.4	DIMENSIONES	mm		
3.5	DIAMETRO DEL PERNO A CONECTAR	mm	16	
3.6	NORMA DE FABRICACION	ANSI C 135.5		
3.7	CARGA MINIMA DE ROTURA	kN	55	
3.8	MASA POR UNIDAD	Kg		

**Figura 322.** Tabla de datos Garantizados, accesorios metálicos para postes y crucetas  
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad

Nº	CARACTERISTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	VALOR GARANTIZADO
<b>4.0</b>	<b><u>PERNO TIPO DOBLE ARMADO</u></b>			
4.1	FABRICANTE			
4.2	MATERIAL DE FABRICACION		ACERO	
4.3	CLASE DE GALVANIZADO SEGUN ASTM		B	
4.4	DIMENSIONES			
4.4.1	DIAMETRO	mm	16	
4.4.2	LONGITUD			
4.4.2.1	PERNO DE 16 mm Diám.	mm	457	
4.4.2.2	PERNO DE 16 mm Diám	mm	508	
4.5	NORMA DE FABRICACION			
4.6	CARGA MINIMA DE ROTURA	kN	55	
4.7	FORMA DE LAS CUATRO TUERCAS DEL PERNO		CUADRADA	
4.8	TIPO DE LAS CUATRO CONTRAUERCAS CUADRADAS		DOBLE CONCAVIDAD	
<b>5.0</b>	<b><u>BRAZO – SOPORTE (RIOSTRA)</u></b>			
5.1	FABRICANTE			
5.2	MATERIAL		ACERO	
5.3	CLASE DE GALVANIZACION		B	
5.4	DIMENSIONES DEL PERFIL ANGULAR	mm	38 x 38 x 5	
5.4.1	LONGITUD	mm	710 y 1350	
5.5	CONFIGURACION GEOMETRICA BRAZO (Adjuntar Plano)			
5.6	NORMA PARA INSPECCION y PRUEBA		UNE 21-158-90	
5.7	MASA POR UNIDAD	kg		
5.6.1	BRAZO SOPORTE - PERFIL ANGULAR L = 710 mm	kg		
5.6.2	BRAZO SOPORTE - PERFIL ANGULAR L = 1350 mm	kg		
<b>6.0</b>	<b><u>ARANDELA PLANA CUADRADA</u></b>			
6.1	FABRICANTE			
6.2	MATERIAL		ACERO	
6.3	CLASE DE GALVANIZACION SEGUN ASTM		B	
6.4	DIMENSIONES			
6.4.1	LADO	mm	57	
6.4.2	ESPESOR	mm	5	
6.4.3	DIAMETRO DEL AGUJERO CENTRAL	mm	17,5	
6.5	CARGA MINIMA DE ROTURA POR CORTE	kN	55	
6.6	NORMA PARA INSPECCION y PRUEBA		UNE 21-158-90	
<b>7.0</b>	<b><u>ARANDELA CUADRADA CURVA</u></b>			
7.1	FABRICANTE			
7.2	MATERIAL DE FABRICACION		ACERO	
7.3	CLASE DE GALVANIZACION SEGUN ASTM		B	
7.4	DIMENSIONES			
7.4.1	LADO	mm	57 - 76	
7.4.2	ESPESOR	mm	5	
7.4.3	DIAMETRO DEL AGUJERO CENTRAL	mm	17,5	
7.4.4	RADIO CURVATURA	mm		
7.4.5	CARGA MINIMA DE ROTURA POR CORTE	kN	55	
7.4.6	NORMA PARA INSPECCION y PRUEBA		UNE 21-158-90	
7.4.7	MASA POR UNIDAD	kg		

**Figura 323.** Tabla de datos Garantizados, accesorios metálicos para postes y crucetas (continuación)

Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad

## **ACCESORIOS METALICOS PARA RETENIDAS**

### **1. NORMAS APLICABLES.**

ASTM A 7	FORGED STEEL
ANSI A 153	ZINC COATING (HOT DIP) ON IRON AND STEEL HARDWARE
ANSI C 135.2	AMERICAN NATIONAL STANDARD FOR THREADED ZINC-COATED FERROUS STRAND-EYE ANCHOR AND NUTS FOR OVERHEAD LINE CONSTRUCTION
ANSI C 135.3	AMERICAN NATIONAL STANDARD FOR ZINC COATED FERROUS LAG SCREWS FOR POLE AND TRANSMISSION LINE CONSTRUCTION
ANSI C 135.4	AMERICAN NATIONAL STANDARD FOR GALVANIZED FERROUS EYEBOLTS AND NUTS FOR OVERHEAD LINE CONSTRUCTION
ANSI C135.5	AMERICAN NATIONAL STANDARD FOR ZINC- COATED FERROUS EYENUTS AND EYEBOLTS FOR OVERHEAD LINE CONSTRUCTION
ANSI B18.2.2	AMERICAN NATIONAL STANDARD FOR SQUARE AND HEX NUTS
UNE 21-158-90	HERRAJES PARA LINEAS ELECTRICAS AEREAS DE ALTA TENSION

### **2. DESCRIPCIÓN DE LOS ACCESORIOS.**

Los accesorios metálicos para retenidas tendrán las características y dimensiones que se indican en la Tabla de Datos Técnicos Garantizados.

Nº	CARACTERISTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	VALOR GARANTIZADO
1.0	<u>VARILLA DE ANCLAJE CON OJAL - GUARDACABO</u>			
1.1	FABRICANTE			
1.2	MATERIAL		ACERO FORJADO	
1.3	CLASE DE GALVANIZACION SEGUN ASTM		B	
1.4	DIMENSIONES			
	. LONGITUD	m	2,40	
	. DIAMETRO	mm	16	
1.5	CARGA DE ROTURA MINIMA	kN	71	
1.6	MASA POR UNIDAD	kg		
1.7	NORMA DE FABRICACION		ANSI C 135.2	
2.0	<u>ARANDELA CUADRADA PARA ANCLAJE</u>			
2.1	FABRICANTE			
2.2	MATERIAL		ACERO	
2.3	CLASE DE GALVANIZACION SEGUN ASTM		B	
2.4	DIMENSIONES			
	. LADO	mm	102	
	. ESPESOR	mm	5	
	. DIAMETRO DE AGUJERO CENTRAL	mm	18	
2.5	CARGA MAXIMA DE CORTE	kN	71	
2.6	MASA POR UNIDAD	kg		
2.7	NORMA PARA INSPECCION y PRUEBA		UNE 21-158-90	
3.0	<u>GRILLETE DE ACERO</u>			
3.1	FABRICANTE			
3.2	MATERIAL		ACERO FORJADO	
3.3	CLASE DE GALVANIZACION ASTM		B	
3.4	DIMENSIONES: (Adjuntar Planos)	mm		
3.5	CARGA DE ROTURA MINIMA A TRACCION O CORTE	kN	70	
3.6	MASA POR UNIDAD	kg		
3.7	NORMA DE FABRICACION			
4.0	<u>MORDAZA PREFORMADA</u>			
4.1	FABRICANTE			
4.2	MATERIAL		ACERO	
4.3	DIAMETRO DE CABLE A SUJETAR	mm	10	
4.4	CARGA MAXIMA DE TRABAJO	kN		
4.5	DIMENSIONES (Adjuntar Planos)	mm		
4.6	MASA POR UNIDAD	kg		
4.7	NORMA PARA INSPECCION y PRUEBA		UNE 21-158-90	

**Figura 324.** Tabla de datos Garantizados, accesorios metálicos para retenidas  
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad

N°	CARACTERISTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	VALOR GARANTIZADO
5.0	<u>ENLACE METALICO</u>			
5.1	FABRICANTE			
5.2	MATERIAL		ACERO FORJADO	
5.3	CLASE DE GALVANIZACION SEGUN ASTM		B	
5.4	CARGA DE ROTURA MINIMA A TRACCION O CORTE	kN	70	
5.5	DIMENSIONES (Adjuntar planos)	mm		
5.6	MASA POR UNIDAD	kg		
5.7	NORMA DE FABRICACION		ANSI C 135.17	
6.0	ABRAZADERA DE CUATRO SECTORES			
6.1	FABRICANTE			
6.2	MATERIAL		ACERO FORJADO	
6.3	CLASE DE GALVANIZACION ASTM		B	
6.4	CARGA DE ROTURA MINIMA A TRACCION O CORTE	kN	70	
6.5	NORMA DE FABRICACION		ANSI C 135.17	
7.0	ALAMBRE DE ACERO N°12			
7.1	FABRICANTE			
7.2	MATERIAL			
7.3	CLASE DE GALVANIZACION ASTM		B	
7.4	NORMA DE FABRICACION		ANSI C 135.17	

**Figura 325.** Tabla de datos Garantizados, accesorios metálicos para retenidas (continuación)

Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad

## **MATERIAL PARA PUESTA A TIERRA**

### **1. NORMAS APLICABLES.**

NTP 370.251.2003	CONDUCTORES ELÉCTRICOS. CABLES PARA LÍNEAS AÉREAS (DESNUDOS Y PROTEGIDOS) Y PUESTAS A TIERRA.
UNE 21-056	ELECTRODOS DE PUESTA A TIERRA
ABNT NRT 13571	HASTE DE ATERRAMENTO AÇO-COBRE E ACCESORIOS
ANSI C135.14	STAPLES WITH ROLLED OF SLASH POINTS FOR OVERHEAD LINE CONSTRUCTION
ANSI B18.2.2	AMERICAN NATIONAL STANDARD FOR SQUARE AND HEX NUTS
UNE 21-158-90	HERRAJES PARA LINEAS ELECTRICAS AEREAS DE ALTA TENSION
UNE 21-159	ELEMENTOS DE FIJACION Y EMPALME PARA CONDUCTORES Y CABLES DE TIERRA DE LÍNEAS ELECTRICAS AEREAS DE ALTA TENSION

### **2. DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES.**

Los materiales para puesta a tierra tendrán las características y dimensiones que se indican en la Tabla de Datos Técnicos Garantizados



Nº	CARACTERÍSTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO			VALOR GARANTIZADO
1.0	CARACTERÍSTICAS GENERALES					
1.1	FABRICANTE					
1.2	PAÍS DE FABRICACIÓN					
1.3	CONFIGURACIÓN DEL ALAMBRE		Alambre Sólido	Alambre Sólido	Alambre Sólido	
1.4	NORMA DE FABRICACIÓN Y PRUEBAS		ASTM B 910/ B910M-07	ASTM B 910/ B910M-07	ASTM B 910/ B910M-07	
2.0	DIMENSIONES					
2.1	DESIGNACIÓN DEL CABLE	mm <sup>2</sup>	16	25	35	
		AWG	6	4	2	
2.2	SECCIÓN TRANSVERSAL	mm <sup>2</sup>	13,30	21,15	33,62	
2.3	DIÁMETRO DE LOS ALAMBRES	mm				
2.4	DIÁMETRO NOMINAL	mm	4,11	5,19	6,54	
3.0	CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS					
3.1	MASA DEL CABLE	kg/m	0,1095	0,174	0,277	
3.2	CARGA DE ROTURA MÍNIMA	kN	3,561	5,660	8,996	
3.3	MÓDULO DE ELASTICIDAD INICIAL	kN/mm <sup>2</sup>				
3.4	MÓDULO DE ELASTICIDAD FINAL	kN/mm <sup>2</sup>				
3.5	COEFICIENTE DE DILATACIÓN TÉRMICA	1/°C				
3.6	TIPO DE FABRICACIÓN		Temple Blando (recocido)	Temple Blando (recocido)	Temple Blando (recocido)	
3.7	ESPESOR NOMINAL DE COBRE	mm	0,3086	0,3892	0,4907	
4.0	CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS:					
4.1	RESISTENCIA ELÉCTRICA MÁXIMA EN C.C. A 20 °C	Ohm/km	3,241	2,038	1,282	
4.2	CONDUCTIVIDAD NOMINAL (*)	%	40	40	40	

Figura 326. Tabla de datos Garantizados, cable de acero con recubrimiento metalúrgico  
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad

N°	CARACTERISTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	VALOR GARANTIZADO
<b>A</b>	<b><u>ELECTRODO</u></b>			
1.0	FABRICANTE			
2.0	MATERIAL		ACERO RECUBIERTO CON COBRE	
3.0	NORMA DE FABRICACION			
4.0	DIAMETRO	mm	16	
5.0	LONGITUD	m	2,40	
6.0	SECCION	mm <sup>2</sup>	196	
7.0	ESPESOR MINIMO DE CAPA DE COBRE	mm	0,27	
8.0	RESISTENCIA ELECTRICA A 20 °c	Ohm		
9.0	MASA DEL ELECTRODO	kg		
<b>B</b>	<b><u>CONECTOR</u></b>			
1.0	FABRICANTE			
2.0	MATERIAL		ALEACION DE COBRE	
3.0	DIAMETRO DE ELECTRODO	mm	16	
4.0	SECCION DEL CONDUCTOR	mm <sup>2</sup>	16	
5.0	NORMA DE FABRICACION			
6.0	MASA DEL CONECTOR	kg		
<b>C</b>	<b><u>CONECTOR TIPO PERNO PARTIDO</u></b>			
1.0	FABRICANTE			
2.0	MATERIAL		COBRE	
3.0	NORMA DE FABRICACION			
4.0	DIAMETRO DEL CONDUCTOR PRINCIPAL	mm	5,1	
5.0	DIAMETRO DEL CONDUCTOR SECUNDARIO	mm	5,1	
6.0	NUMERO DE CATALOGO DEL FABRICANTE			
7.0	TORQUE DE AJUSTE RECOMENDADO	N-m		
8.0	DIMENSIONES (Adjuntar planos)			
9.0	MASA POR UNIDAD	kg		
<b>D</b>	<b><u>GRAPA BIMETALICA DE VIAS PARALELAS</u></b>			
1.0	FABRICANTE			
2.0	MATERIAL			
3.0	NORMAS DE FABRICACION			
4.0	DIAMETRO DEL CONDUCTOR DE AAAC	mm	5,1 - 9,0	
5.0	DIAMETRO DEL CONDUCTOR DE COBRE	mm	5,1	
6.0	NUMERO DE CATALOGO DE FABRICANTE			
7.0	TORQUE DE AJUSTE RECOMENDADO			
8.0	DIMENSIONES (ADJUNTAR PLANOS)			
9.0	MASA POR UNIDAD	kg		
10.0	NORMA DE FABRICACION y PRUEBAS		UNE 21-159	

**Figura 327.** Tabla de datos Garantizados, electrodo y conectores  
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad

## TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN

### 1. NORMAS APLICABLES.

IEC 60076                  POWER TRANSFORMERS

### 2. CARACTERÍSTICAS DE LOS TRANSFORMADORES.

Los transformadores de distribución monofásicos serán para servicio exterior, con devanados sumergidos en aceite y refrigeración natural (ONAN).

Las condiciones de operación y las características eléctricas se consignan en la Tabla de Datos Técnicos garantizados.

Nº	CARACTERISTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	VALOR GARANTIZADO
1.0	DATOS GENERALES			
1.1	FABRICANTE			
1.2	PAIS DE FABRICACION			
1.3	NUMERO DE ARROLLAMIENTOS		2	
1.4	ALTITUD DE INSTALACION	msnm	4 500	
2.0	DATOS NOMINALES Y CARACTERISTICAS			
2.1	FRECUENCIA NOMINAL	Hz	60	
2.2	POTENCIA NOMINAL ONAN	kVA	(*)	
2.3	ALTA TENSION NOMINAL EN VACIO	kV	$13,2 \pm 2 \times 2,5\%$	
	NUMERO DE AISLADORES PASATAPAS		1	
	NEUTRO CONECTADO AL TANQUE DEL TRANSFORMADOR	u	SI	
2.4	BAJA TENSION NOMINAL EN VACIO	kV	$0,460 - 0,230$	
	NUMERO DE AISLADORES PASATAPAS	U	4	
2.5	NIVEL DE AISLAMIENTO DEL PRIMARIO:			
	- TENSION DE SOSTENIMIENTO AL IMPULSO 1.2/50 us			
	AISLAMIENTO EXTERNO	kVp	150	
	- TENSION DE SOSTENIMIENTO AL IMPULSO 1.2/50 us			
	AISLAMIENTO INTERNO	kVp	125	
	- TENSION DE SOSTENIMIENTO EXTERNA A LA FRECUENCIA INDUSTRIAL	kV	50	
	- TENSION DE SOSTENIMIENTO INTERNA A LA FRECUENCIA INDUSTRIAL	kV	40	
2.6	NIVEL DE AISLAMIENTO DE BAJA TENSION Y NEUTRO			
	- TENSION DE SOSTENIMIENTO A LA FRECUENCIA INDUSTRIAL	kV	2,5	
2.7	TENSION DE CORTO CIRCUITO A 75 °C	%	3	
2.8	PERDIDAS:			
	- EN VACIO CON TENSION NOMINAL Y FRECUENCIA NOMINAL EN TOMA CENTRAL.	kW		

Nº	CARACTERISTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	VALOR GARANTIZADO
2.9	- EN CORTOCIRCUITO CON CORRIENTE NOM. (a 75 °C) Y FRECUENCIA NOMINAL	kW		
	- PERDIDAS TOTALES SOBRE ELEVACION DE TEMPERATURA LIMITE A MAXIMA	kW		
3.0	POTENCIA (ONAN) Y A 40 °C DE TEMPERATURA AMBIENTE Y 4000 msnm			
	- EN ARROLLAMIENTOS (método de resistencia)	°C	65	
3.1	- EN EL ACEITE, PARTE SUPERIOR (medido con termómetro)	°C	60	
	MASAS, DIMENSIONES Y ESQUEMAS			
3.2	MASAS:			
	- MASA DE UNA UNIDAD	kg		
3.2	- MASA TOTAL DEL ACEITE	kg		
	DIMENSIONES:			
4.0	- ALTURA TOTAL	mm		
	- ANCHO TOTAL	mm		
5.0	SOBRECARGA A UN FACTOR DE CARGA = 0,30	%		
	LONGITUD MINIMA DE LA LINEA DE FUGA DEL AISLADOR		625	
	PASATAPAS DE ALTA TENSION (fase-tierra)	mm		

(\*) **POTENCIA DE TRANSFORMACION**

**Figura 328.** Tabla de datos Garantizados, transformador de distribución monofásico para conectarse entre fase y neutro

Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad

## **SECCIONADORES FUSIBLES TIPO EXPULSIÓN**

### **1. NORMAS APLICABLES.**

ANSI C-37.42 AMERICAN NATIONAL STANDARD FOR  
SWITCHGEAR - DISTRIBUTION CUT OUTS AND  
FUSE LINKS SPECIFICATIONS

### **2. CONDICIONES AMBIENTALES.**

Los seccionadores fusibles se instalarán en zonas que presenten las siguientes condiciones ambientales:

- Altitud sobre el nivel del mar hasta 4800 m
- Humedad relativa entre 50 y 95%
- Temperatura ambiental entre -15 °C y 30 °C
- Contaminación ambiental escasa

### **3. CARACTERÍSTICAS GENERALES.**

Los seccionadores fusibles tipo expulsión serán unipolares de instalación exterior en crucetas, de montaje vertical y para accionamiento mediante pértiga.

Tendrán las características y dimensionaes que se indican en la Tabla de Datos Técnicos Garantizados.

Nº	CARACTERISTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	VALOR GARANTIZADO
1.0	FABRICANTE			
2.0	NUMERO O CODIGO DEL CATALOGO ADJUNTO			
3.0	MODELO O CODIGO DEL AISLADOR (SEGÚN CATALOGO ADJUNTO)			
4.0	PAIS DE FABRICACION			
5.0	NORMA DE FABRICACION Y PRUEBAS		ANSI C-7.42	
6.0	INSTALACION		EXTERIOR	
7.0	CORRIENTE NOMINAL	A	100	
8.0	TENSION NOMINAL DEL EQUIPO	kV	27/38	
9.0	CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO SIMETRICA	kA	5,0	
10.0	CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO ASIMETRICA	kA	8,0	
11.0	NIVEL DE AISLAMIENTO			
11.1	TENSION DE SOSTENIMIENTO A LA ONDA DE IMPULSO (BIL), ENTRE FASE Y TIERRA Y ENTRE FASES	kVp	150	
11.2	TENSION DE SOSTENIMIENTO A LA FRECUENCIA INDUSTRIAL ENTRE FASES, EN SECO, 1 min	kV	70	
11.3	TENSION DE SOSTENIMIENTO A LA FRECUENCIA INDUSTRIAL ENTRE FASE Y TIERRA, HUMEDO, 10 s	kV	60	
12.0	MATERIAL AISLANTE DEL CUERPO DEL SECCIONADOR		PORCELANA	
13.0	LONGITUD DE LINEA DE FUGA MINIMA (fase-tierra)	mm	625	
14.0	DIMENSIONES (Adjuntar planos)	mm		
15.0	MATERIAL DEL TUBO PORTAFUSIBLE		FIBRA DE VIDRIO	
16.0	MASA DEL SECCIONADOR – FUSIBLE	kg		
17.0	COLOR DEL AISLADOR			

**Figura 329.** Tabla de datos Garantizados, seccionador – fusible expulsión  
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad

## **PARARRAYOS**

### **1. NORMAS APLICABLES.**

IEC 99-1      SURGE ARRESTERS PART 1: NON-LINEAR RESISTOR  
TYPE GAPPED ARRESTERS FOR A.C. SYTEMS

IEC 99-4      METAL OXIDE SURGE ARRESTERS WITHOUT GAPS  
FOR A.C. SYSTEMS

### **2. CONDICIONES AMBIENTALES.**

Los pararrayos se instalarán en zonas con las siguientes condiciones ambientales:

- Altitud sobre el nivel del mar            hasta 4 500 m
- Humedad relativa                            entre 50 y 95%
- Temperatura ambiental                    entre -15 °C y 30 °C
- Contaminación ambiental                escasa

### **3. CONDICIONES DE OPERACIÓN.**

El sistema eléctrico en el cual operarán los pararrayos tiene las siguientes características:

- Tensión de servicio de la red            22,9 - 13,2 kV – 10 kV
- Frecuencia de la red                        60 Hz
- Equipos a proteger                        transformadores de distribución  
y líneas primarias

### **4. CARACTERÍSTICAS GENERALES.**

Los pararrayos serán del tipo de resistencias no lineales fabricadas a base de óxidos metálicos, sin explosores, a prueba de explosión, para uso exterior y para instalación en posición vertical; serán conectados entre fase y tierra.

N°	CARACTERISTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	VALOR GARANTIZADO
1.0	FABRICANTE			
2.0	NUMERO O CODIGO DEL CATALOGO ADJUNTO			
3.0	MODELO O CODIGO DEL AISLADOR (SEGÚN CATALOGO ADJUNTO)			
4.0	PAIS DE FABRICACIÓN			
5.0	NORMA DE FABRICACION Y PRUEBAS		IEC 99 - 4	
6.0	CLASE DE DESCARGA DE LINEA		1	
7.0	INSTALACION		EXTERIOR	
8.0	TENSION NOMINAL DE LA RED	kV	10 13,8 22,9	
9.0	TENSION MAXIMA DE SERVICIO	kV	12 15 25	
10.0	FRECUENCIA NOMINAL	Hz	60 60 60	
11.0	TENSION NOMINAL DEL PARARRAYOS	kV	12 15 21	
12.0	TENSION DE OPERACION CONTINUA (COV)	kV		17
13.0	CORRIENTE NOMINAL DE DESCARGA EN ONDA 8/20	kA	10 10 10	
14.0	TENSION RESIDUAL MAXIMA A CORRIENTE NOMINAL DE DESCARGA (10 kA - 8/20)	kV		62,5
15.0	MATERIAL DE LAS RESISTENCIAS NO LINEALES		OXIDO DE ZINC	
16.0	MASA DEL PARARRAYOS	kg		
17.0	ALTITUD DE OPERACIÓN	msnm	4800	
18.0	CARACTERISTICAS DEL AISLADOR			
18.1	MATERIAL		GOMA SILICON	
18.2	NIVEL DE AISLAMIENTO AL IMPULSO 1,2/50	kV		150
18.3	LONGITUD DE LINEA DE FUGA MINIMA (fase-tierra)	mm		625

**Figura 330.** Tabla de datos Garantizados, Pararrayos  
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad



## **TABLERO DE DISTRIBUCIÓN, EQUIPOS DE PROTECCIÓN, CONTROL Y ELEMENTOS DE CONEXIONADO**

### **1. NORMAS APLICABLES.**

IEC 947-2, IEC 898	Para interruptores termomagnéticos
IEC 144	Para grados de protección
IEC 408	Para bases portafusibles
IEC 269	Para fusibles NH
IEC 158-1 y 158-1A	Para contactor electromagnético
NMP-006-97	Para Medidores de energía: Aprobación de Modelo Equivalente a la IEC 521
NMP-007-97	Para Medidores de energía: Pruebas de Rutina, Aferición y Ensayos de aceptación. Equivalente a la IEC 514.

### **2. CONDICIONES AMBIENTALES.**

Los tableros de distribución se instalarán en zonas con las siguientes condiciones ambientales:

- |   |                                |                      |
|---|--------------------------------|----------------------|
| - | Altitud sobre el nivel del mar | hasta 4 000 m        |
| - | Humedad relativa               | entre 50 y 95%       |
| - | Temperatura ambiental          | entre -15 °C y 30 °C |
| - | Contaminación ambiental        | Media                |

### **3. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.**

Las características, elementos y dimensiones de los tableros de distribución se indican en la Tabla de Datos Técnicos Garantizados

## Interruptores Termomagnéticos

Nº	CARACTERISTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO			VALOR GARANTIZADO
1.0	FABRICANTE DEL INTERRUPTOR					
2.0	FABRICANTE DEL TABLERO					
3.0	NUMERO DE POLOS	Nº	3	2	1	
4.0	NUMERO O CODIGO DEL CATALOGO ADJUNTO					
5.0	MODELO O CODIGO DEL INTERRUPTOR (SEGÚN CATALOGO ADJUNTO)					
6.0	PAIS DE FABRICACIÓN DEL INTERRUPTOR					
7.0	NORMA DE FABRICACION Y PRUEBAS					
8.0	CONDICIONES AMBIENTALES DE INSTALACION DEL TABLERO DE DISTRIBUCION		Según numeral 3.0 de Especificación Técnica			
9.0	TENSION NOMINAL DE LA RED	V AC	380-3φ	440-1φ	220-1φ	
10.0	FRECUENCIA NOMINAL	Hz	60			
11.0	TENSION NOMINAL DEL INTERRUPTOR (Un)	V AC	380	440	220	
11.0	TENSION MAXIMA DEL EQUIPO	V AC	500	600	415	
12.0	TENSION DE AISLAMIENTO	KV AC				
13.0	CORRIENTE NOMINAL (In)	A	Según lámina adjunta			
14.0	CAPACIDAD DE INTERRUPCION ULTIMA (Icu) A LA TENSION NOMINAL DEL INTERRUPTOR (Un)	KA	06	06	06	
14.1	CAPACIDAD DE INTERRUPCION DE SERVICIO (Ics) A TENSION NOMINAL DEL INTERRUPTOR	KA	06	06	06	
15.0	LIMITES DE LA TENSION DE OPERACIÓN	% Uc				
16.0	DISIPACION TERMICA	W				
17.0	CURVAS DE FUNCIONAMIENTO		c	C	C	
18.0	DURABILIDAD MECANICA En millones de ciclos de maniobra					
19.0	PAR DE APRIETE	N.m				
23.0	SECCION MINIMA DE LOS CONDUCTORES DE CONEXIÓN TIPO THW	Mm <sup>2</sup>				
15.0	DIMENSIONES (Adjuntar Planos y Catálogos)	Mm				
16.0	SECCION CIRCULAR DE LOS CONDUCTORES EN LOS BORNES DE SALIDA BIMETALICOS		16 a 35 mm <sup>2</sup> Aluminio y Cobre			
17.0	ACCESORIOS DE FIJACION		SI			
18.0	MASA POR UNIDAD	Kg				

(\*) Obligatoriamente deberá consignarse el íntegro de la información solicitada, bajo causal de descalificación.

**Figura 331.** Tabla de datos Garantizados, interruptores termomagnéticos  
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad

Nº	CARACTERISTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	VALOR GARANTIZADO
1.0	FABRICANTE DEL CONTACTOR			
2.0	FABRICANTE DEL TABLERO			
3.0	NUMERO DE POLOS	Nº	2	
4.0	NUMERO O CODIGO DEL CATALOGO ADJUNTO			
5.0	MODELO O CODIGO DEL CONTACTORR (SEGÚN CATALOGO ADJUNTO)			
6.0	PAIS DE FABRICACIÓN DEL INTERRUPTOR			
7.0	NORMA DE FABRICACION Y PRUEBAS			
8.0	CONDICIONES AMBIENTALES DE INSTALACION DEL TABLERO DE DISTRIBUCION		Según numeral 3.0 de Especificación Técnica	
9.0	TENSION NOMINAL DE LA RED	V AC	440-220	
10.0	FRECUENCIA NOMINAL	Hz		
11.0	TENSION MAXIMA DE SERVICIO	V AC	500	
12.0	TENSION DE AISLAMIENTO	KV AC		
13.0	CORRIENTE NOMINAL (In)	A	Según lámina adjunta	
14.0	CORRIENTE DE CIERRE A 220 V AC	A		
15.0	CORRIENTE DE CORTE A 220 V AC	A		
	<u>CARACTERISTICAS DEL CONTROL</u>			
16.0	TENSION DEL CIRCUITO DE CONTROL (Uc)	V	220	
17.0	FRECUENCIA NOMINAL	Hz	60	
18.0	LIMITES DE LA TENSION DE CONTROL			
	- DE FUNCIONAMIENTO	% Uc		
	- DE CAIDA	% Uc		
19.0	DISIPACION TERMICA	W		
20.0	TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO			
	- Cierre	Ms		
	- Apertura	Ms		
21.0	DURABILIDAD MECANICA En millones de ciclos de maniobra			
22.0	PAR DE APRIETE	N.m		
23.0	SECCION DE LOS CONDUCTORES DE CONEXIÓN TIPO THW			
	- CIRCUITO PRINCIPAL	mm <sup>2</sup>	6	
	- CIRCUITO DE CONTROL	mm <sup>2</sup>	2,5	
17.0	ACCESORIOS DE FIJACION		SI	
18.0	MASA POR UNIDAD	Kg		

(\*) Obligatoriamente deberá consignarse el íntegro de la información solicitada, bajo causal de descalificación.

### Contactor Electromagnético

*Figura 332.* Tabla de datos Garantizados, contactor electromagnético  
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad

### Medidor Totalizador de Energía Monofásico

Nº	CARACTERISTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	VALOR GARANTIZADO
1.0	FABRICANTE			
2.0	TIPO			
400	TENSION NOMINAL	V	440	
10	CORRIENTE NOMINAL	A	SEGÚN LÁMINA	
40	SOBRECARGA ADMISIBLE SIN VARIAR LA CLASE DE PRECISION	A	SEGÚN LÁMINA	
60	FRECUENCIA	Hz	60	
2	CLASE DE PRECISION		2	
8.0	CONSUMO	VA		
9.0	TIPO DE SUSPENSIÓN		MAGNETICA	
10.0	MONTAJE		VERTICAL	
11.0	DIMENSIONES (Adjuntar Planos y Catálogos)	mm		
12.0	NORMA DE FABRICACION			
13.0	MASA POR UNIDAD	kg		
14.0	SISTEMA	V	440-220	
15.0	NUMERO DE HILOS		3	

**Figura 333.** Tabla de datos Garantizados, medidor totalizador de energía monofásico  
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad

### Medidor de Alumbrado Público Monofásico

Nº	CARACTERISTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	VALOR GARANTIZADO
1.0	FABRICANTE			
2.0	TIPO			
400	TENSION NOMINAL	V	220	
10	CORRIENTE NOMINAL	A	5	
40	SOBRECARGA ADMISIBLE SIN VARIAR LA CLASE DE PRECISION	A	40	
60	FRECUENCIA	Hz	60	
2	CLASE DE PRECISION		2	
8.0	CONSUMO	VA		
9.0	TIPO DE SUSPENSIÓN		MAGNETICA	
10.0	MONTAJE		VERTICAL	
11.0	DIMENSIONES (Adjuntar Planos y Catálogos)	mm		
12.0	NORMA DE FABRICACION			
13.0	MASA POR UNIDAD	kg		
14.0	SISTEMA	V	220	
15.0	NUMERO DE HILOS		2	

**Figura 334.** Tabla de datos Garantizados, medidor de alumbrado público monofásico  
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad

## **Especificaciones Técnicas de suministro para Redes Secundarias**

### **POSTES DE MADERA IMPORTADA PARA REDES SECUNDARIAS**

#### **1. NORMAS APLICABLES.**

ANSI O5.1	AMERICAN NATIONAL STANDARD INSTITUTE FOR WOOD POLES–SPECIFICATIONS AND DIMENSIONS
AWPA	AMERICAN WOOD PRESERVER’S ASSOCIATION STANDARD

#### **2. CONDICIONES AMBIENTALES.**

Los postes se instalarán en zonas con las siguientes condiciones ambientales:

-	Altitud sobre nivel del mar	:	hasta 4 800 m
-	Humedad relativa	:	50 a 95%
-	Temperatura ambiente	:	-15 °C a 40 °C
-	Precipitación pluvial	:	moderada a intensa

#### **3. CARACTERISTICAS TECNICAS.**

##### **3.1 ESPECIE FORESTAL:**

Los postes procederán de madera en verde de primer corte y serán fabricados de la especie forestal comprendida en las normas indicadas en el numeral 2, cuyas características deberán ser iguales o superiores a las exigidas en las Tablas de Datos Técnicos Garantizados que forman parte de la presente especificación.

### 3.2 DEFECTOS PROHIBIDOS:

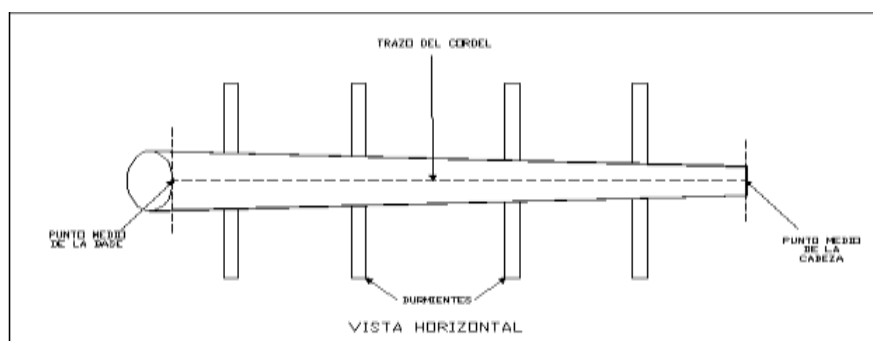
Los postes deberán estar libres de los defectos prohibidos que se indican en las normas señaladas en el numeral 2.

### 3.3 DEFECTOS TOLERABLES Y LIMITADOS:

Se aceptarán los defectos tolerables y limitados que se especifican en las normas indicadas en el numeral 2;

POSTES		FLECHA	FLECHA
M	Pies	mm	pulgadas
8	26,3	56	2,2
11	36,1	79	3,1

**Figura 335.** Flechas Admisibles para postes de madera para Redes secundarias  
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad.



**Figura 336.** Trazo del cordel sobre el poste para verificar si la línea recta se encuentra dentro del cuerpo del poste  
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad

### 3.4 CARACTERÍSTICA MECÁNICAS DEL MATERIAL REQUERIDO:

La norma que sustente la calidad mecánica de los postes ofertados deberá consignar todas las propiedades mecánicas que se requieren en la Tabla de Datos Técnicos Garantizados de la presente especificación.

No.	CARACTERISTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	VALOR GARANTIZADO (*)
1.0	FABRICANTE			
2.0	ESPECIE FORESTAL			
	NOMBRE BOTANICO			
	NOMBRE COMERCIAL			
3.0	CLASE		7 6	
4.0	LONGITUD	m (pies)	8 (26,3) 11 (36,1)	
5.0	CIRCUNFERENCIA MINIMA EN LA CABEZA	cm (pulg)	(*)	
5.1	CIRCUNFERENCIA MAXIMA EN LA CABEZA	cm (pulg)	(*)	
6.0	CIRCUNFERENCIA MINIMA EN LA LINEA DE TIERRA	cm (pulg)	(*)	
6.1	CIRCUNFERENCIA MAXIMA EN LA LINEA DE TIERRA	cm (pulg)	(*)	
7.0	ESFUERZO MAXIMO DE FLEXION (++)	Mpa (PSI)	40 (5 850)	
8.0	CARGA DE ROTURA a 610mm (24") DE LA CABEZA (++)	kN (lb)	5,34(1 200) 6,67 (1 500)	
9.0	MODULO DE ELASTICIDAD (++)	MPa	10 200	
10.0	METODOS DE TRATAMIENTO PRESERVANTE		VACIO - PRESION	
11.0	SUSTANCIA PRESERVANTE		CCA-C y/o PENTACLOROFENOL	
12.0	RETENCION MINIMA DEL PRESERVANTE			
	CCA-C	Kg/m3 (pcf)	12,00 (0,75) 12,80 (0,80)	
	PENTACLOROFENOL	Kg/m3 (pcf)	9,60 (0,60)	
13.0	PENETRACION MINIMA DEL PRESERVANTE			
	PROFUNDIDAD DE INGRESO MINIMO DEL PRESERVANTE	mm(pulg)	AWPA	
	PORCENTAJE MINIMO DE PENETRACION EN LA ALBURA	%	AWPA	
14.0	NORMAS DE FABRICACION, TRATAMIENTO Y PRUEBAS		ANSI 05.1 AWPA	
15.0	MASA POR UNIDAD	kg		

**Figura 337.** Tabla de Datos Garantizados, Poste de madera importada  
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad



## **CONDUCTORES AUTOPORTANTES DE ALUMINIO**

### **1. NORMAS APLICABLES.**

Para conductor portante:

IEC 60104 ALUMINIUM - MAGNESIUM-SILICON ALLOY  
WIRE FOR OVERHEAD LINE CONDUCTORS.

IEC 61089 ROUND WIRE CONCENTRIC LAY OVERHEAD  
ELECTRICAL STRANDED CONDUCTORS.

Para los conductores de fase :

IEC 60889 HARD-DRAWN ALUMINIUM WIRE FOR  
OVERHEAD LINE CONDUCTORS

IEC 61089 ROUND WIRE CONCENTRIC LAY OVERHEAD  
ELECTRICAL STRANDED CONDUCTORS

### **2. CONDICIONES AMBIENTALES.**

Los conductores autoportantes de aluminio se instalarán en zonas con las siguientes condiciones ambientales:

- Altitud sobre el nivel del mar : entre 0 y 4 000 m
- Humedad relativa : entre 50 y 90%
- Temperatura ambiente : -15 °C y 40 °C
- Contaminación ambiental : mediana

### **3. DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL**

Las características, dimensiones del conductor autoportante de aluminio se indica en la Tabla de Datos Técnicos Garantizados

### 3.1 Características constructivas:

FOMACIO N	ESPESOR AISLAM. FASE mm	SECCION NEUTRO PORTANTE mm <sup>2</sup>	DIAM. NOMINA L EXTER. mm	MASA TOTAL kg/km	RES.ELECTRICA Ohm/km (20°C)		In DE FASE 40°C A
					FASE	ALUMB.	
1x16+16/25	1,14	25	20,0	193	1,910	1,910	81
1x16/25	1,14	25	20,0	130	1,910	-	81

**Figura 338.** Características de conductor portante de aleación de aluminio  
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad

No.	CARACTERISTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	VALOR OFERTADO
1.0	CARACTERISTICAS GENERALES			
1.1	FABRICANTE			
1.2	PAIS DE FABRICACION			
1.3	MATERIAL DE FABRICACION		ALEAC DE ALUM	
1.4	NUMERO DE ALAMBRES		7	
1.5	NORMA DE FABRICACION Y PRUEBAS	IEC	61089	
2.0	DIMENSIONES			
2.1	SECCION NOMINAL	mm <sup>2</sup>	25	
2.2	SECCION REAL	mm <sup>2</sup>	24,25	
2.3	DIAMETRO DE LOS ALAMBRES	mm	2,15	
2.4	DIAMETRO EXTERIOR DEL CONDUCTOR	mm	6,42	
3.0	CARACTERISTICAS MECANICAS			
3.1	MASA DEL CONDUCTOR	kg/m	0,069	
3.2	CARGA DE ROTURA MINIMA	kN	6,96	
3.3	MODULO DE ELASTICIDAD INICIAL	kN/mm <sup>2</sup>		
3.4	MODULO DE ELASTICIDAD FINAL	kN/mm <sup>2</sup>	60,82	
3.5	COEFICIENTE DE DILATACION TERMICA	1°C	21x10 <sup>-6</sup>	
4.0	CARACTERISTICAS ELECTRICA			
4.1	RESISTENCIA ELECTRICA MAXIMA EN C.C.A 20°C	Ohm/km	1,36	
4.2	COEFICIENTE DE RESISTIVIDAD	1°C		

**Figura 339.** Tabla de datos técnicos garantizados, conductor portante de aleación de aluminio  
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad

No.	CARACTERISTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	VALOR OFERTADO
1.0	CARACTERISTICAS GENERALES			
1.1	FABRICANTE			
1.2	PAIS DE FABRICACION			
1.3	NORMA DE FABRICACION			
2.0	CARACTERISTICAS DEL CONDUCTOR			
2.1	MATERIAL			
2.2	SECCION NOMINAL	mm <sup>2</sup>	16	
2.3	SECCION REAL	mm <sup>2</sup>		
2.4	Nº DE ALAMBRES	u	7	
2.5	DIAMETRO DE LOS ALAMBRES			
2.6	CARGA DE ROTURA MINIMA	kN		
2.7	MODULO DE ELASTICIDAD FINAL	kN/mm <sup>2</sup>		
2.8	COEFICIENTE DE DILATACION TERMICA	1/°C		
2.9	RESISTENCIA ELECTRICA EN CC A 20°C	Ohm/km		
2.10	MASA DEL CONDUCTOR	Kg		
3.0	CARACTERISTICAS DEL AISLANTE			
3.1	MATERIAL AISLANTE		XPLE	
3.2	ESPEJOR DEL AISLANTE	mm	1	
3.3	TENSION NOMINAL E <sub>0</sub> /E	kV	0,6/1,0	
4.0	CARACTERISTICAS DEL CONDUCTOR AISLADO			
4.1	DIAMETRO EXTERIOR	mm		
4.2	MASA TOTAL	Kg		

**Figura 340.** Tabla de datos técnicos garantizados, conductor de aluminio aislado  
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad

## **ACCESORIOS DE LOS CABLES AUTOPORTANTES**

### **1. NORMAS APLICABLES.**

ASTM A153 ZINC COATING (HOT DIP) ON IRON AND STEEL  
HARDWARE.

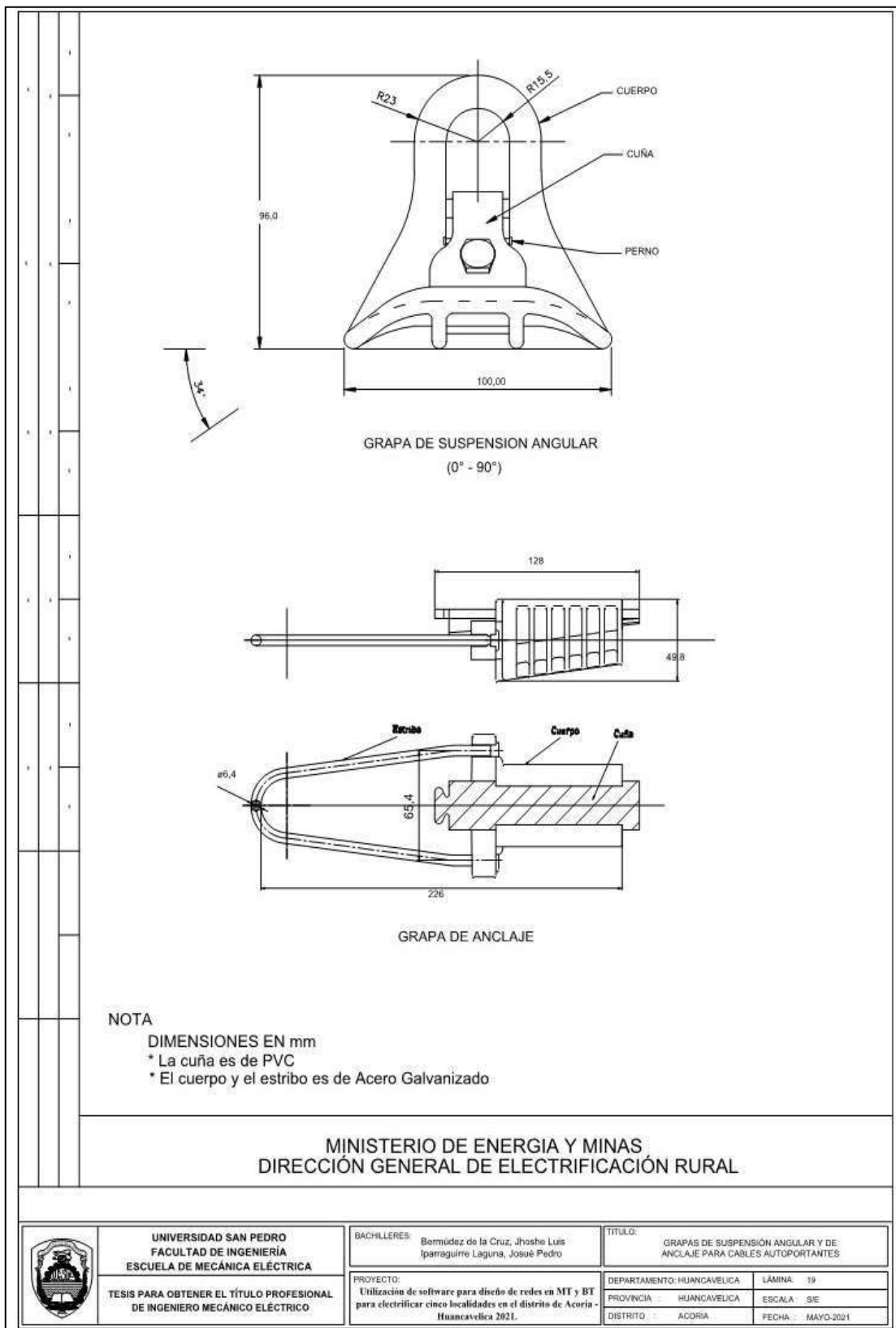
ASTM A7 FORGED STEEL

ASTM B 230 HARD DRAWN C-H 99 FOR ELECTRICAL PURPOSES

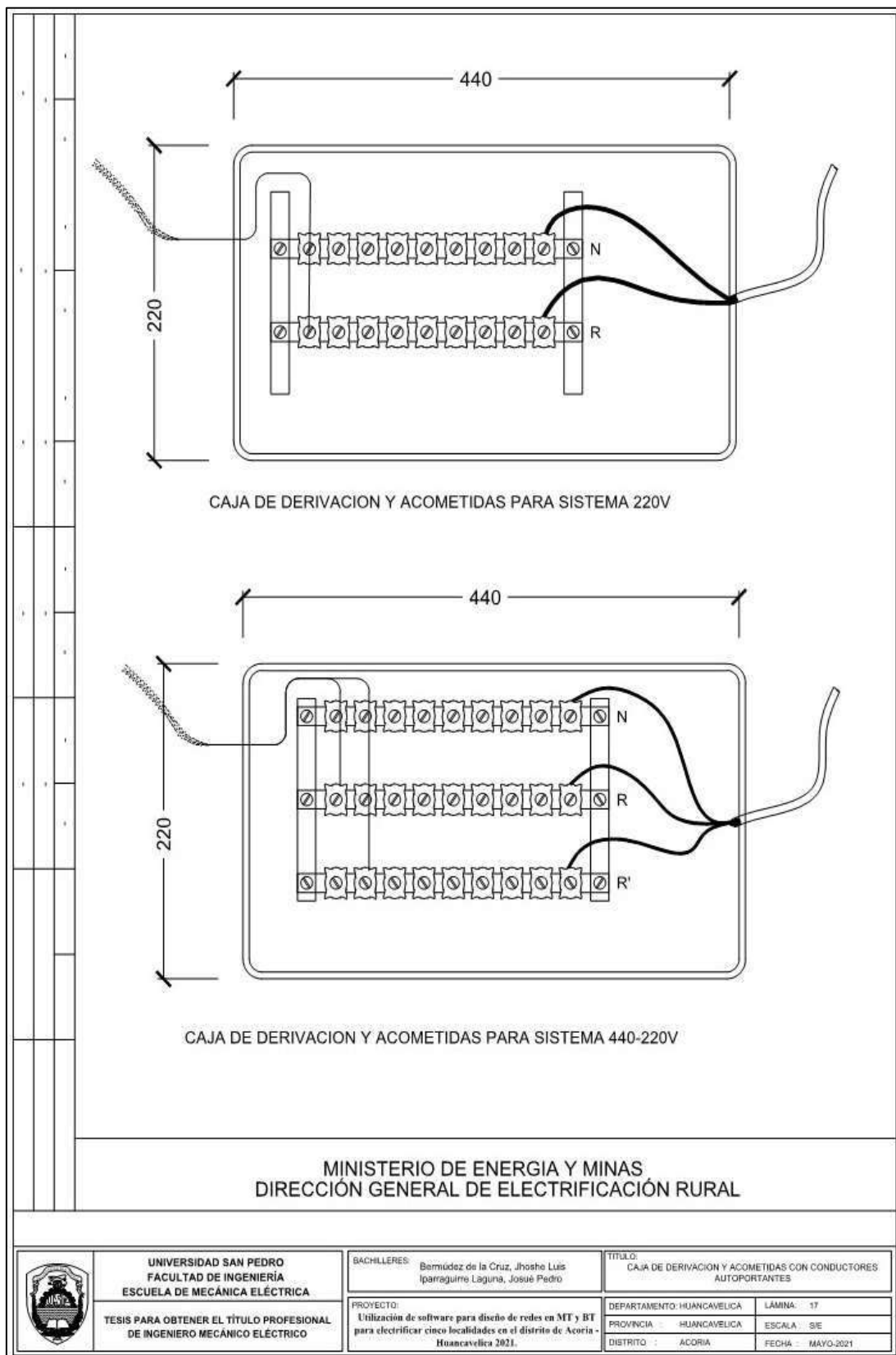
UNE 21-159 ELEMENTOS DE FIJACIÓN Y EMPALME PARA  
CONDUCTORES Y CABLES DE TIERRA DE LÍNEAS  
ELÉCTRICAS AÉREAS DE ALTA TENSIÓN

### **2. DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL.**

Las características y dimensiones de los accesorios para cables autoportantes se detallan en la tabla de datos técnicos garantizados del ministerio de energía y minas.



**Figura 341.** Lamina de detalle de grapas de suspensión angular y de anclaje para cables Autoportantes  
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad



**Figura 342.** Lamina de detalle de caja de derivación y acometidas con conductores autoportantes  
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad

**GRAPA DE SUSPENSION ANGULAR**

Nº	CARACTERISTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	VALOR GARANTIZADO
1	FABRICANTE			
2	PAIS DE FABRICACION			
3	MATERIAL		ALEACION DE ALUMINIO	
4	CONDUCTORES	mm <sup>2</sup>	25	
5	CARGA DE ROTURA Y DESLIZAMIENTO MINIMA	kN	10,5/2,1	
6	NORMA DE FABRICACION		ASTM A - 536	
7	MASA POR UNIDAD	kg	1,100	

**Figura 343.** Tabla de datos técnicos garantizados, grapa de suspensión angular

Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad

**GRAPA DE ANCLAJE CONICA**

Nº	CARACTERISTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	VALOR GARANTIZADO
1	FABRICANTE			
2	PAIS DE FABRICACION			
3	MATERIAL		Aleación de Aluminio	
	- CUERPO		Polivinilo de Cloruro (PVC)	
	- MANDIBULAS			
4	DIMENSIONES (Adjuntar planos)	mm		
5	SECCION DE CONDUCTOR A APLICARSE	mm <sup>2</sup>	25	
6	CARGA DE ROTURA / DESLIZAMIENTO MIN.	kN	15 /10	
7	NORMA DE FABRICACIÓN		UNE 21 - 159	

**Figura 344.** Tabla de datos técnicos garantizados, grapa de anclaje cónica

Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad

**CAJA DE DERIVACION DE ACOMETIDAS**

Nº	CARACTERISTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	VALOR GARANTIZADO
1	FABRICANTE			
2	PAIS DE FABRICACION			
3	MATERIAL		ACERO SAE 1020	
4	SISTEMA		440-220 / 220	
5	DIMENSIONES (Adjuntar planos)	mm		
6	NUMERO DE REGLETAS	u	3 / 2	
7	NUMERO DE TERMINALES SALIDA	u	10	
8	ACABADO.	-	Epoxicos	

**Figura 345.** Tabla de datos técnicos garantizados, caja de derivación de acometidas

Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad

**CONDUCTORES DE COBRE AISLADO TIPO N2XY PARA CONEXIÓN DE ACOMETIDAS**

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	VALOR GARANTIZADO
<b>1</b>	<b>GENERAL</b> Fabricante País de fabricación Norma		<b>IEC 60502-1 / NTP 370.255-1</b>	
<b>2</b>	<b>DESIGNACION N2XY</b> Tensión Nominal Eo/E Temperatura máxima a condiciones normales Temperatura máxima en cortocircuito (5 s. Máximo)	kV °C °C	2 x 10mm <sup>2</sup> / 3 x 10mm <sup>2</sup> 0.6/1 <b>90</b>	
<b>3</b>	<b>CONDUCTOR DE FASE</b> Material Pureza Sección nominal Peso <b>Capacidad de corriente</b> - Enterrado - Aire - Ducto <b>Aislamiento</b> Material Color Espesor nominal promedio <b>Cubierta externa</b> Material Color Espesor <b>Pruebas</b> Tensión de ensayo de Continuidad de aislamiento	% mm <sup>2</sup> kg / km A A A mm mm mm	Cobre recocido 99.9 10  A A A  <b>XLPE</b> Negro o Blanco, Rojo y Negro 0.7  <b>PVC</b> Negro <b>1.8</b> 3.5	

**Figura 346.** Tabla de datos técnicos garantizados, conductores de cobre aislado tipo n2xy para conexión de acometidas

Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad

**CORREA PLASTICA DE AMARRE**

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	VALOR GARANTIZADO
<b>1</b>	Fabricante			
<b>2</b>	País de fabricación			
<b>3</b>	Temperatura máxima a condiciones normales	°C		
<b>4</b>	Material	-	(PVC)	
<b>5</b>	Ancho	mm	7	
<b>6</b>	Largo	mm	193	
<b>7</b>	Color		Negro	
<b>8</b>	Resistencia a la Tracción	daN	8-54	

**Figura 347.** Tabla de datos técnicos garantizados, correa plástica de amarre

Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad



**CINTA AUTOFUNDENTE**

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	VALOR GARANTIZADO
1	Fabricante		-	
2	País de Fabricación			
3	Norma de fabricación y prueba		ASTM D4388-08	
4	Material		EPR	
5	Dimensiones			
5.1	Ancho	mm	19	
5.2	Longitud	m	-	
6	Tensión de rotura min	Kg/m	1,4	
7	Resistencia de aislación	MΩ	1x10 <sup>6</sup>	
8	color		NEGRO	

**Figura 348.** Tabla de datos técnicos garantizados, cinta autofundente  
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad

**CINTA AISLANTE**

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	VALOR GARANTIZADO
1	Fabricante		-	
2	País de Fabricación			
3	Norma de fabricación y prueba		ASTM D 1000	
4	Material		PVC	
5	Dimensiones			
5.1	Ancho	mm	19	
5.2	Longitud	M		
6	Tensión de rotura min	Kg/m	2.6	
7	Resistencia de aislación	MΩ	1x10 <sup>6</sup>	
8	Color		NEGRO	

**Figura 349.** Tabla de datos técnicos garantizados, cinta aislante  
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad

## **CONECTORES DE DERIVACIÓN TIPO PERFORACIÓN DE AISLAMIENTO PARA CONDUCTORES AISLADOS DE BAJA TENSIÓN**

### **1. NORMAS APLICABLES.**

NFC 33-020 CONECTOR DE DERIVACIÓN POR PERFORACIÓN DE AISLAMIENTO PARA REDES Y RAMIFICACIONES AEREAS EN CONDUCTORES AISLADOS TORCIDOS, CON TENSIÓN NOMINAL DE 0,6/1 kV.

### **2. CONDICIONES AMBIENTALES.**

Los conectores de derivación se instalarán en zonas con las siguientes condiciones ambientales:

- Altitud sobre el nivel del mar: hasta 4500 m
- Humedad relativa : entre 50 y 100%
- Temperatura ambiente : -15 °C y 30 °C
- Contaminación ambiental : de escasa a moderada

### **3. CONDICIONES DE OPERACIÓN.**

El sistema eléctrico en el cual se instalarán los conectores tiene las siguientes características:

- Configuración de la Red Secundaria Trifásica: 380-220 V, 4hilos, -Neutro Corrido con múltiple puesta a tierra
- Monofásica múltiple con puesta a tierra : 440-220 V, 3hilos, Neutro Corrido
- Tensión máxima de la red : 600 V
- Frecuencia de la red : 60 Hz
- Naturaleza del neutro : Efectivamente puesto a tierra

## 4. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

### 3.1 Secciones Abarcadas:

Configuración	CONDUCTOR PRINCIPAL			CONDUCTOR DERIVADO		
	Sección mm <sup>2</sup>	Material	Diámetro Con Cubierta (Sin Cubierta) mm	Sección mm <sup>2</sup>	Material	Diámetro Con cubierta (Sin cubierta) mm
Al – Al	16 - 35	Aluminio	7,1 a 9,5 (5,1 a 7,5)	16 – 35	Aluminio	7,1 a 9,5 (5,1 a 7,5)
Al – Cu	16 - 25	Aluminio	7,1 a 8,3 (5,1 a 6,3)	1,5 – 6	Cobre	2,15 a 3,55 (1,4 a 2,8)

*Figura 350.* Tamaños de conectores, por sección de conductores

Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad

Las características, dimensiones de conectores de derivación tipo perforación de aislamiento se indica en la Tabla de Datos Técnicos Garantizados

Nro	Características	Unidad	Valor Requerido	Valor Garantizado
1.1	FABRICANTE			
1.2	PAIS DE FABRICACION			
1.3	MODELOS O CODIGOS DE CONECTORES			
	- CONFIGURACION AI- Al			
	- CONFIGURACION AI-Cu			
1.4	NUMERO O CODIGO DEL CATALOGO			
1.5	NORMA DE FABRICACION y PRUEBAS		NF C 33-020	
1.6	RANGO DE CONDUCTORES A CONECTAR			
	<u>CONFIGURACION AI-AI</u>			
	- PRINCIPAL DE AI AISLADO AUTOSOPORTADO	mm <sup>2</sup>	16 _ 35	
	- DERIVADO DE AI AISLADO AUTOSOPORTADO	mm <sup>2</sup>	16 _ 35	
	<u>CONFIGURACION AI-Cu</u>			
	- PRINCIPAL DE AI AISLADO AUTOSOPORTADO	mm <sup>2</sup>	16 _ 35	
	- DERIVADO DE Cu FORRADO	mm <sup>2</sup>	1.5 _ 6	
1.7	MATERIALES DEL CONECTOR			
	- DEL AISLANTE PROTECTOR			
	- DE LAS MORDAZAS			
	- DE LA TUERCA Y PERNO FUSIBLE			
	- DE LA JUNTA DE ESTANQUEIDAD			
	- DE CAPUCHON PARA ESTREMO DE CABLE			
1.8	PROPIEDADES ELECTRICAS			
	- TENSION NOMINAL	kV	0,6/1,0	
	- SOSTENIMIENTO, 60 Hz, 1 MINUTO, HÙMEDO	kV	6.0	
	- CAPACIDAD DE CORRIENTE			

<b>Nro</b>	<b>Características</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor Requerido</b>	<b>Valor Garantizado</b>
1.9	CONFIGURACION AI – AI	A		
	CONFIGURACION AI – Cu	A		
	TORQUE NOMINAL	N-m		
2	- CONFIGURACION AI –AI	N-m		
	MASA			
2.1	- CONFIGURACION AI –AI	g		
	- CONFIGURACION AI - Cu	g		
	PRESENTACION DE REPORTE DE PRUEBAS			
	TIPO CERTIFICADOS			
	- CONFIGURACION AI –AI	Si		
	- CONFIGURACION AI - Cu	Si		
	- EMPRESA INDEPENDIENTE QUE CERTIFICA			
	- FECHA DE CERTIFICACION			

**Figura 351.** Tabla de datos técnicos garantizados, conectores de derivación tipo perforación de aislamiento para conductores aislados de baja tensión

Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad

## **CABLE DE ACERO GRADO SIEMENS MARTÍN PARA RETENIDAS**

### **1. NORMAS APLICABLES.**

ASTM A 475 STANDARD SPECIFICATION FOR ZINC-COATED  
STEEL WIRE STRAND

ASTM A 90 STANDARD TEST METHOD FOR WEIGHT OF COATING  
ON ZINC - COATED (GALVANIZED) IRON OR STEEL  
ARTICLES.

### **2. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL CABLE.**

El cable para las retenidas será de acero galvanizado de grado SIEMENS-MARTIN. Tendrá las características y dimensiones que se indican en la Tabla de Datos Técnicos Garantizados.

El galvanizado que se aplique a cada alambre corresponderá a la clase B según la Norma ASTM A 90.

#### **2.1 Material:**

El material de base será acero producido por cualquiera de los siguientes procesos de fabricación: horno de hogar abierto, horno de oxígeno básico u horno eléctrico; y de tal calidad y pureza que una vez trefilado a las dimensiones especificadas y cubierta con la capa protectora de zinc, el cableado final y los alambres individuales tengan las características prescritas por la norma ASTM A 475.

#### **2.2 Cableado:**

Los alambres de la capa exterior serán cableados en el sentido de la mano izquierda.

Nro.	Características	Unidad	Valor Requerido	Valor Garantizado
1	FABRICANTE			
2	PAIS DE FABRICACION			
3	NUMERO DE CATALOGO DEL FABRICANTE			
4	MATERIAL		Acero SIEMENS-MARTIN	
5	GRADO CLASE DE GALVANIZADO SEGUN		B	
6	NORMA ASTM		10	
7	DIAMETRO NOMINAL	mm	7	
8	NUMERO DE ALAMBRES		3,05	
9	DIAMETRO DE CADA ALAMBRE	mm	50	
10	SECCION NOMINAL	mm <sup>2</sup>	30,92	
11	CARGA DE ROTURA MINIMA	kN	Izquierdo	
12	SENTIDO DEL CABLEADO		0,400	
13	MASA	kg/m	A 475	
14	NORMA DE FABRICACION	ASTM		

**Figura 352.** Tabla de datos técnicos garantizados cable de acero grado siemens - Martín para retenidas

Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad

## **ACCESORIOS METÁLICOS PARA POSTES, AISLADORES Y RETENIDAS**

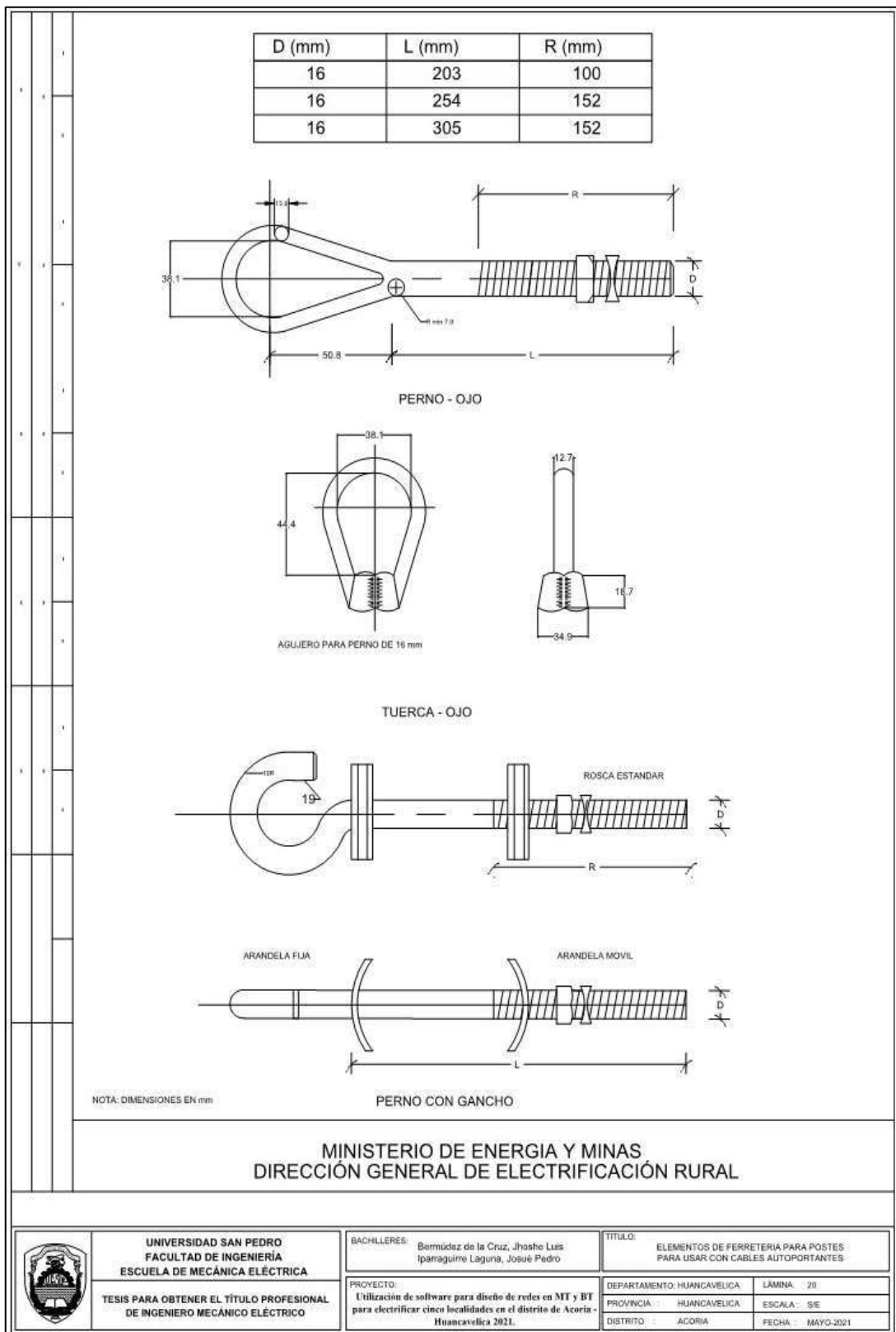
### **1. NORMAS APLICABLES.**

ASTM A 7	FORGED STEEL
ANSI A 153	ZINC COATING (HOT DIP) ON IRON AND STEEL HARDWARE
ANSI C 135.1	AMERICAN NATIONAL STANDARD FOR GALVANIZED STEEL BOLTS AND NUTS FOR OVERHEAD LINE CONSTRUCTION
ANSI C 135.4	AMERICAN NATIONAL STANDARD FOR ZINC- COATED FERROUS EYEBOLTS AND NUTS FOR OVERHEAD LINE CONSTRUCTION
ANSI C 135.5	AMERICAN NATIONAL STANDARD FOR GALVANIZED FERROUS EYENUTS AND EYELETS FOR OVERHEAD LINE CONSTRUCTION
ANSI C 135.20	AMERICAN NATIONAL STANDARD FOR LINE CONSTRUCTION - ZINC COATED FERROUS INSULATOR CLEVISES
ANSI B18.2.2	AMERICAN NATIONAL STANDARD FOR SQUARE AND HEX NUTS
UNE 21-158-90	HERRAJES PARA LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS DE ALTA TENSIÓN

### **2. DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES.**

Las características, dimensiones accesorios metálicos para postes, aisladores y retenidas, se indica en la Tabla de Datos Técnicos Garantizados

Además, en las siguientes Laminas se detallan su configuración.



**Figura 353.** Lamina de detalle de elementos de ferretería para postes para usarse con cables autoportantes

Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad



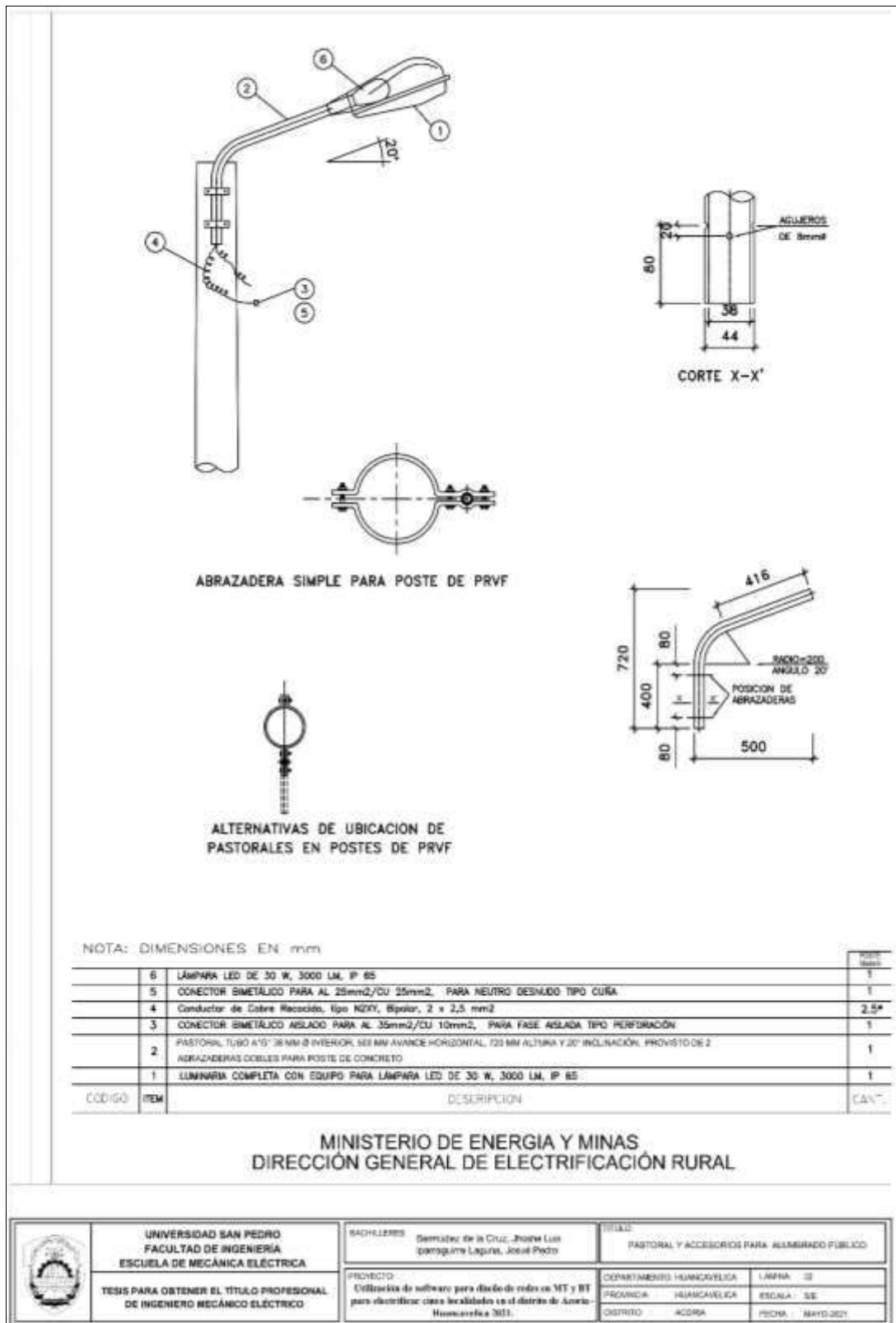
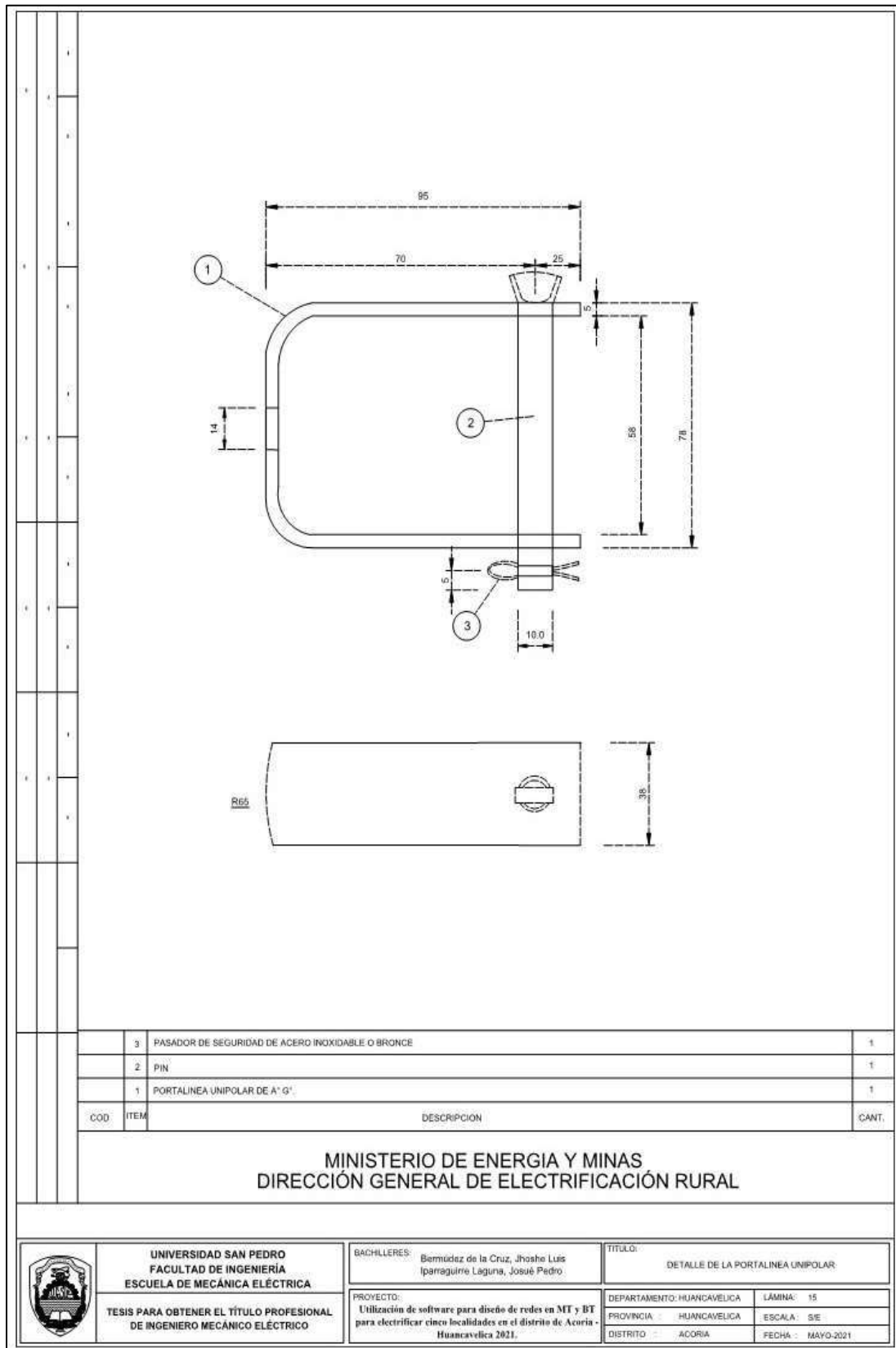


Figura 354. Lamina de detalle de distribución secundaria, pastoral y accesorios para alumbrado público

Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad



**Figura 355.** Lamina de detalle de distribución secundaria, porta línea unipolar  
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad

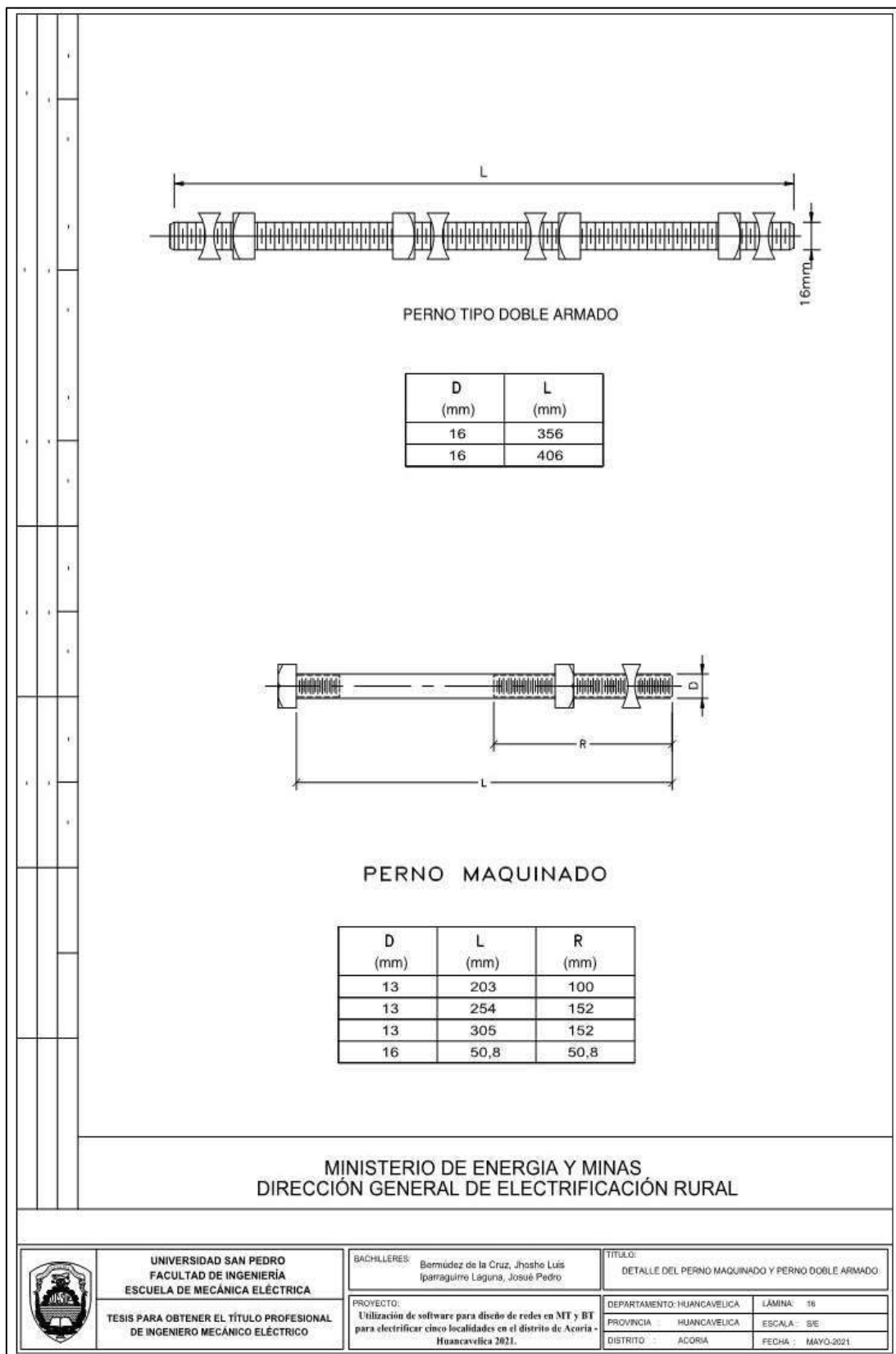


Figura 356. Lamina de detalle de distribución secundaria, perno Maquinado y perno doble armado  
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad

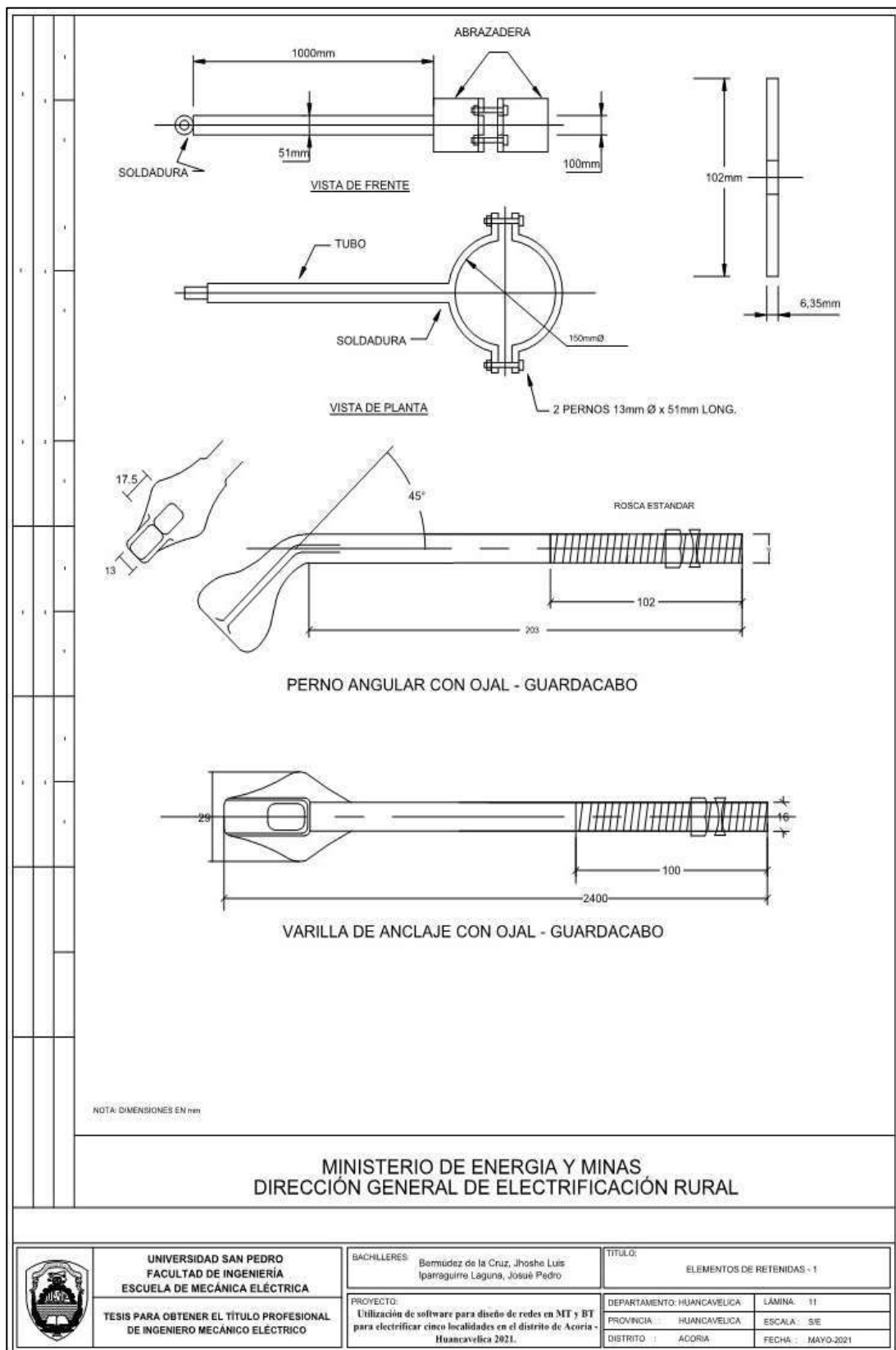
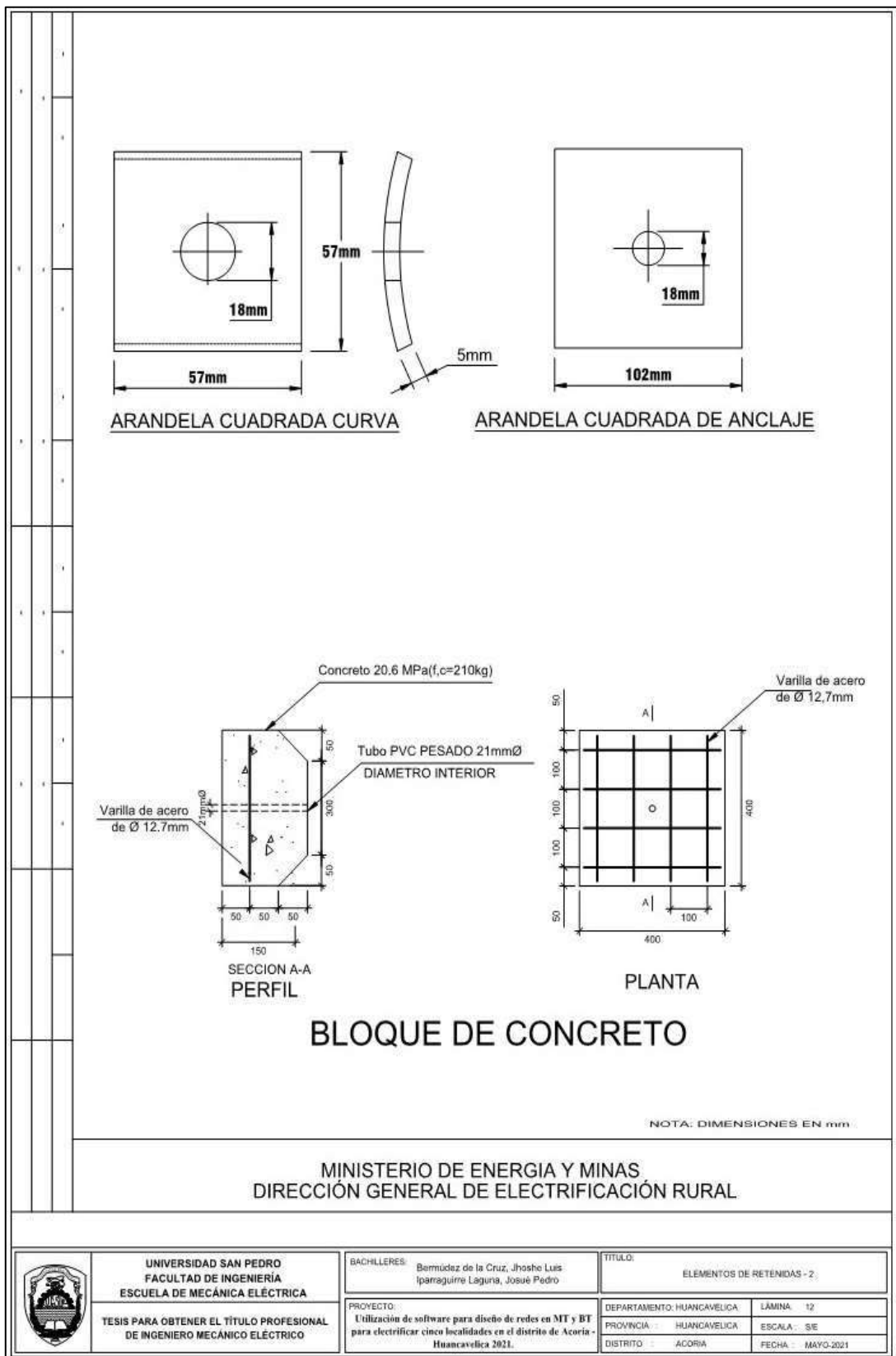


Figura 357. Lamina de detalle de distribución secundaria, elementos para retenidas 1  
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad



**Figura 358.** Lamina de detalle de distribución secundaria, elementos para retenidas 2  
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad

No.	CARACTERISTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	VALOR OFERTADO
<b>1.0</b>	<b><u>PERNOS MAQUINADOS</u></b>			
1.1	FABRICANTE			
1.2	MATERIAL			
1.3	CLASE DE GALVANIZADO SEGUN ASTM			
1.4	NORMA DE FABRICACION			
1.5	CARGA DE ROTURA MINIMA	kN	8	
1.6	DIAMETRO DEL PERNO	mm	16	
1.7	LONGITUD DEL PERNO	mm		
1.8	MASA POR UNIDAD	kg		
<b>2.0</b>	<b><u>PERNO – OJO</u></b>			
2.1	FABRICANTE			
2.2	MATERIAL			
2.3	CLASE DE GALVANIZADO SEGUN ASTM			
2.4	DIMENSIONES			
2.4.1	LONGITUD	mm		
2.4.2	DIAMETRO	mm	16	
2.5	NORMA DE FABRICACION		ANSI C 135.4	
2.6	CARGA MINIMA DE ROTURA	kN	5,8	
2.7	MASA POR UNIDAD	kg		
<b>3.0</b>	<b><u>PERNO DOBLE ARMADO</u></b>			
3.1	FABRICANTE			
3.2	MATERIAL DE FABRICACION			
3.3	CLASE DE GALVANIZACION ASTM		B	
3.4	DIMENSIONES			
3.4.1	DIAMETRO	mm	16	
3.4.2	LONGITUD			
3.4.2.1	PERNO DE 16mm Diam.	mm	356	
3.4.2.2	PERNO DE 16mm Diam.	mm	406	
3.5	NORMA DE FABRICACION			
3.6	CARGA MINIMA DE ROTURA	kN	5,8	
3.7	FORMA DE LAS CUATRO TUERCAS DEL PERNO		CUADRADA	
3.8	TIPO DE LAS CUATRO TUERCAS CUADRADAS		DOBLE CONCAVIDAD	
<b>4.0</b>	<b><u>TUERCA-OJO</u></b>			
4.1	FABRICANTE			
4.2	MATERIAL		ACERO	
4.3	CLASE DE GALVANIZACION ASTM		B	
4.4	DIMENSIONES	mm		
4.4.1	DIAMETRO DEL PERNO A CONECTAR	mm	16	
4.6	NORMA DE FABRICACION		ANSI C 135.5	
4.7	CARGA MINIMA DE ROTURA	kN	5,8	
4.8	MASA POR UNIDAD	kg		

**Figura 359.** Tabla de datos técnicos garantizados, accesorios metálicos para postes y retenidas 1  
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad

No.	CARACTERISTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	VALOR OFERTADO
<b>4.0</b>	<b><u>PERNOS CON GANCHO</u></b>			
4.1	FABRICANTE			
4.2	MATERIAL		ACERO	
4.3	CLASE DE GALVANIZADO SEGUN ASTM		B	
4.4	NORMA DE FABRICACION			
4.5	CARGA DE ROTURA MINIMA	kN	8	
4.5.1	DIAMETRO DEL PERNO	mm	16	
4.5.2	LONGITUD DEL PERNO	mm		
4.6	MASA POR UNIDAD	kg		
<b>5.0</b>	<b><u>PORTALINEA UNIPOLAR PARA AISLADOR TIPO CARRETE</u></b>			
5.1	FABRICANTE			
5.2	MATERIAL		ACERO	
5.3	CLASE DE GALVANIZADO SEGUN ASTM		B	
5.4	DIMENSIONES Y CONFIGURACION GEOMETRICA (ADJUNTAR PLANO)			
5.5	CARGA MINIMA DE ROTURA	kN	5,8	
5.6	NORMA DE FABRICACION		ANSI C 135.20	
5.7	MASA POR UNIDAD	kg		

**Figura 360.** Tabla de datos técnicos garantizados, accesorios metálicos para postes y retenidas 2  
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad

No.	CARACTERISTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	VALOR OFERTADO
<b>6.0</b>	<b><u>VARILLA DE ANCLAJE CON OJAL-GUARDACABO</u></b>			
6.1	FABRICANTE			
6.2	MATERIAL		ACERO FORJADO	
6.3	CLASE DE GALVANIZACION SEGUN ASTM		B	
6.4	DIMENSIONES			
	. LONGITUD	m	2,4	
	. DIAMETRO	mm	16	
6.5	CARGA DE ROTURA MINIMA	kN	71	
6.6	MASA POR UNIDAD	Kg		
	NORMA DE FABRICACION		ANSI C 135.2	
<b>7.0</b>	<b><u>ARANDELA CUADRADA PARA ANCLAJE</u></b>			
7.1	FABRICANTE			
7.0	MATERIAL		ACERO	
7.3	CLASE DE GALVANIZACION SEGUN ASTM		B	
7.4	DIMENSIONES			
	. LADO	mm	100	
	. ESPESOR	mm	6,35	
	DIAMETRO DE AGUJERO CENTRAL	mm	17,46	
7.5	CARGA MINIMA DE CORTE	kN	71,35	
7.6	MASA POR UNIDAD	Kg		
7.7	NORMA DE FABRICACION			
<b>8</b>	<b><u>PERNO ANGULAR CON OJAL - GUARDACABO</u></b>			
8.1	FABRICANTE			
8.2	MATERIAL		ACERO FORJADO	
8.3	CLASE DE GALVANIZACION SEGUN ASTM		B	
8.4	DIMENSIONES:			
	. LONGITUD DEL PERNO	mm	203	
	. DIAMETRO DEL PERNO	mm	16	
8.5	CARGA DE ROTURA MINIMA A TRACCION O CORTE	kN	60,4	
8.6	MASA POR UNIDAD	Kg		
	NORMA DE FABRICACION		ANSI C 135.4	
<b>9</b>	<b><u>GRAPA DE DOBLE VIA</u></b>			
9.1	FABRICANTE			
9.2	MATERIAL	ACERO		
9.3	DIAMETRO DE CABLE A SUJETAR	mm	10	
9.4	CARGA MAXIMA DE TRABAJO	kN		
9.5	DIMENSIONES (Adjuntar Planos)	mm		
9.6	MASA POR UNIDAD	kg		
9.7	NORMA DE FABRICACION			

**Figura 361.** Tabla de datos técnicos garantizados, accesorios metálicos para postes, aisladores y retenidas 3

Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad



No.	CARACTERISTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	VALOR OFERTADO
<b>10.0</b>	<b><u>ARANDELA CUADRADA CURVA</u></b>			
10.1	FABRICANTE			
10.2	MATERIAL		ACERO	
10.3	CLASE DE GALVANIZACION SEGUN ASTM		B	
10.4	DIMENSIONES			
	. LADO	mm	57	
	. ESPESOR	mm	5	
	DIAMETRO DE AGUJERO CENTRAL	mm	17,5	
	RADIO DE CURVATURA	mm		
	CARGA MINIMA DE ROTURA POR CORTE	kN	55,29	
	NORMA DE FABRICACION			
	MASA POR UNIDAD	kg		
<b>11.0</b>	<b><u>PASTORAL</u></b>			
11.1	FABRICANTE			
11.2	MATERIAL		ACERO	
11.3	CLASE DE GALVANIZACION SEGUN ASTM		B	
11.4	AVANCE HORIZONTAL	m	0,5	
11.5	AVANCE VERTICAL	m	0,25	
11.6	ANGULO DE INCLINACION	GRADOS	20	
11.7	DIAMETRO INTERIOR DEL TUBO	mm	38	
11.8	ABRAZADERAS Y ACCESORIOS DE FABRICACION		SI	
11.9	MASA DEL PASTORAL Y SUS ACCESORIOS	kg		

**Figura 362.** Tabla de datos técnicos garantizados, accesorios metálicos para postes, aisladores y retenida4

Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad

## LUMINARIAS Y LÁMPARAS

### 1. NORMAS APLICABLES.

IEC 60598; 60529; 60238	Características mecánicas y eléctricas de Luminarias
IEC 62031; 60598; 61347-2	Led módulos, Led luminarias, Fuente de Led

### 2. CONDICIONES AMBIENTALES Y DE OPERACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO.

Los conectores de derivación se instalarán en zonas con las siguientes condiciones ambientales:

- Altitud sobre el nivel del mar : hasta 4 500 m
- Humedad relativa : entre 50 y 100%
- Temperatura ambiente : -15 °C y 30 °C
- Velocidad máxima del viento : 75 km/h
- Contaminación ambiental : de escasa a moderada
- Presencia de lluvias : abundante

Los equipos de alumbrado público serán alimentados en 220 V nominales procedente de los siguientes sistemas eléctricos:

- Configuración de la Red Secundaria  
Monofásica : 440-220 V, 3 hilos, neutro corrido con múltiple puesta a tierra.
- Tensión máxima de la red : 600 V
- Frecuencia de la red : 60 Hz
- Naturaleza del neutro : efectivamente puesto a tierra

### **3. REQUERIMIENTOS TÉCNICOS.**

#### **3.1 Fotometría:**

El sistema de iluminación de será de tipo Led con potencia de 30W con luminosidad de 3000lm según el cuadro Especificaciones técnicas.

#### **3.2 Características mecánicas y eléctricas principales de los componentes de la luminaria:**

##### **Características Generales de Diseño:**

El diseño de la luminaria deberá ser de un solo bloque o de dos bloques, manteniendo siempre el sistema óptico y portaequipo independientes. Deberá dificultar el hurto de la propia luminaria los accesorios del portaequipo y el desprendimiento de sus partes, a excepción de la plancha portaequipo.

Los seguros y cierres de fijación de cubiertas serán de accionamiento manual.

##### **Características de las lámparas**

- Lámpara tipo : LED
- Potencia (W) : 50
- Flujo luminoso (lúmenes) 3000
- Vida útil promedio (h): 50 000

#### **3.3 Vida Útil de las Luminarias:**

El fabricante deberá garantizar técnicamente una vida útil mayor o igual a 10 años, en las condiciones de operación indicadas en el numeral 3. Tiempo para el cual la luminaria mantendrá sus cualidades fotométricas, así como las mínimas condiciones mecánicas y eléctricas para un funcionamiento adecuado y seguro.

No.	CARACTERISTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	VALOR OFERTADO
1.0	FABRICANTE			
2.0	NORMA DE FABRICACION			
3.0	SISTEMA DE ILUMINACIÓN		LED	
4.0	POTENCIA DE LAMPARA	W	30	
5.0	TEMPERATURA LUZ		CALIDO	
6.0	NUMERO DE LED	u		
7.0	FLUJO LUMINOSO	lm	3000	
8.0	EFICIENCIA LUMINOSA	Lm /W		
9.0	TENSION OPERACIÓN	V	220	
10.0	CORRIENTE	A		
11.0	FRECUENCIA DE OPERACIÓN	HZ	60	
12.0	TIEMPO DE ARRANQUE	s	0.1	
13.0	VIDA UTIL MINIMA	H	50 000	
14.0	GRADO DE PROTECCIÓN		IP65	
15.0	MATERIAL DEL SOPORTE PRINCIPAL			
16.0	MATERIAL DEL REFLECTOR			
17.0	MATERIAL DE DIFUSION			
18.0	DIAMETRO DEL EMBONABLE AL PASTORAL			
19.0	DIMENSIONES			
20.0	MASA POR UNIDAD	kg		
21.0	CURVAS, ISOLUX, TABLAS, CATALOGOS (Adjuntar información).			

**Figura 363.** Tabla de datos técnicos garantizados, luminaria para lampara led de 30W  
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	VALOR GARANTIZADO
1	<b>GENERAL</b>			
	Fabricante			
	País de fabricación			
	Norma		<i>IEC 60502-1 / NTP 370.255 -1</i>	
2	<b>DESIGNACION N2XY</b>		2 x 2,5 mm <sup>2</sup>	
	Tensión Nominal Eo/E	kV	0.6/1	
	Temperatura máxima a condiciones normales	°C	<b>90</b>	
	Temperatura máxima en cortocircuito (5 s. Máximo)	°C		
3	<b>CONDUCTOR DE FASE</b>			
	Material		Cobre recocido	
	Pureza	%	99.9	
	Sección nominal	mm <sup>2</sup>	2,5	
	Peso	kg / km		
	<b>Capacidad de corriente</b>			
	- Enterrado	A		
	- Aire	A		
	- Ducto	A		
	<b>Aislamiento</b>			
	Material		<i>XLPE</i>	
	Color		Negro o Blanco, Rojo y Negro	
	Espesor nominal promedio	mm	0.7	
	<b>Cubierta externa</b>			
	Material		<i>PVC</i>	
Color		Negro		
Espesor	mm	<b>1.8</b>		
<b>Pruebas</b>				
Tensión de ensayo de Continuidad de aislamiento	kV	3.5		

Figura 364. Tabla de datos técnicos garantizados, cables de cobre aislado tipo n2xy para conexión de alumbrado publico

Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad

## **MATERIAL PARA PUESTA A TIERRA**

### **1. NORMAS APLICABLES.**

NTP 370.251.2003 CONDUCTORES ELÉCTRICOS. CABLES PARA LÍNEAS AÉREAS (DESNUDOS Y PROTEGIDOS) Y PUESTAS A TIERRA.

ANSI C135.14 STAPLES WITH ROLLED OF SLASH POINTS FOR OVERHEAD LINE CONSTRUCTION

### **2. DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES.**

#### **2.1 Conductor:**

El conductor será de cable de acero con recubrimiento metalúrgico de cobre, de las características que se indican en la Tabla de Datos Técnicos Garantizados

#### **2.2 Electrodo de Puesta a Tierra:**

##### **2.2.1 Características Generales:**

El electrodo de puesta a tierra estará constituido por una varilla de acero revestida de una capa de cobre. Deberá ser fabricado con materiales y aplicando métodos que garanticen un buen comportamiento eléctrico, mecánico y resistencia a la corrosión.

Diámetro nominal : 16 mm

Longitud : 2,40 m

##### **2.2.2. Características Generales:**

Las características, dimensiones accesorias para puestas a tierra, se indica en la Tabla de Datos Técnicos Garantizados.

Nº	CARACTERISTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO			VALOR GARANTIZADO
<b>1.0</b>	<b>CARACTERÍSTICAS GENERALES</b>					
1.	FABRICANTE					
1.	PAÍS DE FABRICACIÓN					
1.	CONFIGURACIÓN DEL ALAMBRE					
1.	NORMA DE FABRICACIÓN		ASTMB	ASTMB	ASTMB	
4	Y PRUEBAS		910/ B910M- 07	910/ B910M- 07	910/ B910M- 07	
<b>2.0</b>	<b>DIMENSIONES</b>					
2.	DESIGNACIÓN DEL CABLE		16	25	35	
		AWG	6	4	2	
2.	SECCIÓN TRANSVERSAL	mm <sup>2</sup>	13,30	21,15	33,62	
2.	DIÁMETRO DE LOS ALAMBRES	mm				
2.	DIÁMETRO NOMINAL	mm	4,11	5,19	6,54	
<b>3.0</b>	<b>CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS</b>					
3.	MASA DEL CABLE	kg/m	0,1095	0,174	0,277	
3.	CARGA DE ROTURA MÍNIMA	kN	3,561	5,66	8,996	
3.	MODULO DE ELASTICIDAD INICIAL	kN/mm <sup>2</sup>				
3.	MODULO DE ELASTICIDAD FINAL	kN/mm <sup>2</sup>				
3.	COEFICIENTE DE DILATACIÓN TÉRMICA	1/°C				
3.	TIPO DE FABRICACIÓN		Temple Blando (recocido)	Temple Blando (recocido)	Temple Blando (recocido)	
6						
<b>4.</b>	<b>CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS:</b>					
4.	RESISTENCIA ELÉCTRICA MÁXIMA EN C.C. A 20°C	Ohm/km	3,241	2,038	1,282	
1						
4.	CONDUCTIVIDAD NOMINAL	%	40	40	40	

Figura 365. Tabla de datos técnicos garantizados, cable de acero con recubrimiento metalúrgico de cobre

Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad

N°	CARACTERISTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	VALOR GARANTIZADO
<b>A</b>	<b><u>ELECTRODO</u></b>			
1.0	FABRICANTE			
2.0	MATERIAL		ACERO RECUBIERTO CON COBRE	
3.0	NORMA DE FABRICACION			
4.0	DIAMETRO	mm	16	
5.0	LONGITUD	m	2,40	
6.0	SECCION	mm <sup>2</sup>	196	
7.0	ESPESOR MINIMO DE CAPA DE COBRE	mm	0,27	
8.0	RESISTENCIA ELECTRICA A 20°c	Ohm		
9.0	MASA DEL ELECTRODO	Kg		
<b>B</b>	<b><u>CONECTOR</u></b>			
1.0	FABRICANTE			
2.0	MATERIAL		ALEACION DE COBRE	
3.0	DIAMETRO DE ELECTRODO	mm	16	
4.0	SECCION DEL CONDUCTOR	mm <sup>2</sup>	16	
5.0	NORMA DE FABRICACION			
6.0	MASA DEL CONECTOR	Kg		
<b>C</b>	<b><u>CONECTOR TIPO PERNO PARTIDO</u></b>			
1.0	FABRICANTE			
2.0	MATERIAL		COBRE	
3.0	NORMA DE FABRICACION			
4.0	DIAMETRO DEL CONDUCTOR PRINCIPAL	mm	5,1	
5.0	DIAMETRO DEL CONDUCTOR SECUNDARIO	mm	5,1	
6.0	NUMERO DE CATALOGO DEL FABRICANTE			
7.0	TORQUE DE AJUSTE RECOMENDADO	N-m		
8.0	DIMENSIONES (Adjuntar planos)			
9.0	MASA POR UNIDAD	kg		
<b>D</b>	<b><u>GRAPA BIMETALICA DE VIAS PARALELAS</u></b>			
1.0	FABRICANTE			
2.0	MATERIAL			
3.0	NORMAS DE FABRICACION			
4.0	DIAMETRO DEL CONDUCTOR DE AAAC	mm	5,1 - 9,0	
5.0	DIAMETRO DEL CONDUCTOR DE COBRE	mm	5,1	
6.0	NUMERO DE CATALOGO DE FABRICANTE			
7.0	TORQUE DE AJUSTE RECOMENDADO			
8.0	DIMENSIONES (ADJUNTAR PLANOS)			
9.0	MASA POR UNIDAD	kg		

**Figura 366.** Tabla de datos técnicos garantizados, electrodo y conectores  
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad



## MEDIDORES ESTÁTICOS DE ENERGÍA ACTIVA MONOFÁSICOS PARA CORRIENTE ALTERNA

### 1. NORMAS APLICABLES.

UNE-EN 61036 (IEC 1036)

UNE-EN 61358

### 2. CONDICIONES AMBIENTALES DE SERVICIO.

Los medidores monofásicos de energía activa serán instalados en cajas metálicas portamedidor en zonas de contaminación media, elevada radiación ultravioleta y elevados gradientes de temperatura, con las siguientes condiciones ambientales:

- Altura sobre el nivel del mar : entre 0 y 4 500 m
- Humedad relativa : 5 al 95 %
- Temperatura ambiente : -10 °C a 40 °C
- Contaminación ambiental : Media

### 3. CONDICIONES DE OPERACIÓN.

Los medidores estáticos de energía activa para corriente alterna serán utilizados en los sistemas de distribución de baja tensión, con las siguientes características de operación:

Configuración de la Red Secundaria :

**Trifásica:** 380-220 V, 4hilos, Neutro Corrido con múltiple puesta a tierra

**Monofásica:** 440-220 V, 3hilos, Neutro Corrido con múltiple puesta a tierra

**Tensión nominal del Medidor:** 220 V (Fase – Neutro)

**Frecuencia:** 60 Hz

#### 4. CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO Y FABRICACIÓN.

##### 4.1. Características Técnicas Generales:

Tipo de Funcionamiento	: De estado sólido
Número de Fases	: Uno (01)
Tensión Nominal	: 220 V (Fase – Neutro)
Frecuencia Nominal	: 60 Hz
Corriente Nominal (In)	: 10 A
Clase de Precisión Máxima	: 1
Sobrecarga admisible	: 400 % In (40 A)
Número de Hilos	: 2
Registrador	: Digital Con Pantalla Líquida Siempre Positivo (independiente de de la Inversión de la Polaridad)

Nº	CARACTERISTICAS	UND	VALOR REQUERIDO	VALOR GARANTIZADO
1.0	NOMBRE DEL FABRICANTE			
2.0	TIPO DE FUNCIONAMIENTO		ESTATICO	
3.0	TENSION NOMINAL	V	220	
4.0	CORRIENTE NOMINAL (In)	A	10	
5.0	CORRIENTE MAXIMA SIN VARIAR LA CLASE DE PRECIS.	A	40	
6.0	FRECUENCIA	Hz	60	
7.0	CLASE DE PRECISION		1	
8.0	NÚMERO DE FASES		1	
9.0	NÚMERO DE SISTEMAS		1	
10.0	NÚMERO DE HILOS		2	
11.0	MONTAJE		VERTICAL	
12.0	DE LA BASE DEL MEDIDOR - Material de Fabricación			
13.0	DEL BASTIDOR - Material de fabricación			
14.0	DE LA TAPA DEL MEDIDOR - Material de Fabricación - Accesorio de Fijación - Material del precinto de seguridad			

Figura 367. Tabla de datos técnicos garantizados, medidor de energía activa monofásico 1

Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad

Nº	CARACTERISTICAS	UND	VALOR REQUERIDO	VALOR GARANTIZADO
15.0	<b>BLOQUE DE TERMINALES</b> Material de Fabricación del Bloque de Terminales Material de la Tapa del Bloque Material de los bornes y Tornillos Sección del conductor de acometida		BRONCE 6 Metal anticorrosivo	
16.0	<b>PLACA DE IDENTIFICACIÓN</b> Material de Fabricación Información Contendida		Plancha de Aluminio Lo solicitado en Item 6.5	
17.0	<b>ELEMENTO VISUALIZADOR</b>		<b>DIGITAL CON PANTALLA DE CRISTAL LIQUIDA</b>	
18.0	<b>REGISTRADOR SIEMPREPOSITIVO, INDEPENDIENTE DE LA POLARIDAD DE CONEXIÓN DE LA RED</b>		SI	
19.0	<b>DISPOSITIVOS DE CALIBRACIÓN</b>		SI De acuerdo a Item 6.12	
	PUENTE DE TENSION		De acuerdo a Item 6.13	
	BORNE DE PUESTA A TIERRA		3	
	DISTANCIA EN EL AIRE		4	
	LINEA DE FUGA			
	PERDIDAS DE POTENCIA		W y VA	
	En cada Circuito de Tensión		VA	
	En cada Circuito de Corriente		Según Norma	
	CARACTERISTICAS DIELECTRICAS		<b>UNE-EN 61036 (IEC 1036)</b>	
20.0	<b>PRECISION</b>		<b>Según Norma</b> UNE-EN 61036 (IEC 1036)	
25.0	<b>ARRANQUE Y MARCHA EN VACIO</b>		<b>Según Norma</b> UNE-EN 61036 (IEC 1036)	
26.0	<b>CONDICIONES DE CALENTAMIENTO</b>		<b>Según Norma</b> UNE-EN 61036 (IEC 1036)	

Figura 368. Tabla de datos técnicos garantizados, medidor de energía activa monofásico 2

Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad

Nº	CARACTERISTICAS	UND	VALOR REQUERIDO	VALOR GARANTIZADO
27.0	<b>MODELO A SER COMERCIALIZADO (*)</b> - <b>NORMA TECNICA</b> - <b>RAZON SOCIAL DE ENTIDAD RESPONSABLE</b> - <b>PAIS</b> - <b>DIRECCION</b>		<b>Según Norma</b> UNE-EN 61036 (IEC 1036)	
28.0	<b>DE LA AFERICION DEL 100 % DE MEDIDORES (*)</b> - <b>NORMA ETECNICA</b> - <b>RAZON SOCIAL DE ENTIDAD RESPONSABLE</b> - <b>PAIS</b> - <b>DIRECCION</b> - <b>FECHA DE CERTIFICACION DE EQUIPOS</b>		<b>Según Norma</b> UNE-EN 61036 (IEC 1036)	
29.0	<b>DE LA INSPECCION DE ACEPTACION DE LOS MEDIDORES (*)</b> - <b>NORMA METROLOGICA</b> - <b>METODO</b> - <b>RAZON SOCIAL DE ENTIDAD RESPONSABLE</b> - <b>PAIS (*)</b> - <b>DIRECCION</b> <b>(*) LOS COSTOS ESTAN INCLUIDO EN EL PRECIO COTIZADO</b>		<b>Según Norma</b> UNE-EN 61036 (IEC 1036) <b>MUESTREO POR ATRIBUTOS</b>	

**Figura 369.** Tabla de datos técnicos garantizados, medidor de energía activa monofásico 3  
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad

## **CAJA METÁLICA PORTAMEDIDOR**

### **1. NORMAS APLICABLES.**

El proveedor indicará las normas nacionales o internacionales vigentes, cuyas prescripciones sean aplicables a la fabricación y pruebas de cajas metálicas porta medidores.

### **2. DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL.**

Las cajas porta medidores serán fabricadas con plancha de hierro laminado en frío, de 0,9 mm de espesor para el cuerpo de la caja y 2,0 mm para la tapa. Las dimensiones exteriores de la caja porta medidor dependerá del tipo de medidor de energía a instalar, del tipo inducción o del tipo estático.

Todos los puntos de soldadura estarán distanciados entre si 40 mm como máximo. Los cortes y dobleces deberán efectuarse por estampado, no debiendo tener filos cortantes ni rebabas.

Las características, materiales y dimensiones de la caja portamedidor se detalla en la Tabla de datos técnicos garantizados.

Nº	CARACTERISTICAS	UND	REQUERIDO	GARAN TIZ.
1.0	<b>FABRICANTE</b>			
2.0	<b>TIPO</b>		“L”	
3.0	<b>MATERIAL DE LA PLANCHA DE METALICA</b>		Hierro laminado en frío	
4.0	<b>ESPESOR DE LA PLANCHA METALICA</b>		0,9	
	- Cuerpo de la caja	mm	2,0	
	- Tapa de la caja	mm	360x183 x 175	
5.0	<b>DIMENSIONES EXTERIORES</b>	mm		
6.0	<b>ACABADO Y TRATAMIENTO ANTICORROSIVO</b>		arenado o decapado color gris mate	
	- Limpiado		50	
	- Color de pintura epóxica		100	
	- Concentración de la pintura			
	- Espesor mínimo de impregnación de la base epóxi cromato de zinc	µm		
	- Espesor del acabado epóxica	µm	Cedro o Tornillo 320 x 160 x 10	
7.0	<b>TABLERO DE MADERA</b>		CCB o Pentaclorofenol Según ITINTEC 251.019	
	- Material	mm	Barniz transparente IEC 898	
	- Dimensiones			
	- Preservante			
	- Método de tratamiento			
	- Acabado			
8.0	<b>INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO BIPOLAR</b>		10 A 415 V AC 220 V AC “B” 06 kA 06 kA	
	- Norma de Fabricación			
	- Fabricante			
	- Procedencia			
	- Corriente Nominal			
	- Tensión Máxima de Servicio			
	- Tensión Nominal Un			
	- Curva de disparo			
	- Capacidad de Interrupción Última a la Un			
	- Capacidad de Interrupción de Servicio a Un			
	- Límite de la tensión de operación % Uc			
9.0	<b>ACCESORIOS</b>			
	- 2 x 200 mm de conductor sólido tipo TW de 4 mm <sup>2</sup> entorchado para conexión de los bornes de salida del interruptor termomagnético			
	- Borne de puesta a tierra			
	- Dispositivo de seguridad metálico con precinto			
	- Visor transparente de policarbonato resistente a los golpes, a la corrosión, a la radiación ultravioleta y a la variación brusca de temperatura.			
	- Elemento para el corte temporal o permanente de energía por morosidad y para el reseteo y apertura del interruptor termomagnético, sin la necesidad de apertura la caja metálica porta medidor.			
	- Una llave metálica de la tapa para cada 50 unidades.			
	- Un juego de herramientas y accesorios para los elementos de corte y reseteo para cada 100 unidades.			
	2 bisagras por puerta			

Figura 370. Tabla de datos técnicos garantizados, caja metálica porta medidor para medidor de inducción

Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad

Nº	CARACTERISTICAS	UND	REQUERIDO	GARA NTIZ.
1.0	<b>FABRICANTE</b>		“L”	
2.0	<b>TIPO</b>		Hierro laminado en frío	
3.0	<b>MATERIAL DE LA PLANCHA DE METALICA</b>			
4.0	<b>ESPESOR DE LA PLANCHA METALICA</b>		0,9 2,0	
	- Cuerpo de la caja	mm	POR POSTOR	
	- Tapa de la caja	mm	Arenado o decapado	
5.0	<b>DIMENSIONES EXTERIORES</b>		Gris mate	
		mm		
6.0	<b>ACABADO Y TRATAMIENTO ANTICORROSIVO</b>		50 100	
	- Limpiado		Cedro o Tornillo	
	- Color de pintura epóxica		POR POSTOR	
	- Concentración de la pintura		CCB o Pentaclorofenol	
	- Espesor mínimo de impregnación de la base epóxi cromato de zinc	µm	Según ITINTEC	
	- Espesor del acabado epóxica	µm	251.019	
			barniz transparente	
7.0	<b>TABLERO DE MADERA</b>			
	- Material	mm		
	- Dimensiones			
	- Preservante			
	- Método de tratamiento		IEC 898	
	- Acabado			
8.0	<b>INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO BIPOLAR</b>		10 A 415 V AC 220 V AC	
	- Norma de Fabricación		“B”	
	- Fabricante		06 kA	
	- Procedencia		06 kA	
	- Corriente Nominal			
	- Tensión Máxima de Servicio			
	- Tensión Nominal Un			
	- Curva de disparo			
	- Capacidad de Interrupción Ultima a la Un			
	- Capacidad de Interrupción de Servicio a Un			
	- Límite de la tensión de operación % Uc			
9.0	<b>ACCESORIOS</b>			
	- 2 x 200 mm de conductor sólido tipo TW de 4 mm <sup>2</sup> entorchado para conexión de los bornes de salida del interruptor termomagnético			
	- Borne de puesta a tierra			
	- Dispositivo de seguridad metálica con precinto			
	- Visor transparente de policarbonato resistente a los golpes, a la corrosión, a la radiación ultravioleta y a la variación brusca de temperatura.			
	- Elemento para el corte temporal o permanente de energía por morosidad y para el reseteo y apertura del interruptor termomagnético, sin la necesidad de apertura la caja metálica porta medidor.			
	- Una llave metálica de la tapa para cada 50 unidades.			
	- Un juego de herramientas y accesorios para los elementos de corte y reseteo para cada 100 unidades.			
	- 2 bisagras por puerta			

**Figura 371.** Tabla de datos técnicos garantizados, caja metálica porta medidor para medidor estático  
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad

## **MATERIALES ACCESORIOS PARA CONEXIONES DOMICILIARIAS**

### **1. NORMAS APLICABLES.**

ITINTEC      370.223 PARA LOS CONDUCTORES  
IPCEA        PARA EL AISLAMIENTO

### **2. DESCRIPCIÓN DE LOS ACCESORIOS.**

#### **2.1 Cable concéntrico:**

El cable será del tipo concéntrico de cobre electrolítico, con aislamiento a prueba de intemperie, para una tensión nominal de 600 V. Tendrá una sección de 2 x 4 mm<sup>2</sup>.

#### **2.2 Templador:**

El templador será fabricado de fierro galvanizado en caliente, del tipo deslizante y ajuste por efecto de cuña, con agarradera de alambre acerado. El templador servirá para sujetar el conductor de acometida.

#### **2.3 Tubo de protección de acero galvanizado:**

Para la protección del cable de acometida se utilizará un tubo de acero galvanizado tipo pesado, con longitudes y diámetros según requerimiento y provisto de curvaturas para el ingreso y salida del cable de acometida.

#### **2.4 Armella tirafondo:**

Para el anclaje del templador se utilizará una armella tirafondo de fierro galvanizado en caliente de 6 mm de diám. x 50 mm.

#### **2.5 Tarugo:**

Para la fijación de la armella tirafondo se usará un taco de madera cedro.



## 2.6 Tubo de soporte:

Para el soporte del cable concéntrico en los cruces de calles, se utilizará tubo de acero galvanizado tipo pesado, con longitudes y diámetros según requerimiento y provisto de curvaturas para el ingreso y salida del cable de acometida.

N°	CARACTERISTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	VALOR GARANTIZADO
<b>1.0</b>	<b>CARACTERISTICAS GENERALES</b>			
1.1	FABRICANTE			
1.2	PAIS DE FABRICACION			
1.3	TENSION NOMINAL DE SERVICIO	V	600	
1.4	DIAMETRO EXTERIOR	mm		
1.5	MASA ESPECIFICA	kg/km		
1.6	INTENSIDAD DE CORRIENTE ADMISIBLE			
	- AL AIRE	A		
	- EN DUCTO DE PVC	A		
1.7	RESISTENCIA ELECTRICA MAXIMA EN C.C. A 20°C	Ohm/km		
1.8	COEFICIENTE TECNICO DE RESISTENCIA	1/°C		
<b>2.0</b>	<b>DEL CONDUCTOR DE COBRE PRINCIPAL Y CONDUCTOR EXTERIOR CONCENTRICO</b>			
2.1	NORMA DE FABRICACION		NTP 370.251.2003	
2.2	SECCION DEL CONDUCTOR PRINCIPAL	mm <sup>2</sup>	4	
2.3	NUMERO DE HILOS DEL CONDUCTOR PRINCIPAL		01	
2.2	DIAMETRO DEL CONDUCTOR PRINCIPAL	mm		
2.2	SECCION NOMINAL DEL CONDUCTOR EXTERIOR CONCENTRICO	mm <sup>2</sup>	4	
2.3	NUMERO DE HILOS DEL CONDUCTOR EXTERIOR CONCENTRICO			
2.4	DIAMETRO DE LOS HILOS	mm		
<b>3.0</b>	<b>DEL AISLAMIENTO Y CUBIERTA DE PVC</b>			
3.1	NORMA DE FABRICACION		IPCEA	
3.2	ESPESOR DEL AISLAMIENTO DE PVC	mm		
3.3	COLOR DEL AISLAMIENTO DE PVC			
3.4	ESPESOR DE LA CUBIERTA DE PVC	mm		
3.5	COLOR DE LA CUBIERTA DE PVC		NEGRO	

Figura 372. Tabla de datos técnicos garantizados (ITEM 13.1.8), conductor de cobre concéntrico, 2x4 mm<sup>2</sup>, para conexiones domiciliarias

Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad

**ANEXO 10**  
**Láminas de detalle de armados de línea,  
y redes primarias**

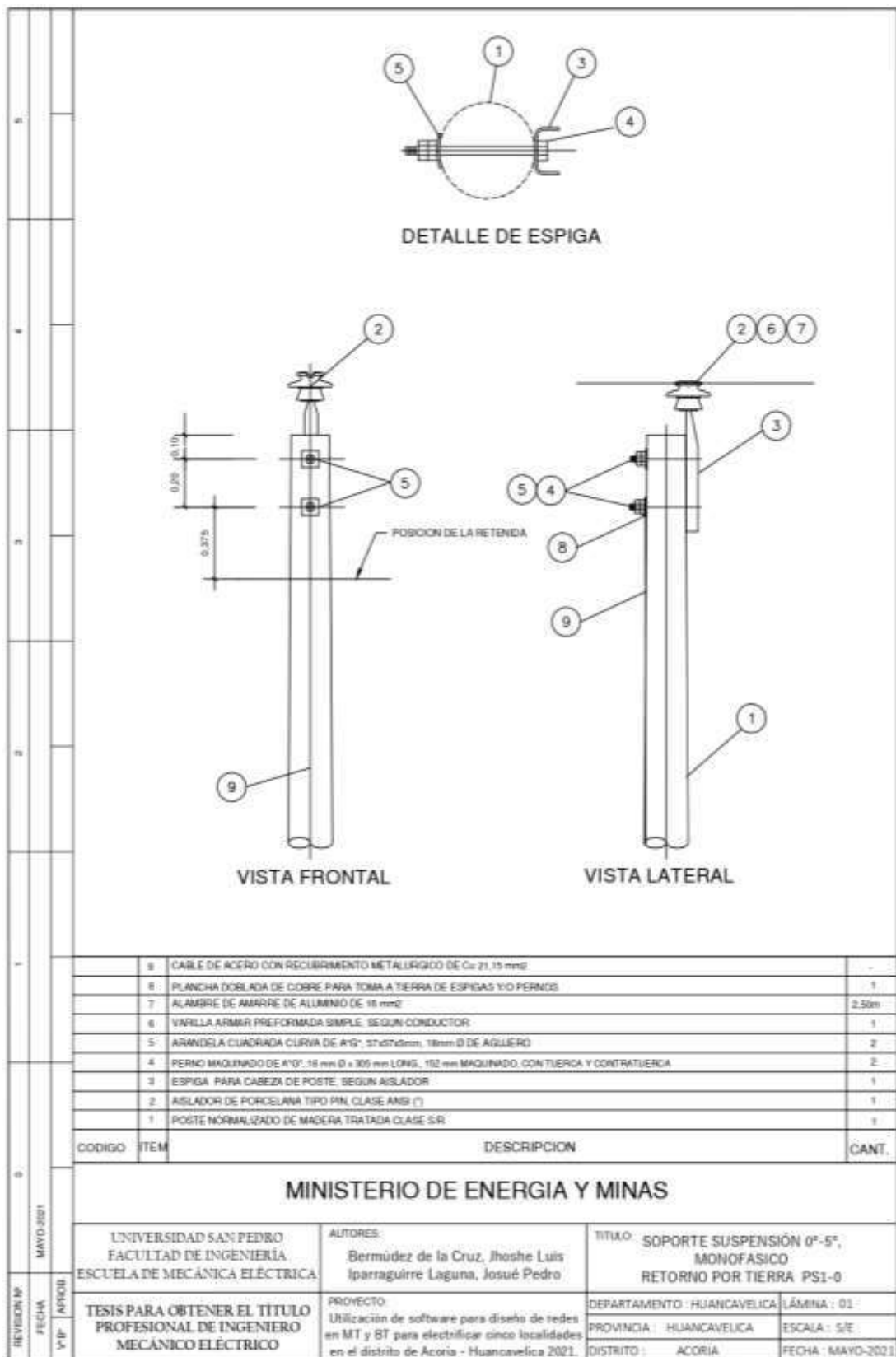


Figura 373. Lamina de detalle 01, de soporte suspensión 0° - 5°, monofásico retorno por tierra PS1-0  
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad

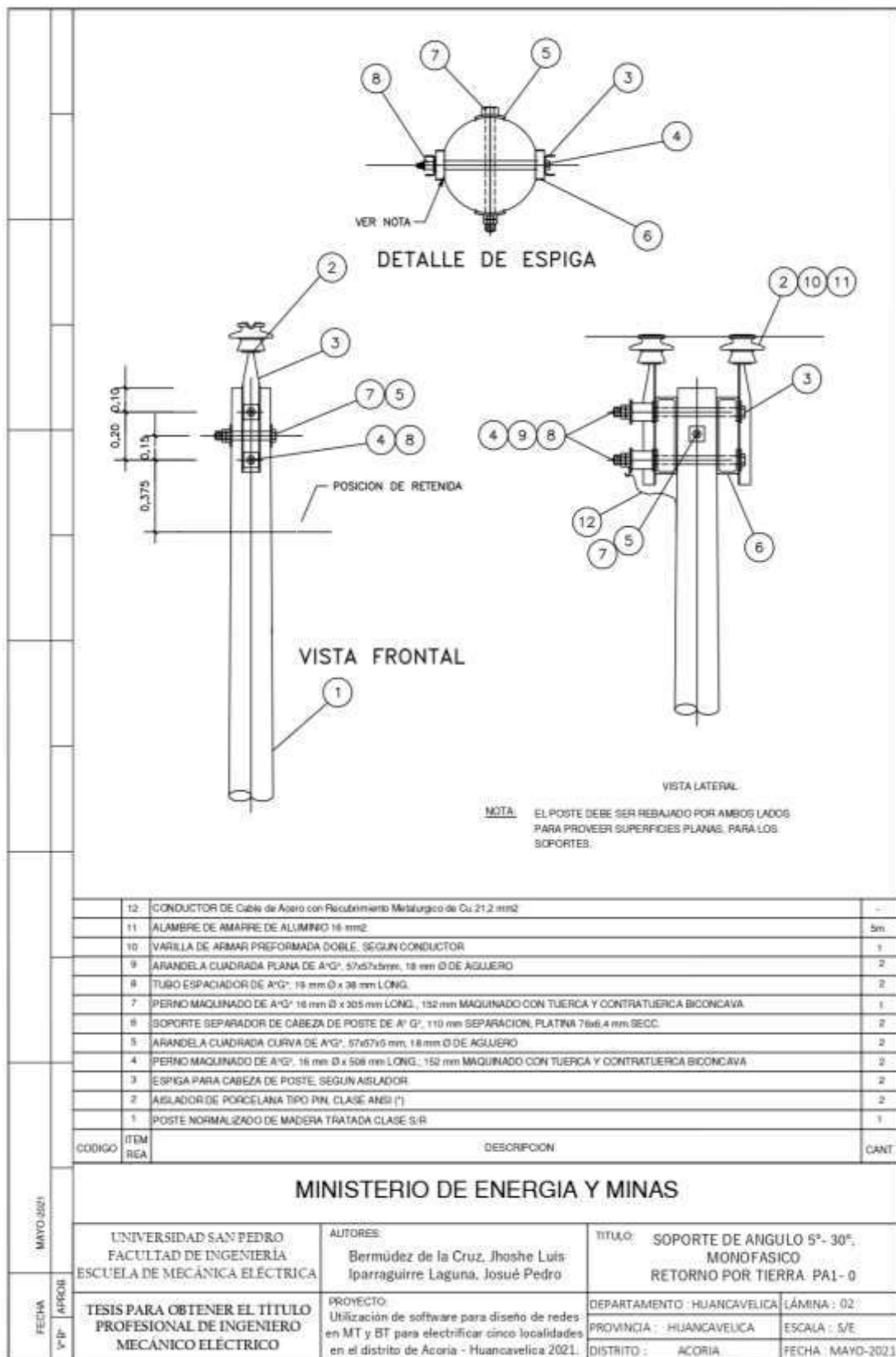


Figura 374. Lamina de detalle 02, de soporte suspensión 0° - 5°, monofásico retorno por tierra ps1-0  
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad

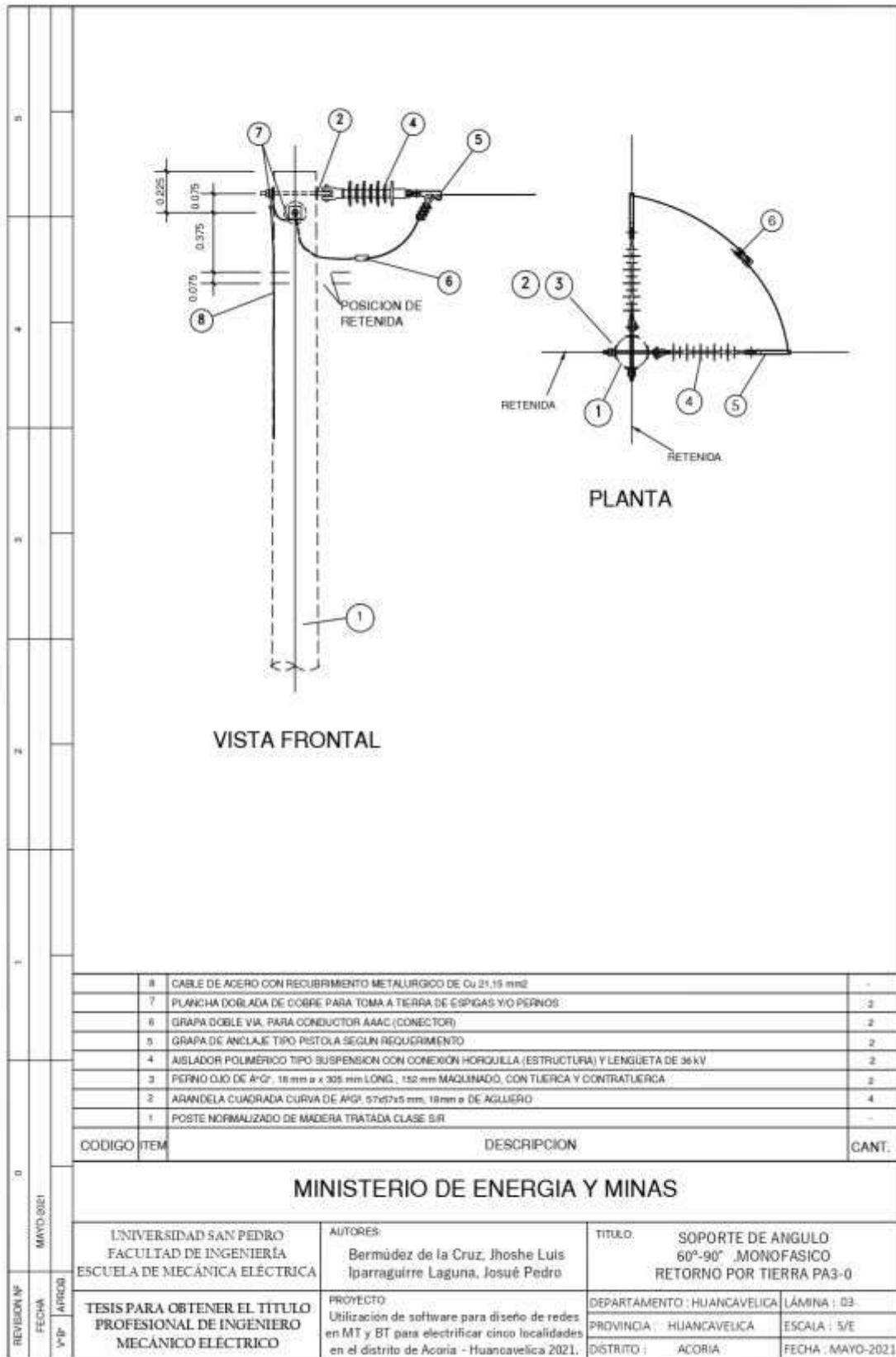


Figura 375. Lamina de detalle 03, soporte de Angulo 60° - 90°, monofásico retorno por tierra PA3-0  
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad

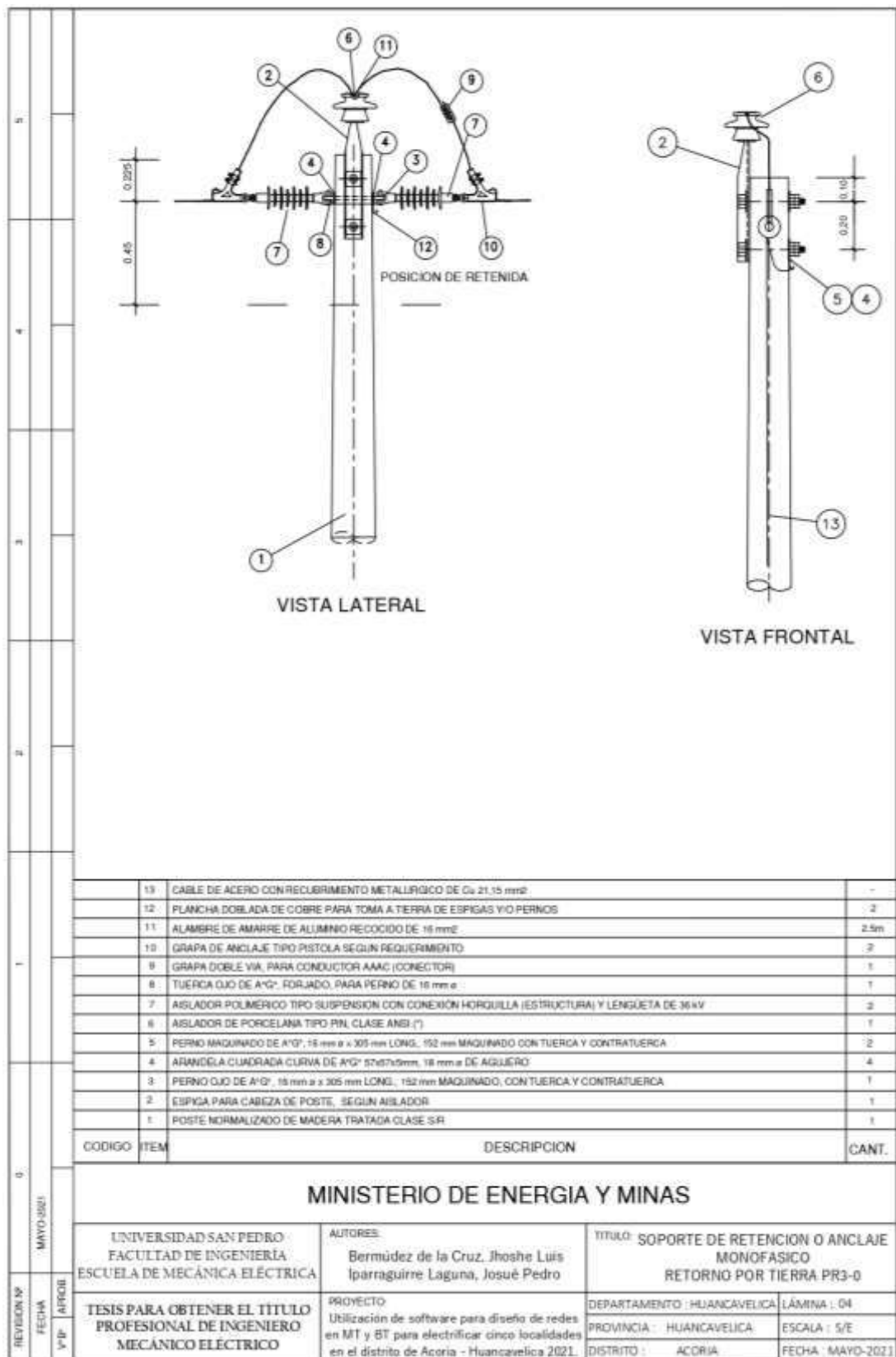


Figura 376. Lamina de detalle 04, soporte de retención o anclaje, monofásico retorno por tierra PR3-0  
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad

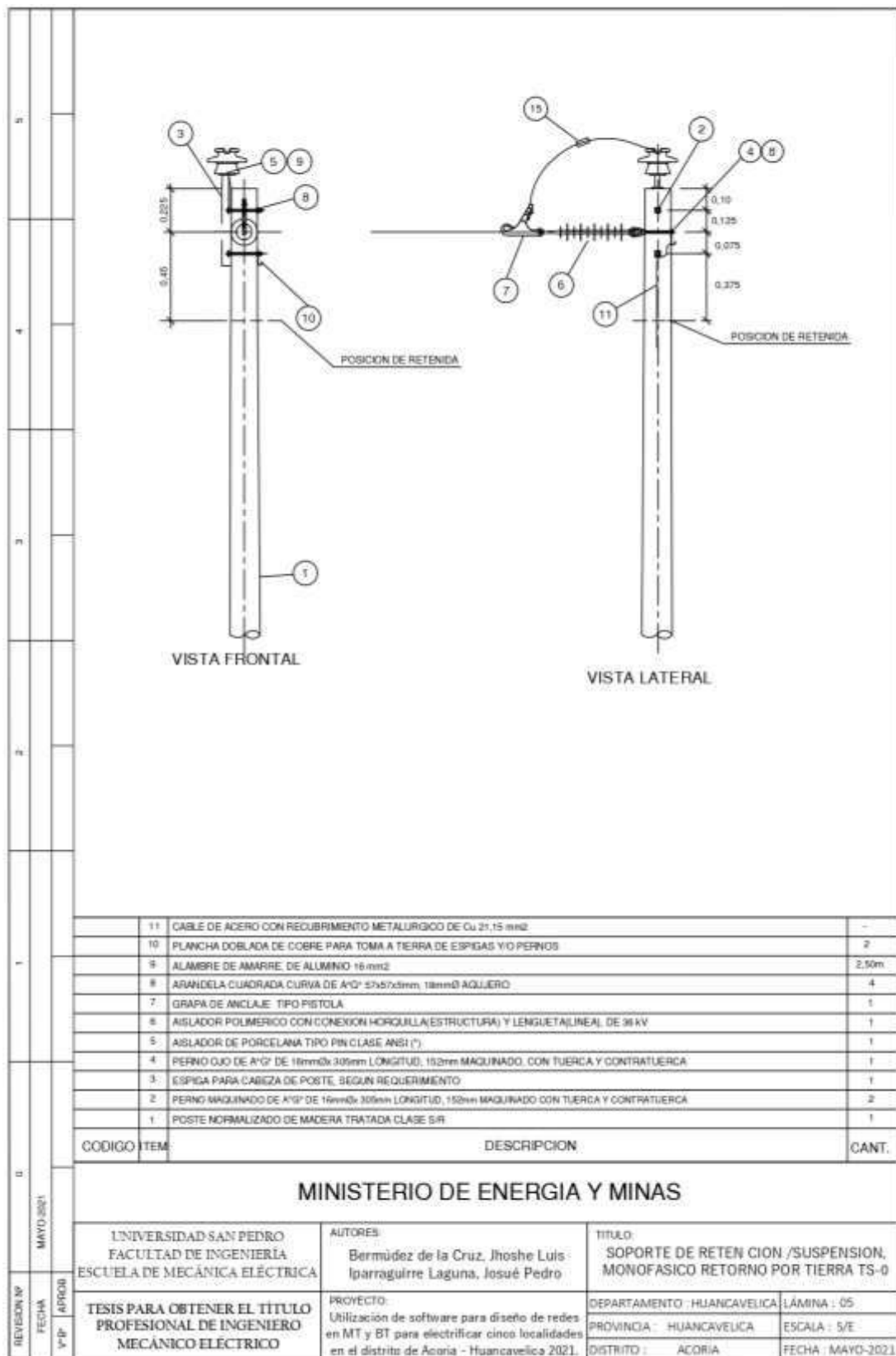


Figura 377. Lamina de detalle 05, soporte de retención/suspensión, monofásico retorno por tierra TS-0  
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad

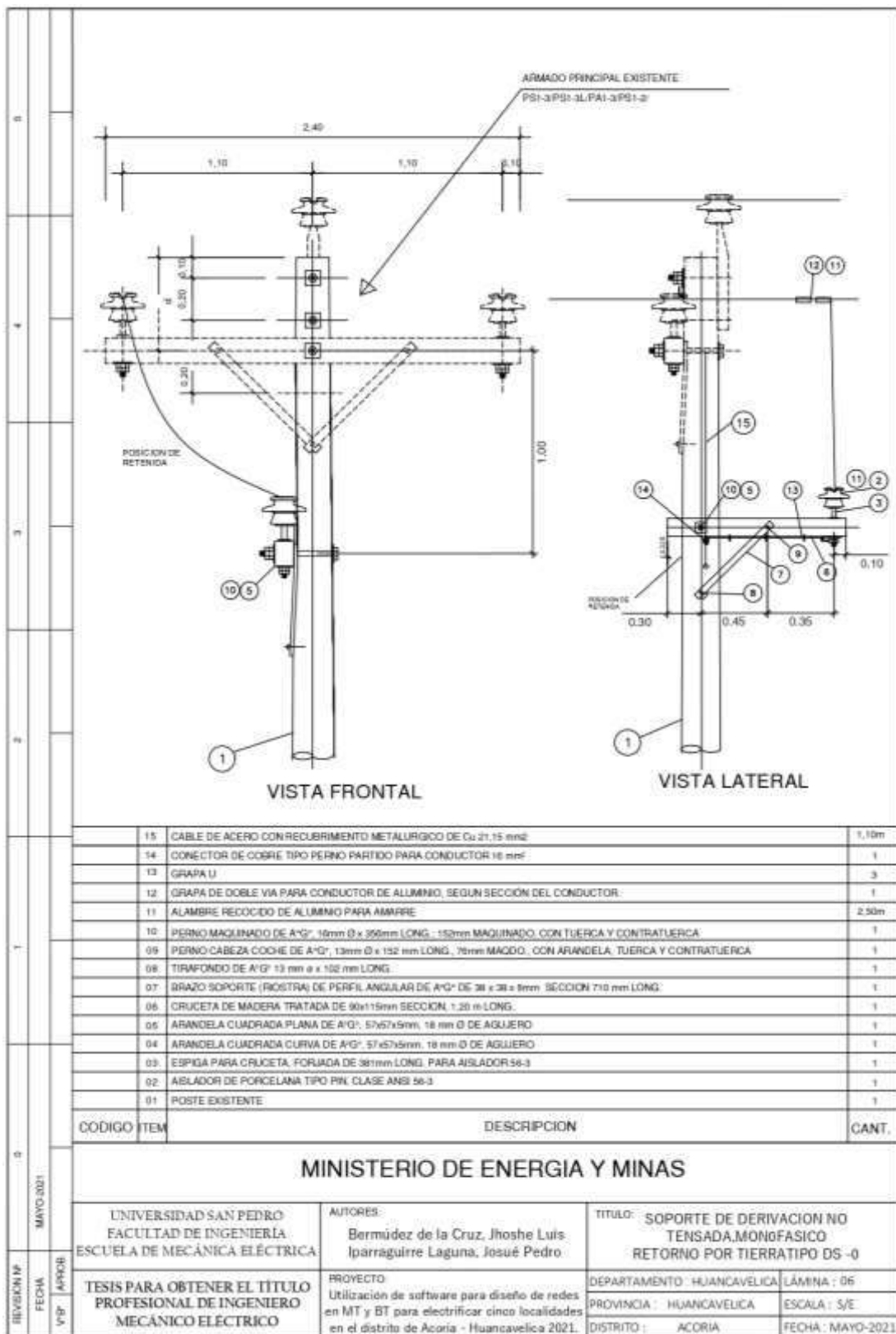
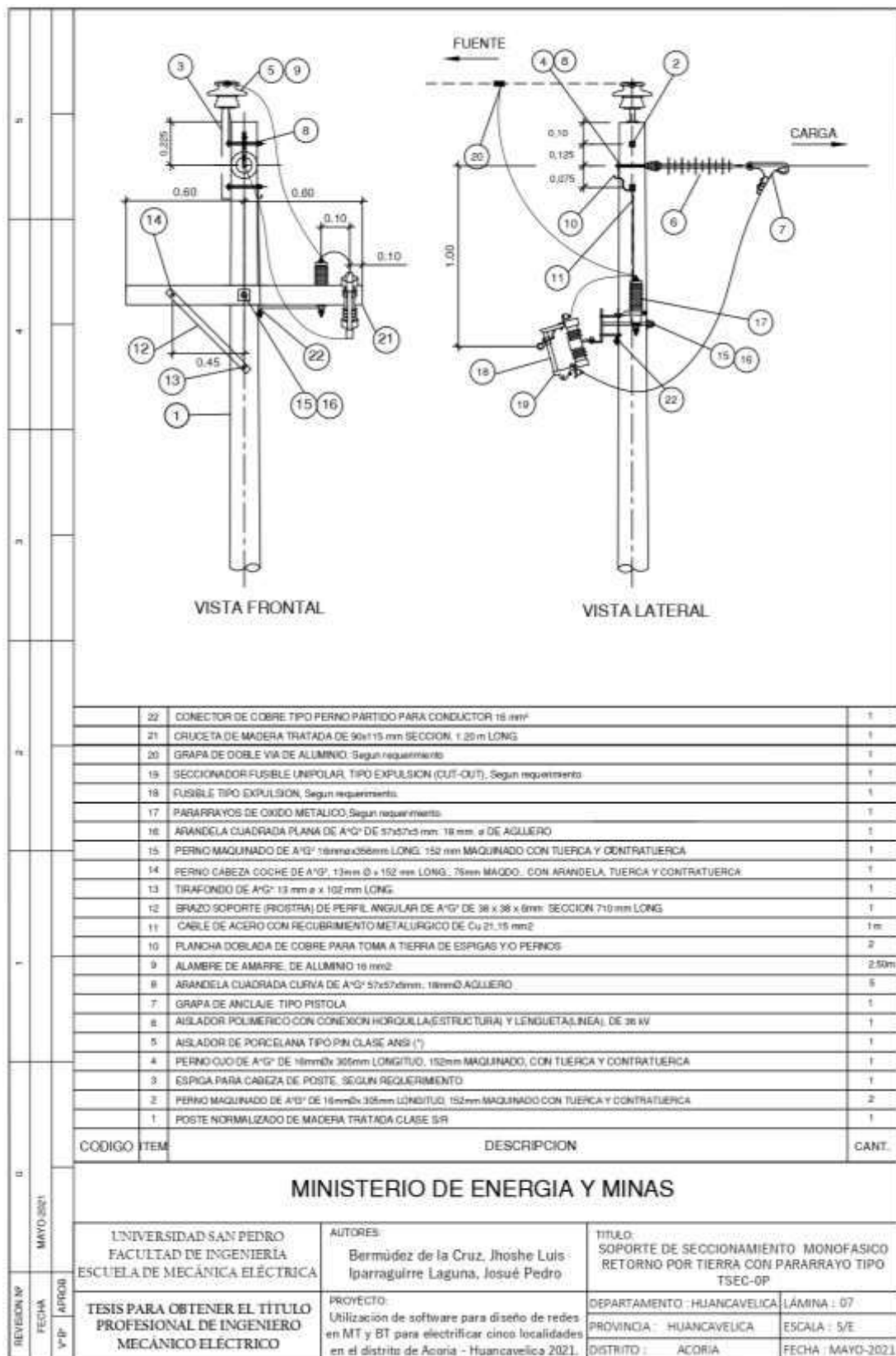


Figura 378. Lamina de detalle 06, soporte de derivación no tensada, monofásico retorno por tierra DS-0

Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad





**Figura 379.** Lamina de detalle 07, soporte de seccionamiento, monofásico retorno por tierra TSEC-0P  
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad

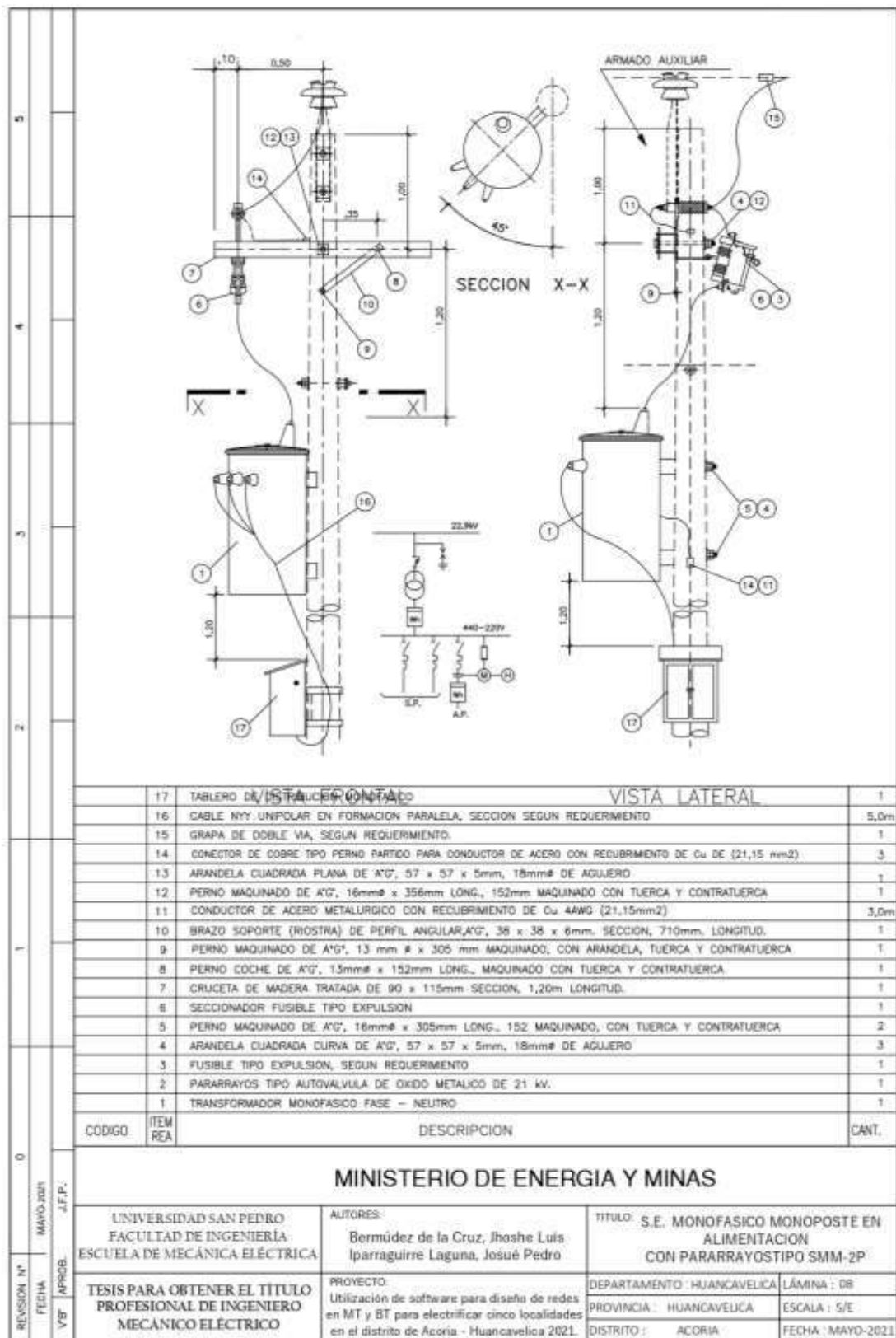


Figura 380. Lamina de detalle 08, S.E monofásico monopastos en alimentación con pararrayo SMM-0P

Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad

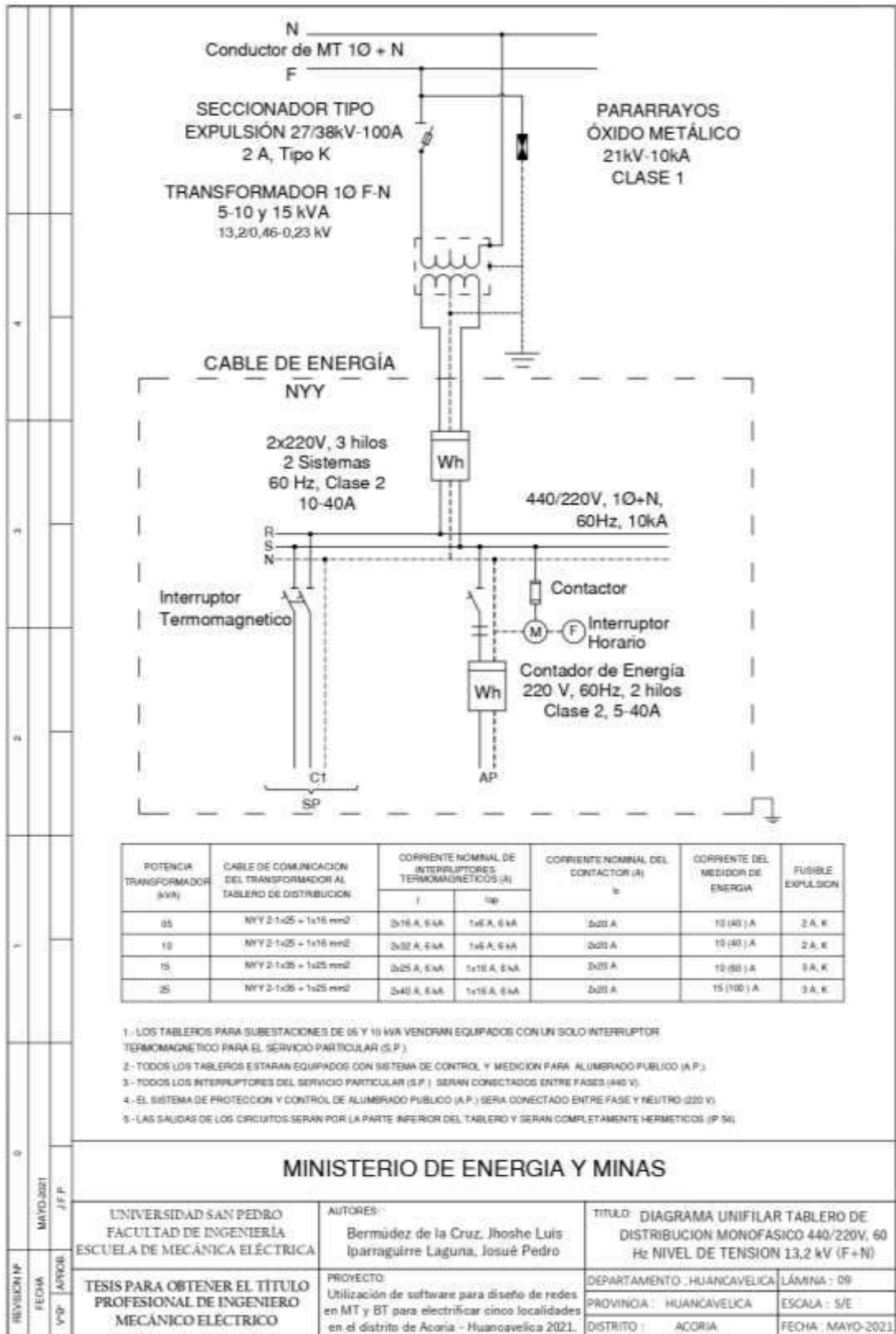
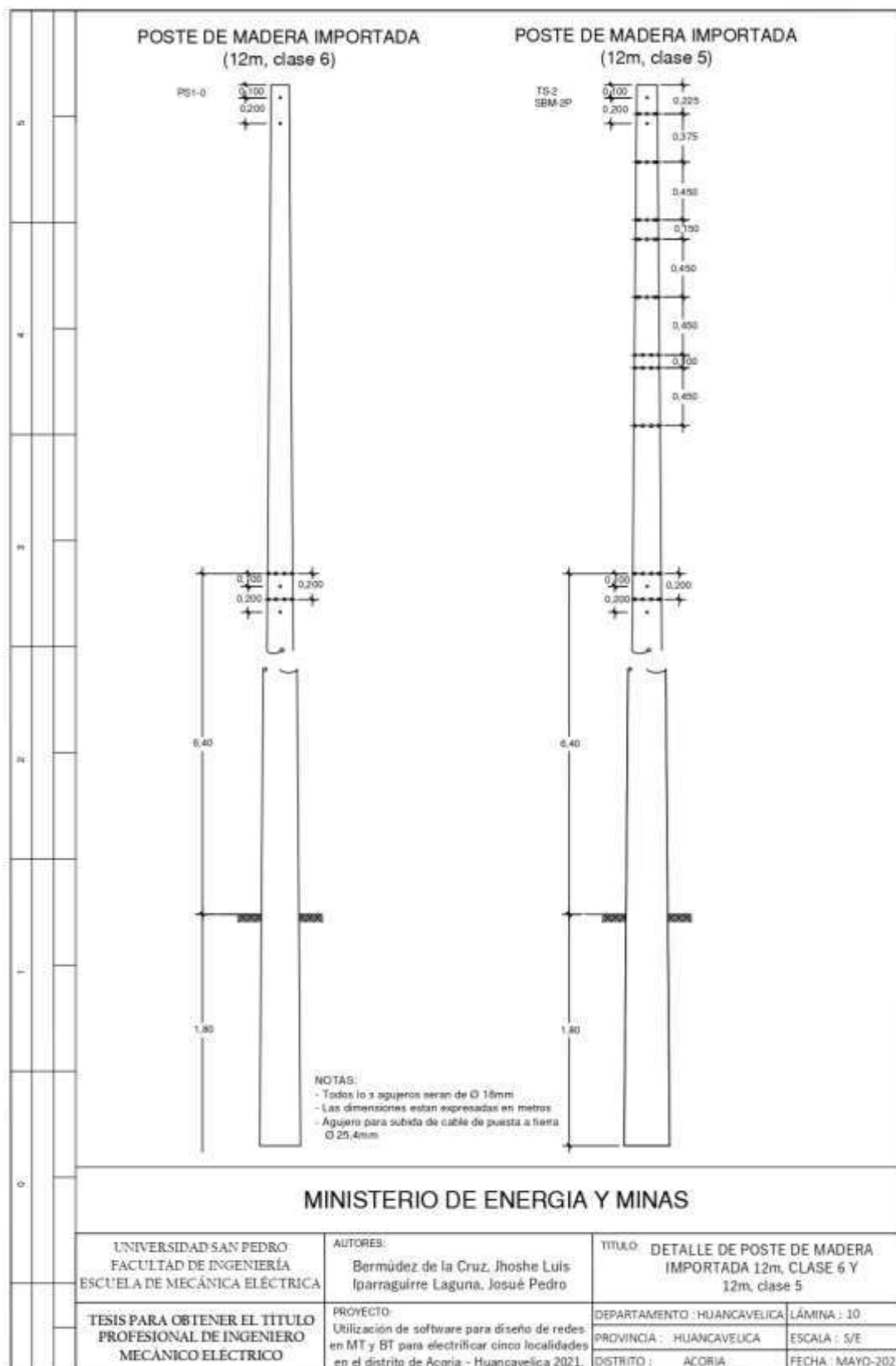


Figura 381. lamina de detalle 09, diagrama unifilar tablero de distribución monofásico 440/220v, 60 hz nivel de tensión 13,2 kv (F+N)

Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad



**Figura 382.** Lamina de detalle 10, detalle de poste de madera importada 12m, clase 6 y 12m, clase 5  
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad

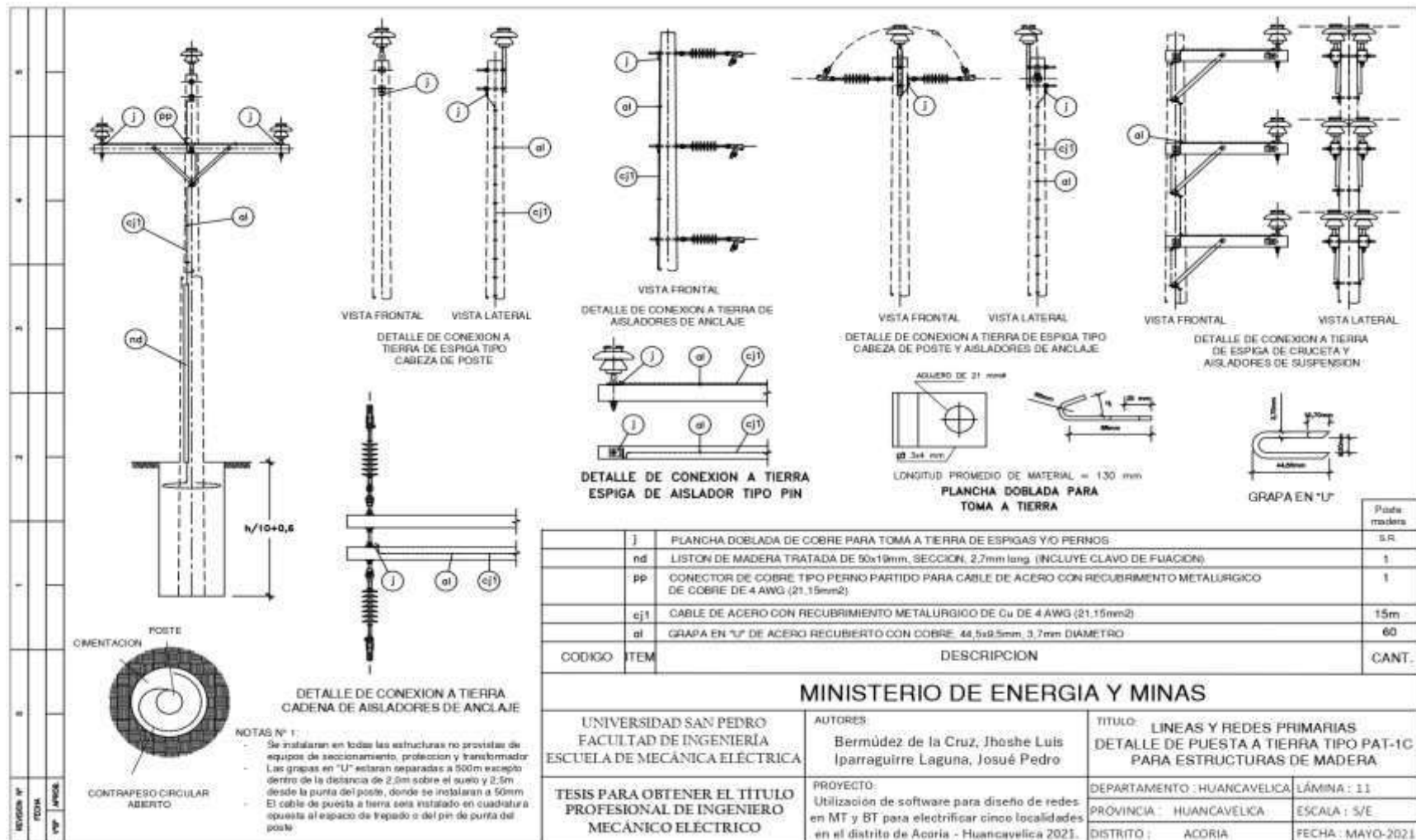
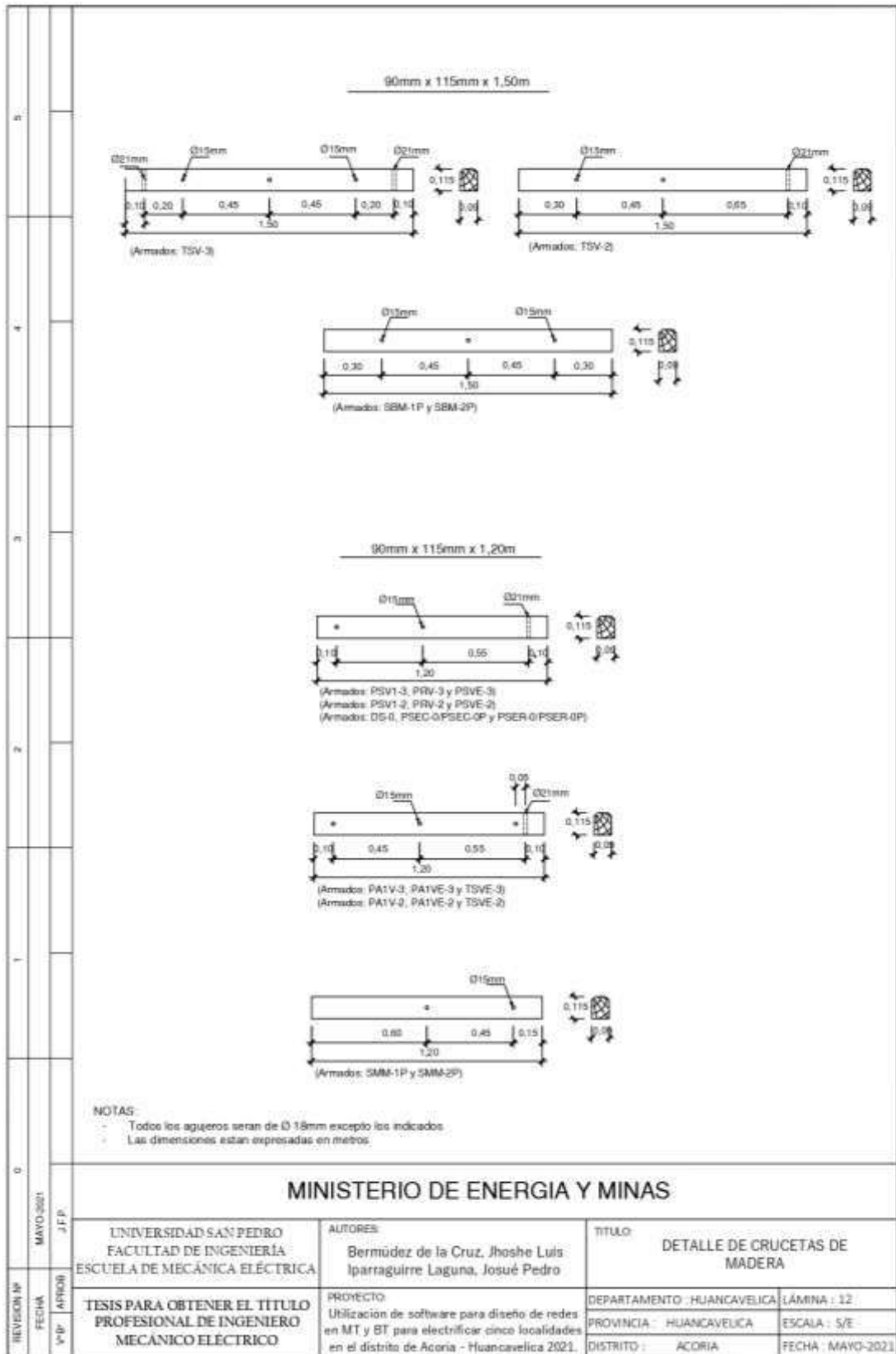
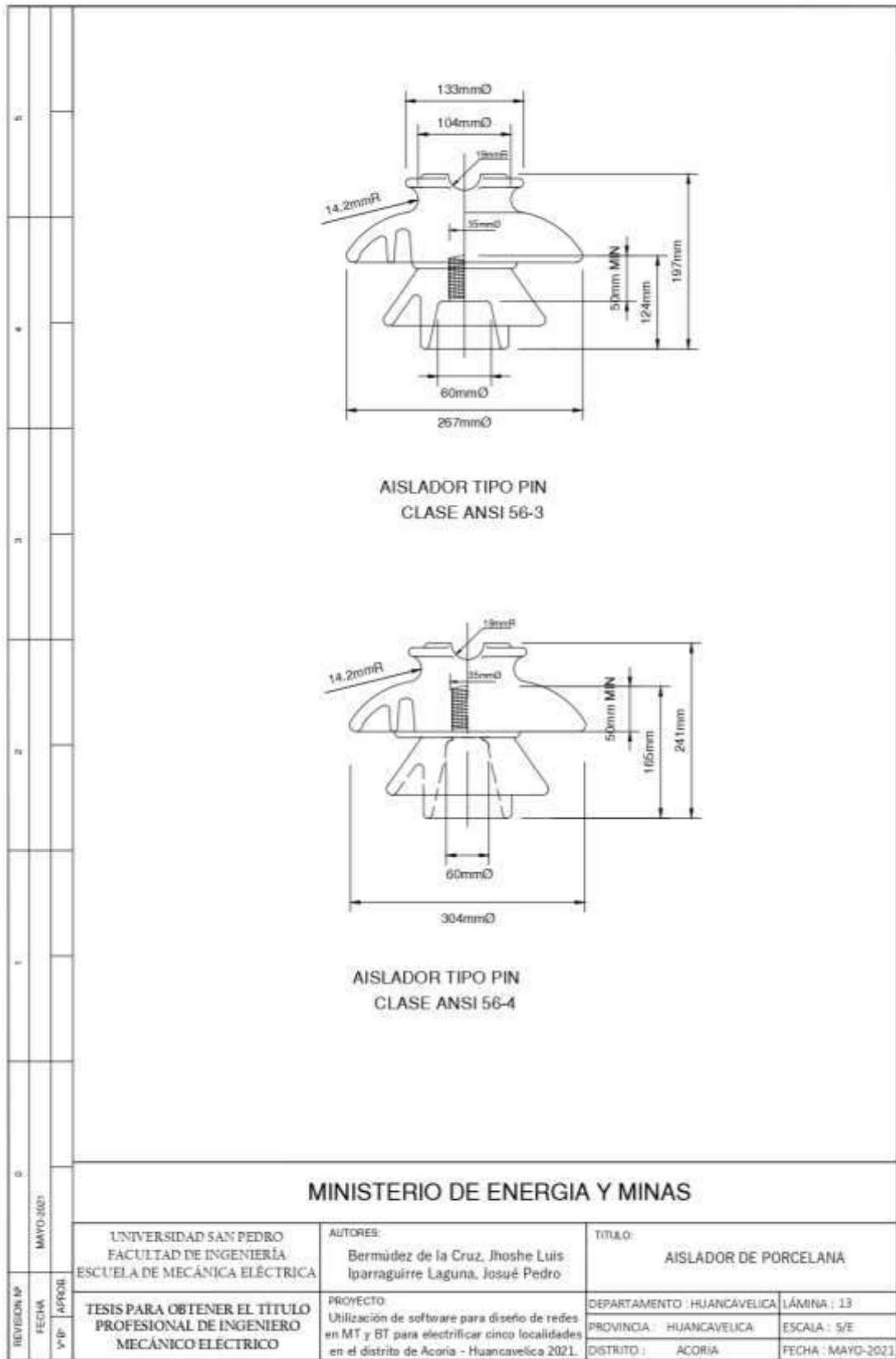


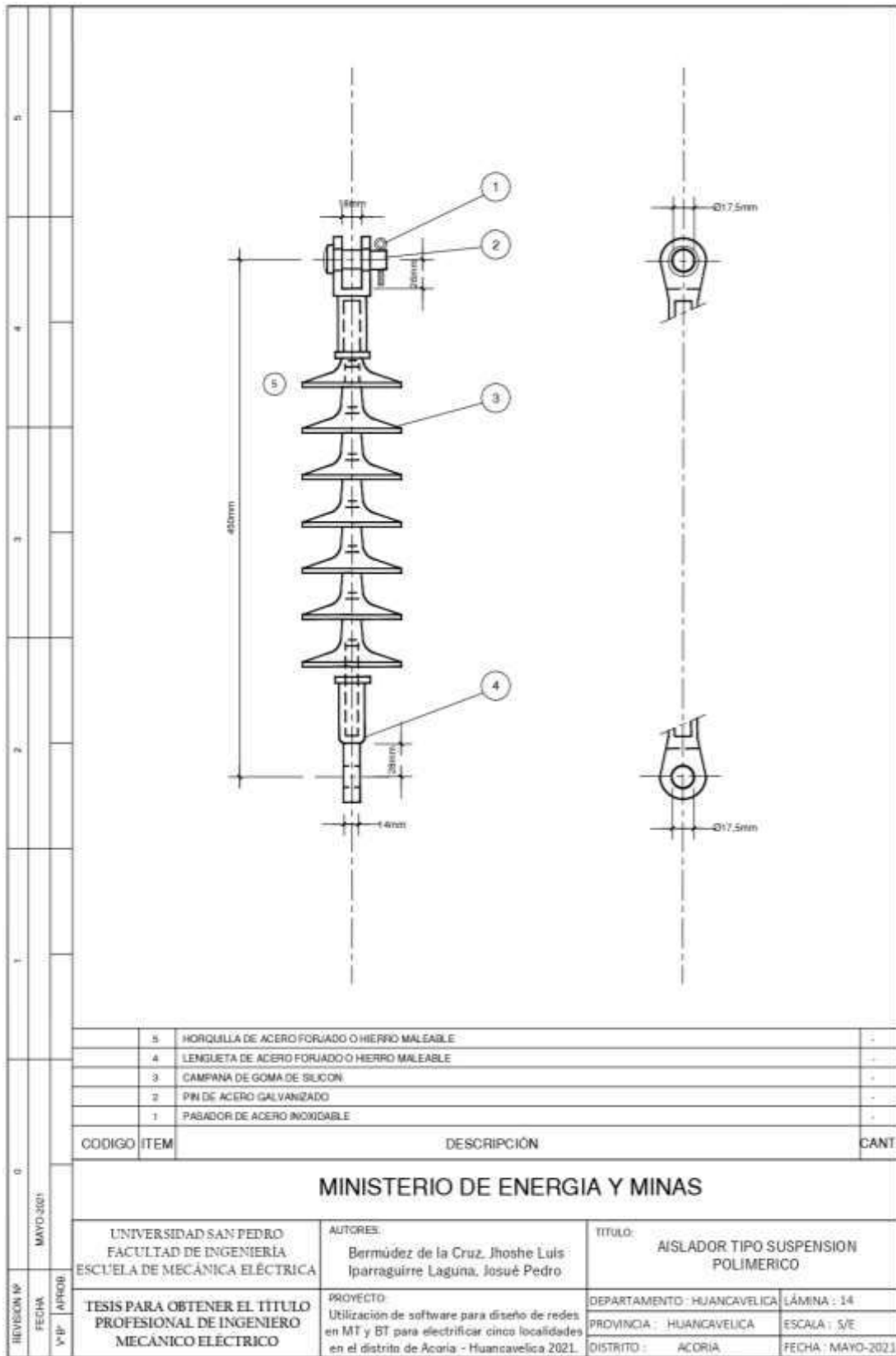
Figura 383. Lamina de detalle 11, detalle de puesta a tierra tipo PAT-1C, para estructuras de madera  
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad



**Figura 384.** Lamina de detalle 12, detalle de crucetas de madera  
 Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad

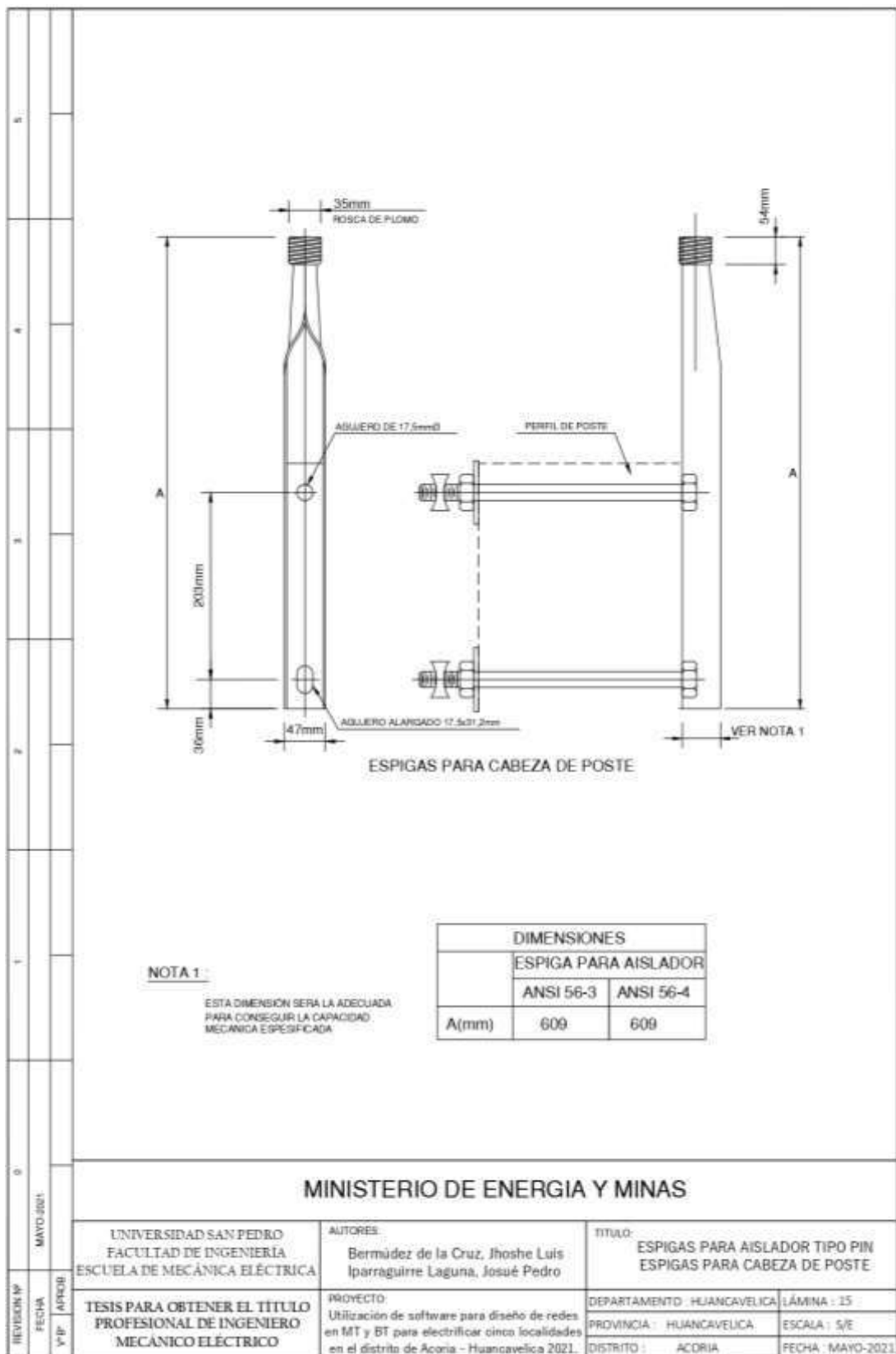


**Figura 385.** Lamina de detalle 13, aislador de porcelana  
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad

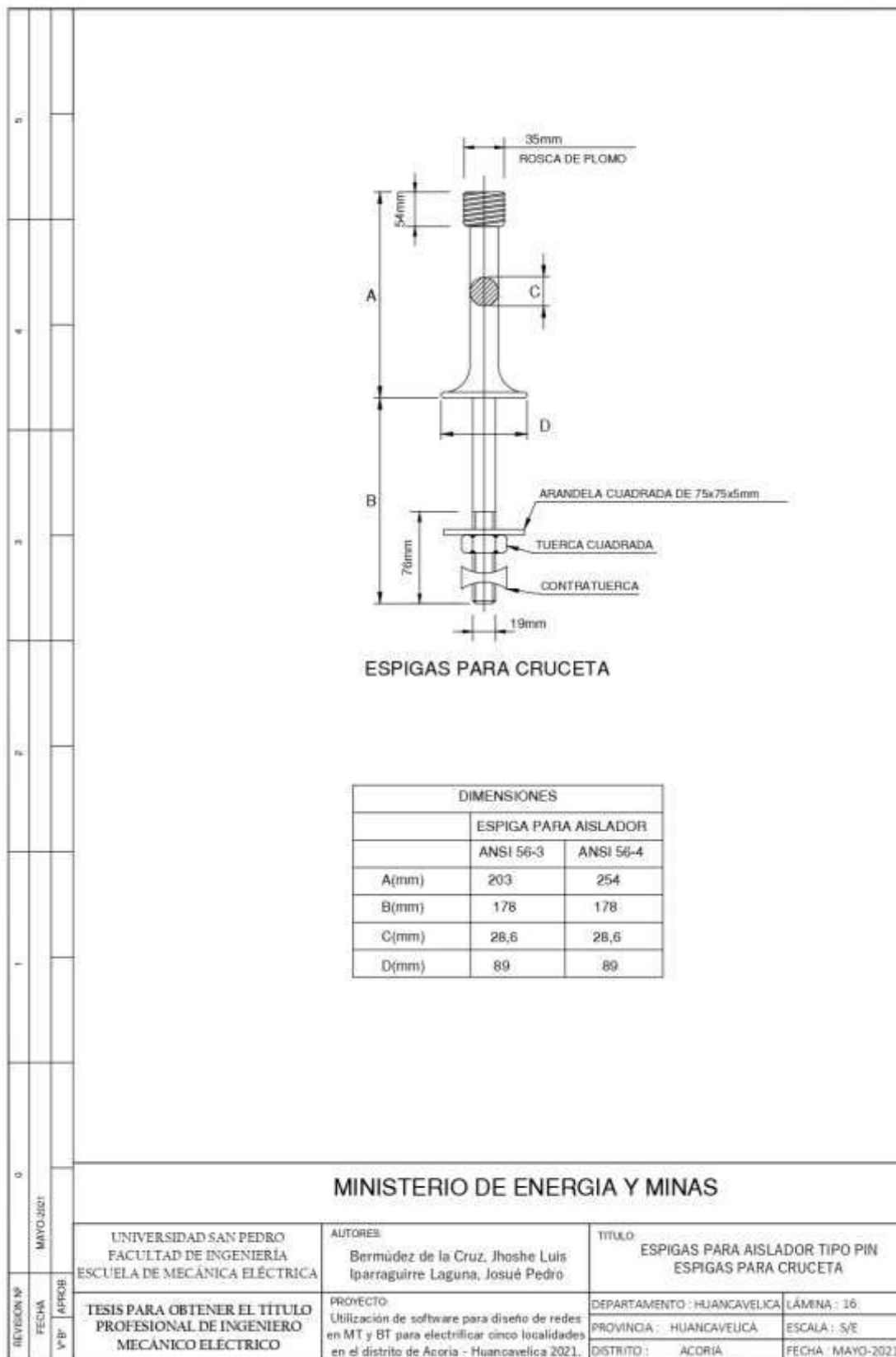


**Figura 386.** Lamina de detalle 14, aislador tipo suspensión polimérico  
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad

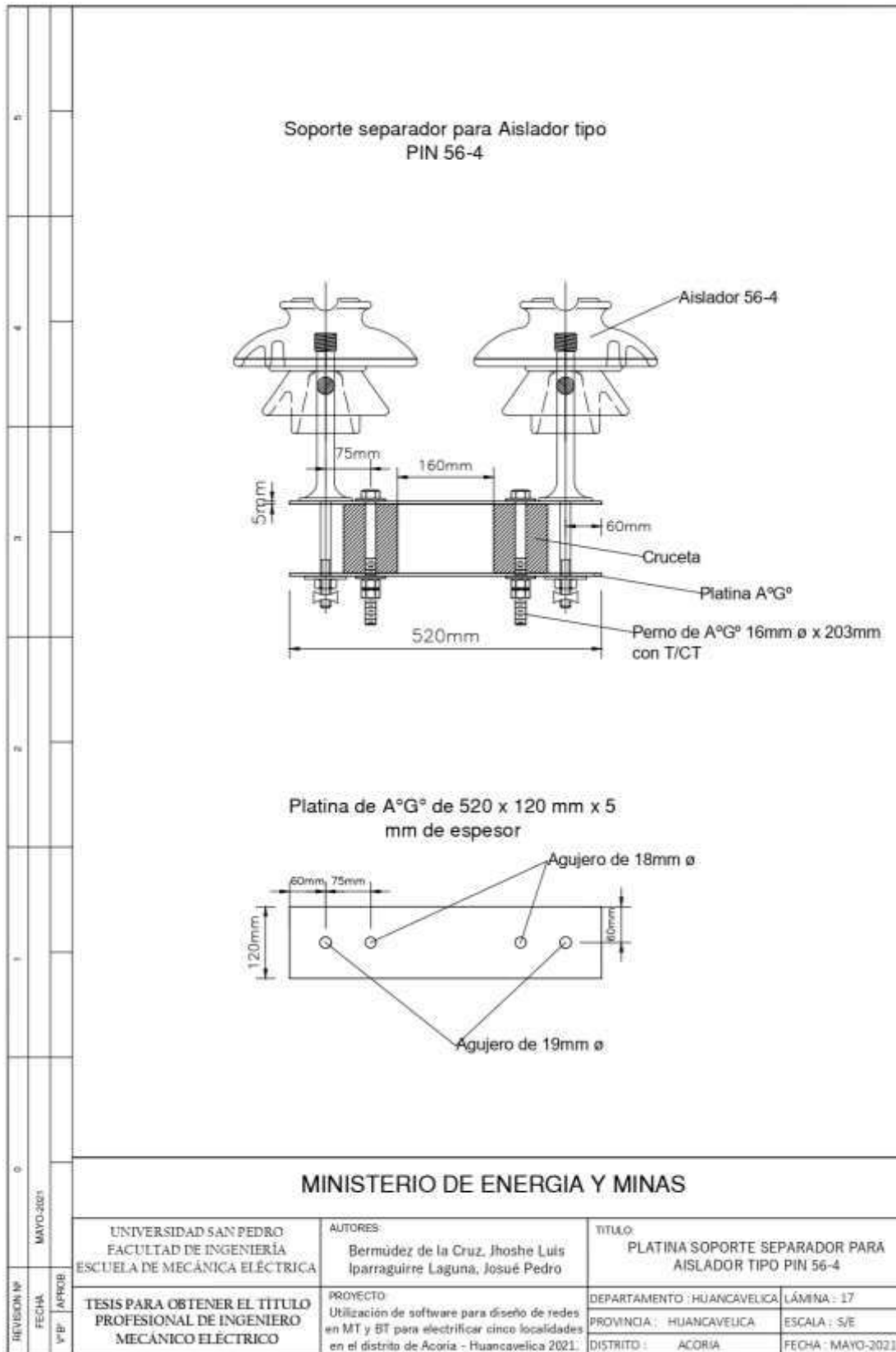




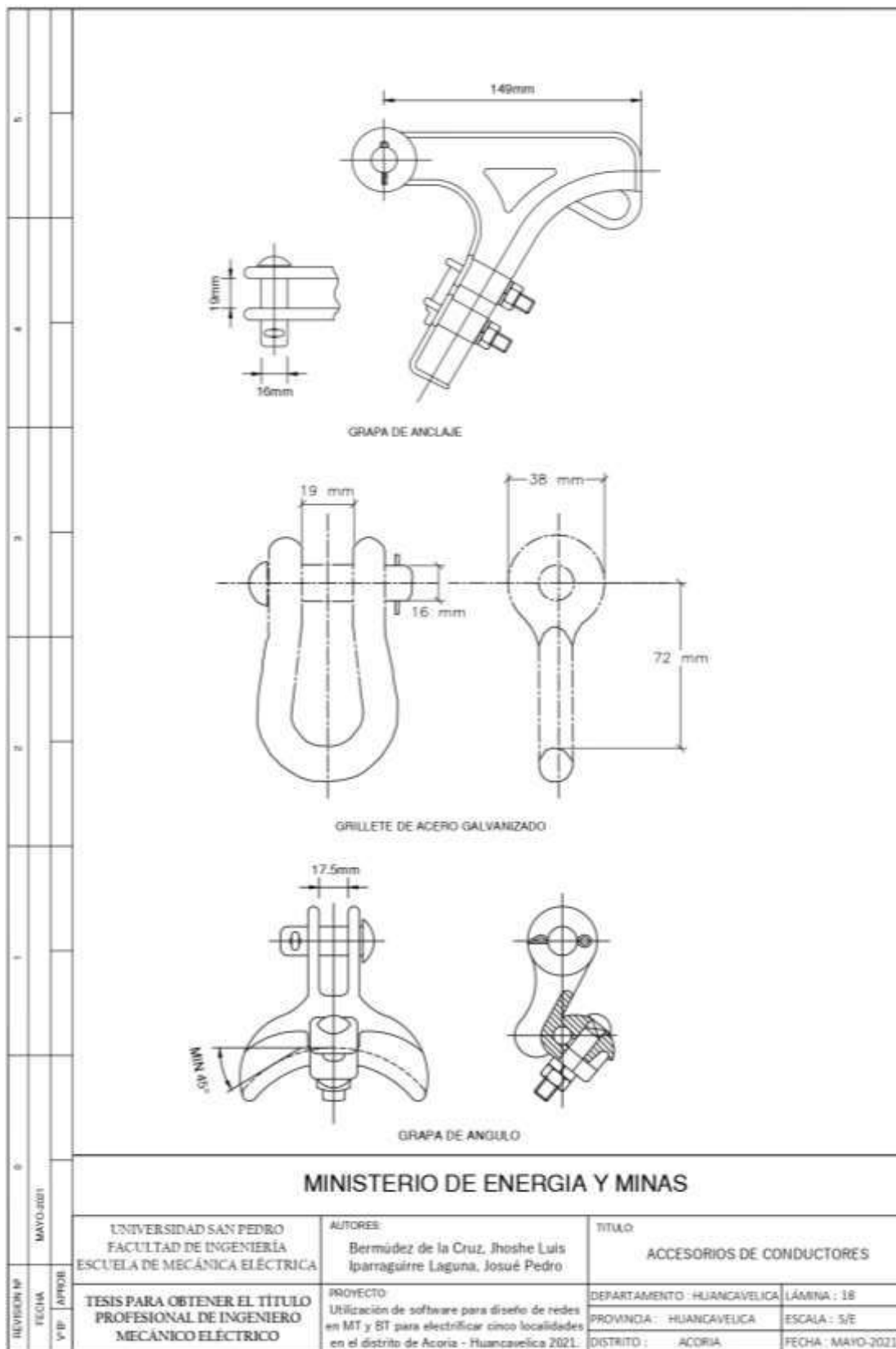
**Figura 387.** Lamina de detalle 15, espigas para aislador tipo pin, espigas para cabeza de poste  
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad



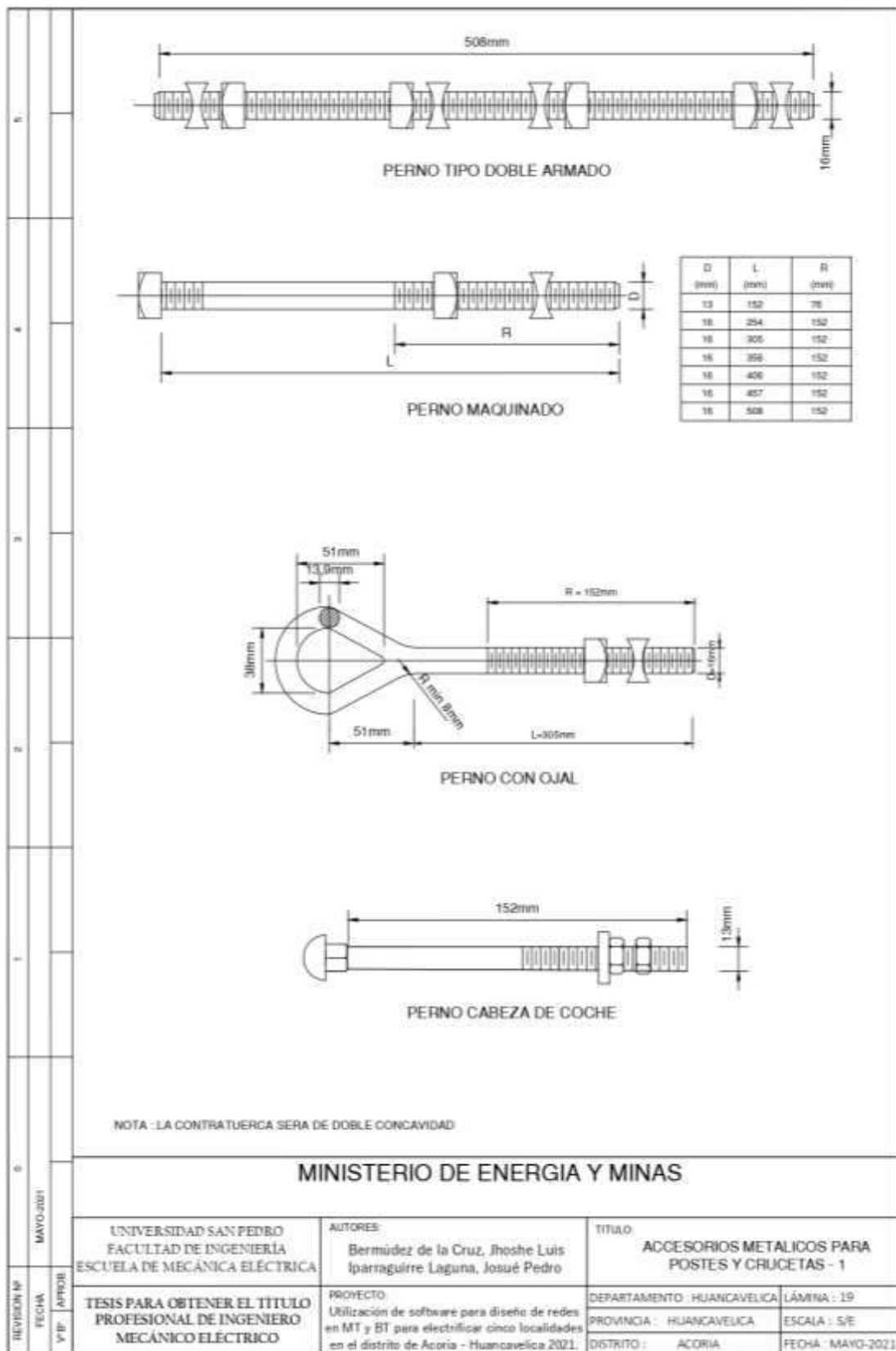
**Figura 388.** Lamina de detalle 16, espigas para aislador tipo pin, espigas para cruceta  
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad



**Figura 389.** Lamina de detalle 17, platina de soporte separador para aislador tipo pin 56-4  
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad



**Figura 390.** Lamina de detalle 18, accesorios de conductores  
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad



**Figura 391.** Lamina de detalle 19, accesorios metálicos para postes y crucetas-1  
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad

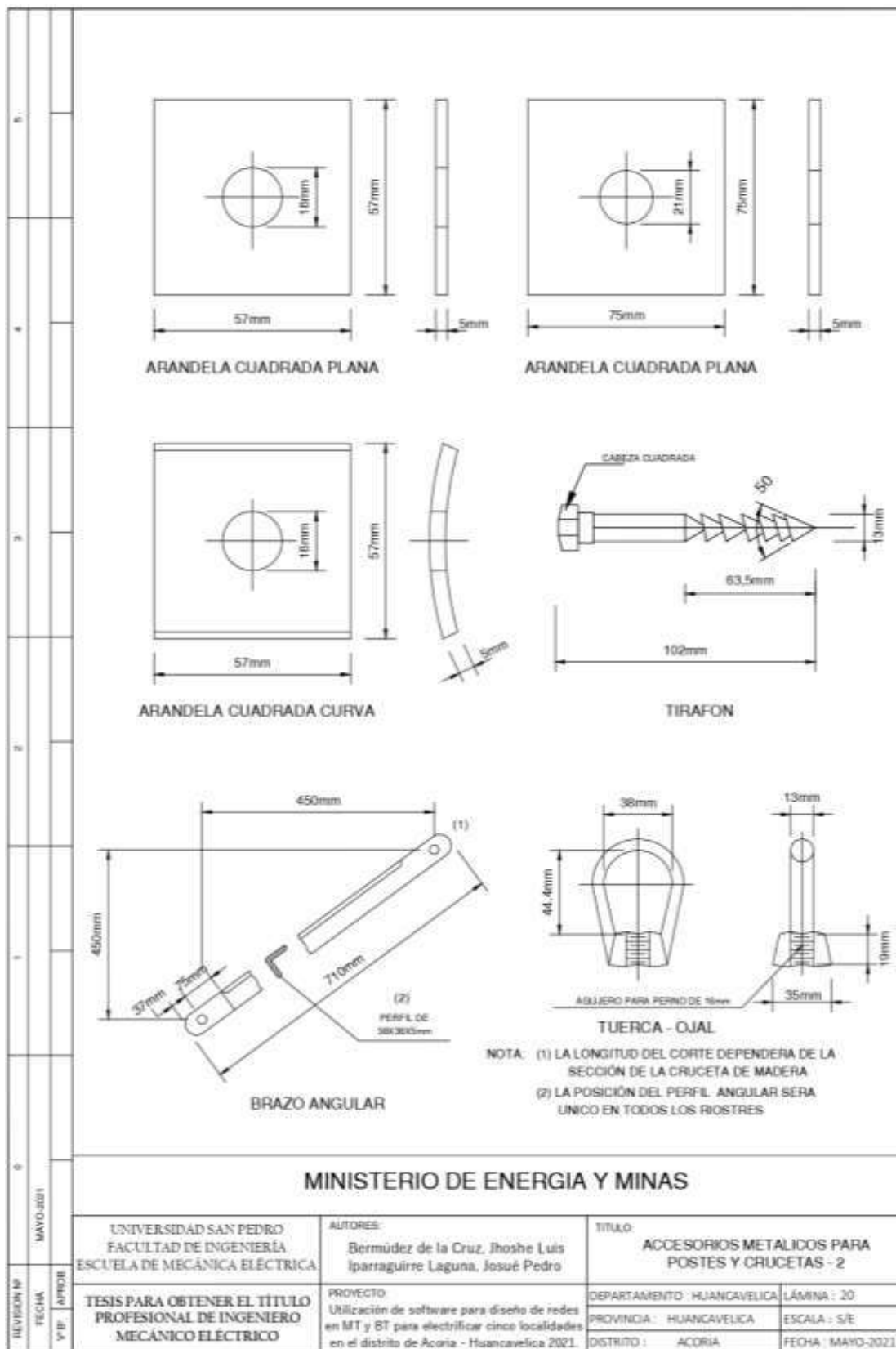
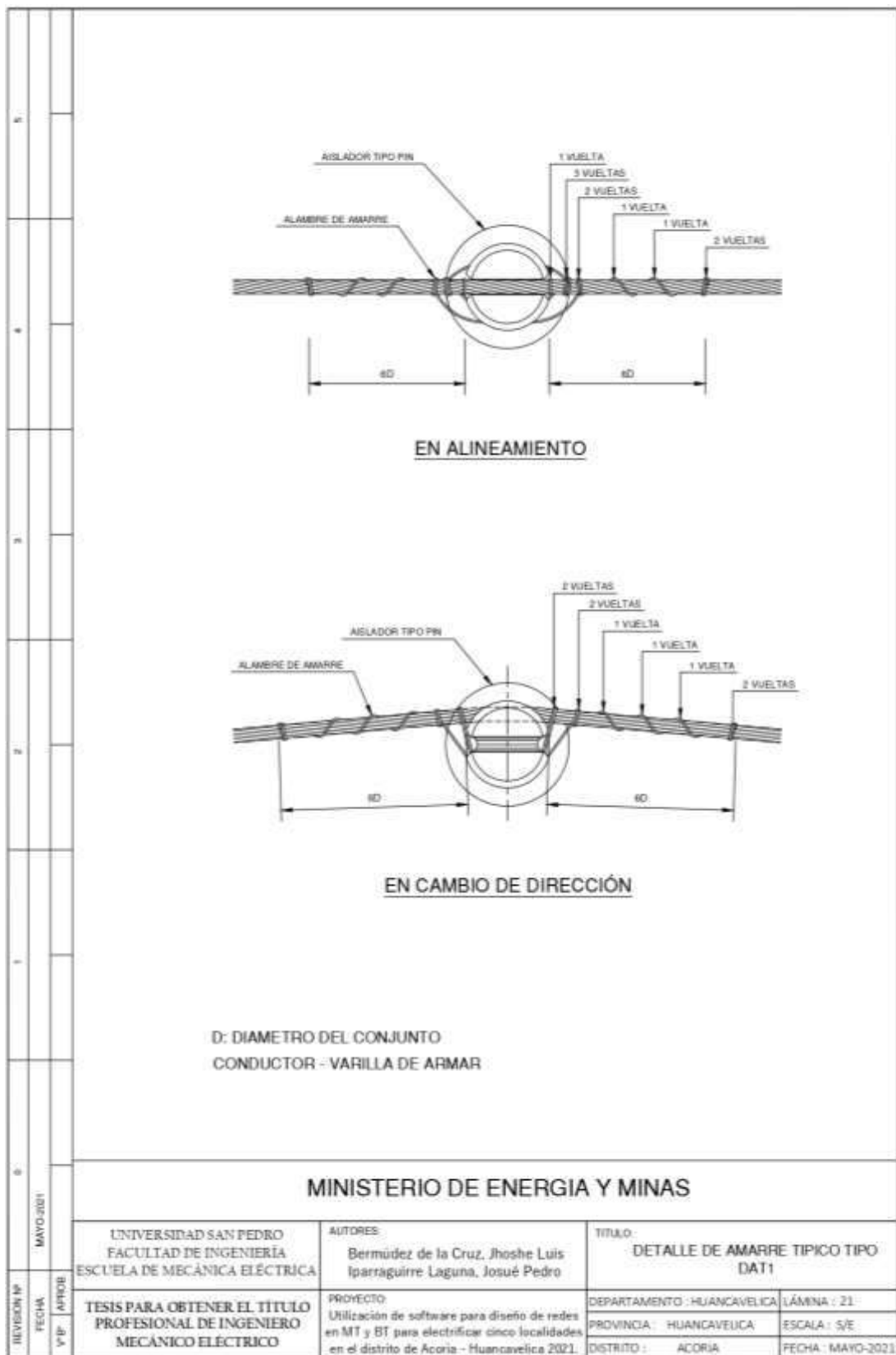


Figura 392. Lamina de detalle 20, accesorios metálicos para postes y crucetas-2  
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad



**Figura 393.** Lamina de detalle 21, detalle de amarre típico tipo DAT1  
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad

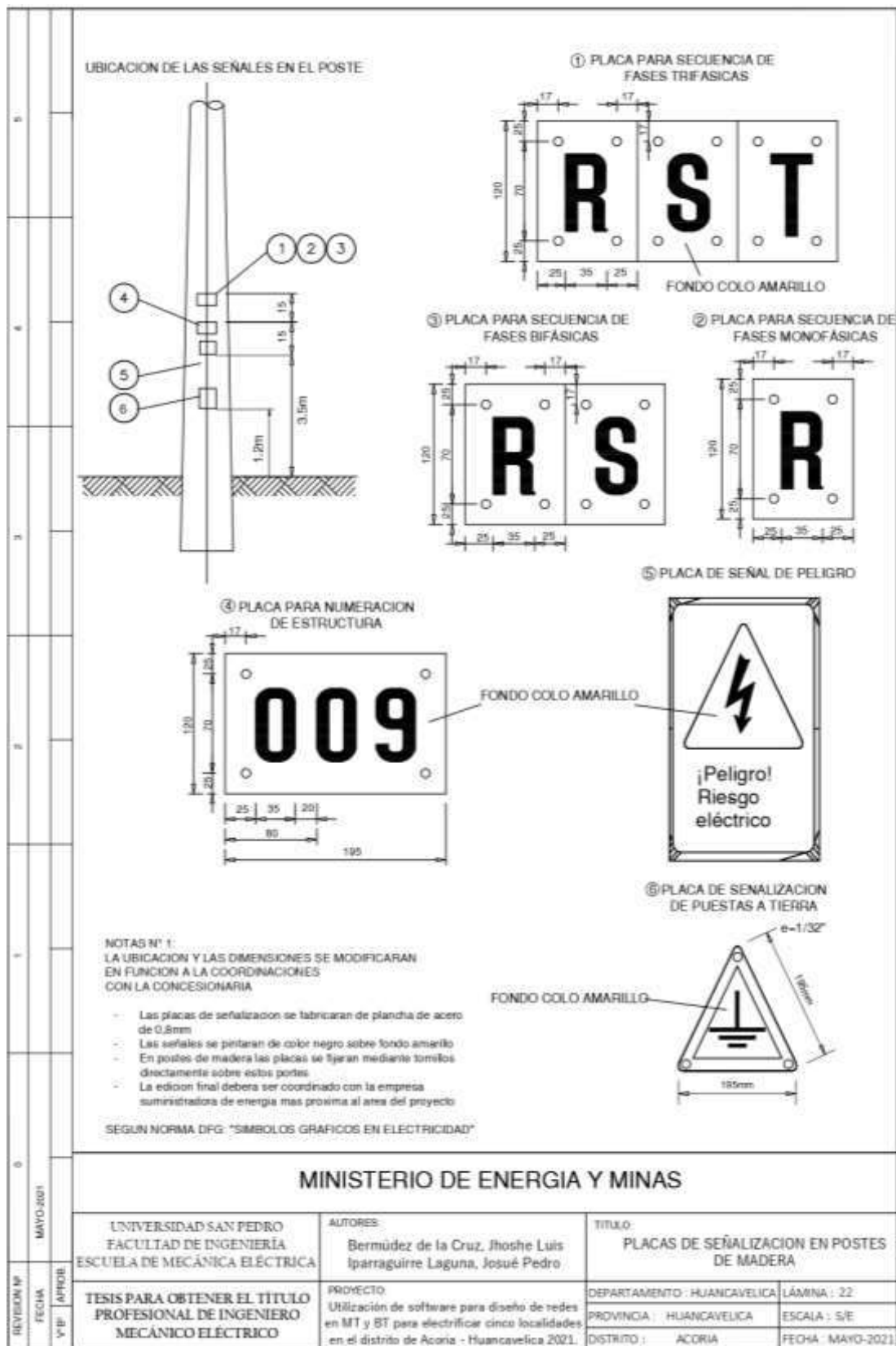
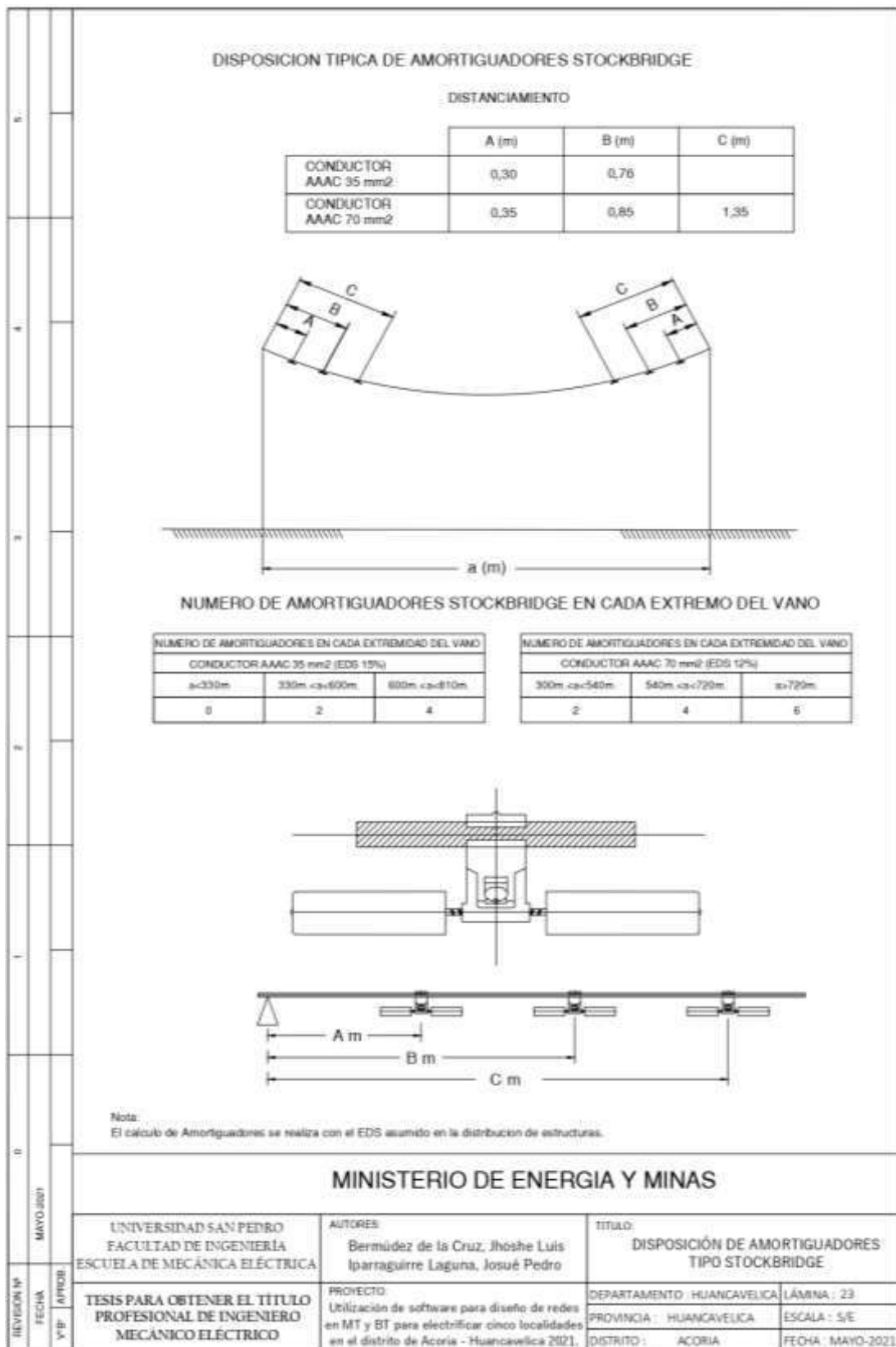


Figura 394. Lamina de detalle 22, placas de señalización en postes de madera  
 Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad





**Figura 395.** Lamina de detalle 23, disposición de amortiguadores de tipo Stock bridge  
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad

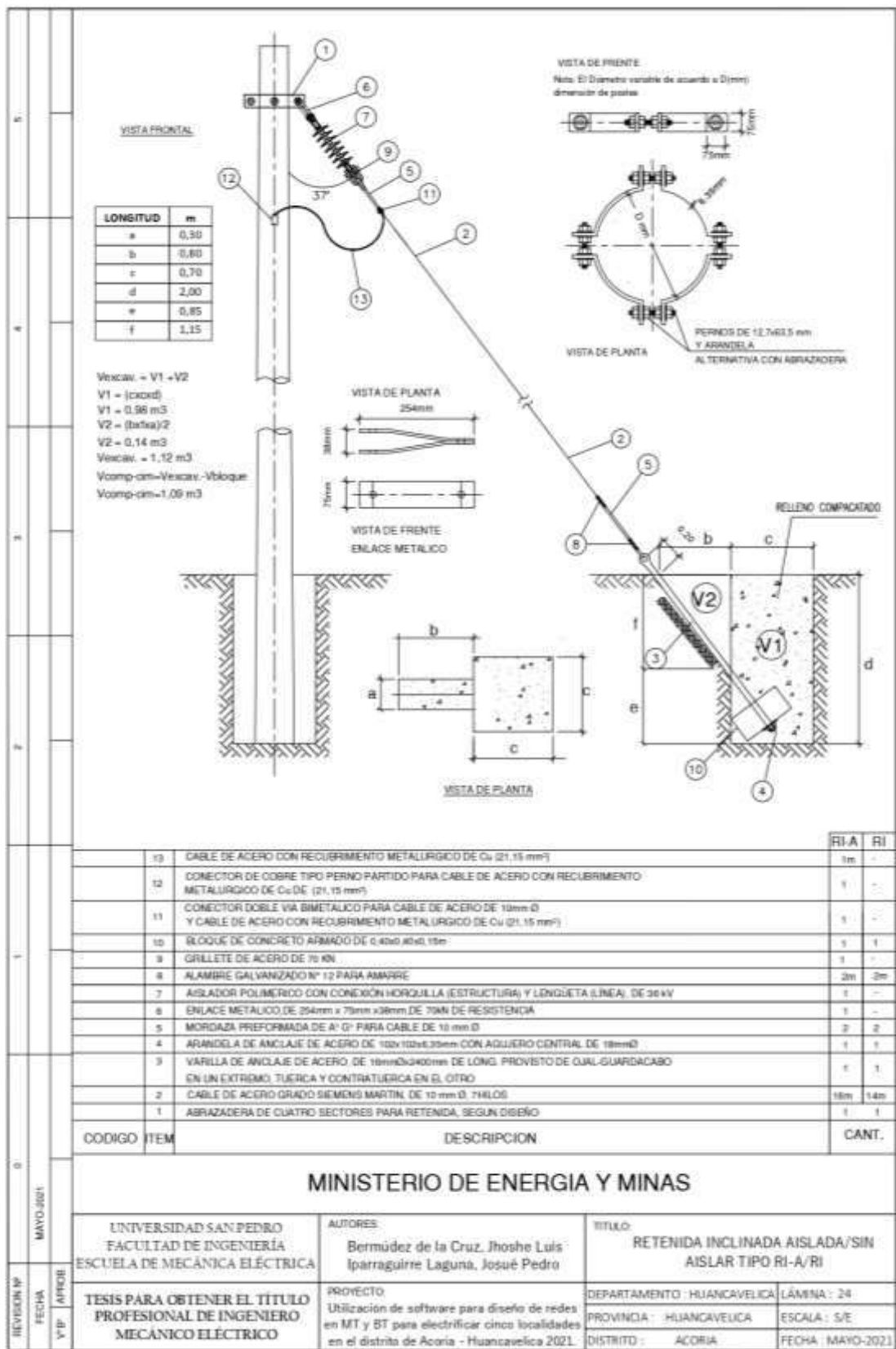


Figura 396. Lamina de detalle 24, retenida inclinada aislada/sin aislar tipo RI-A/RI  
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad

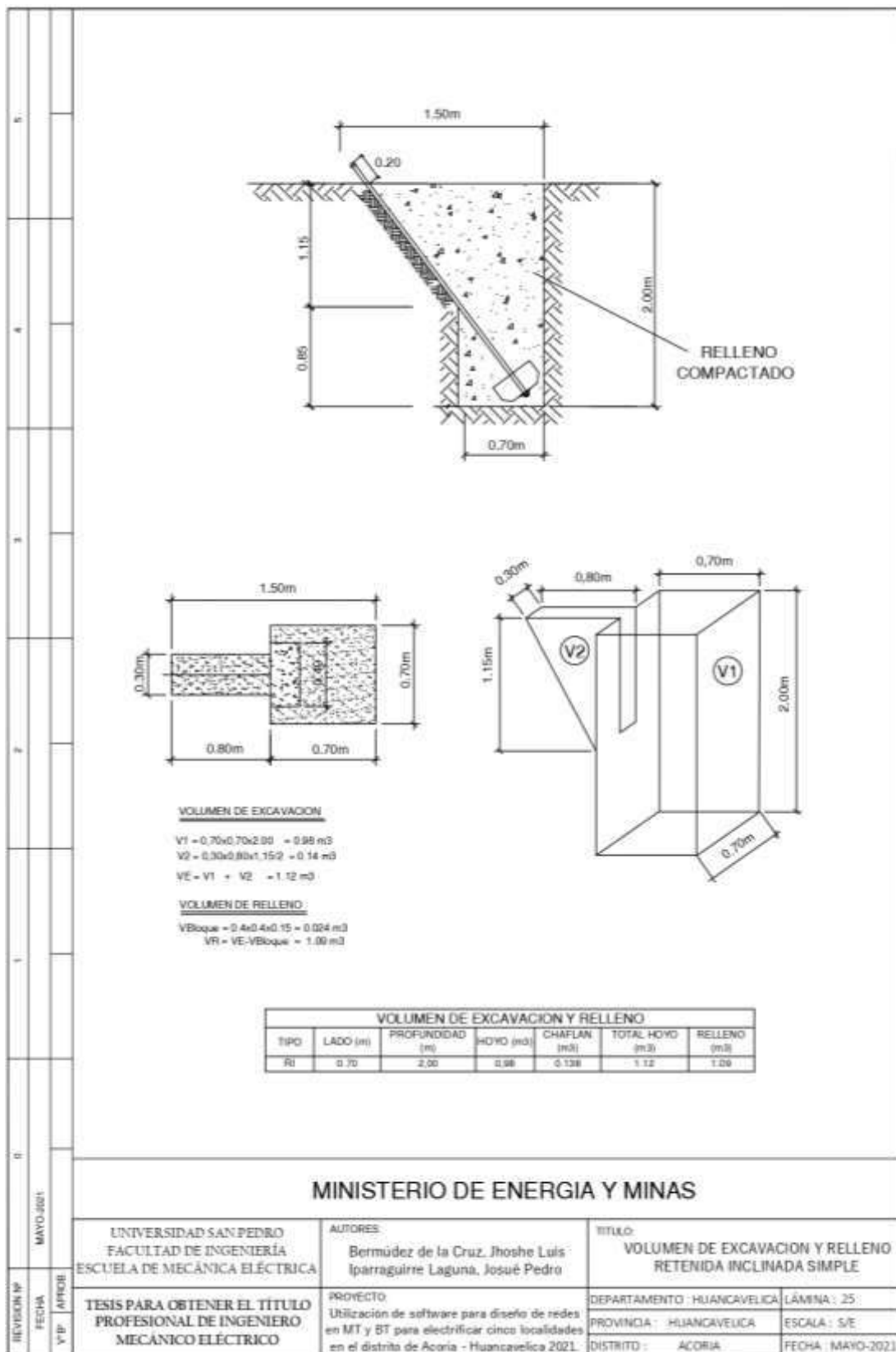
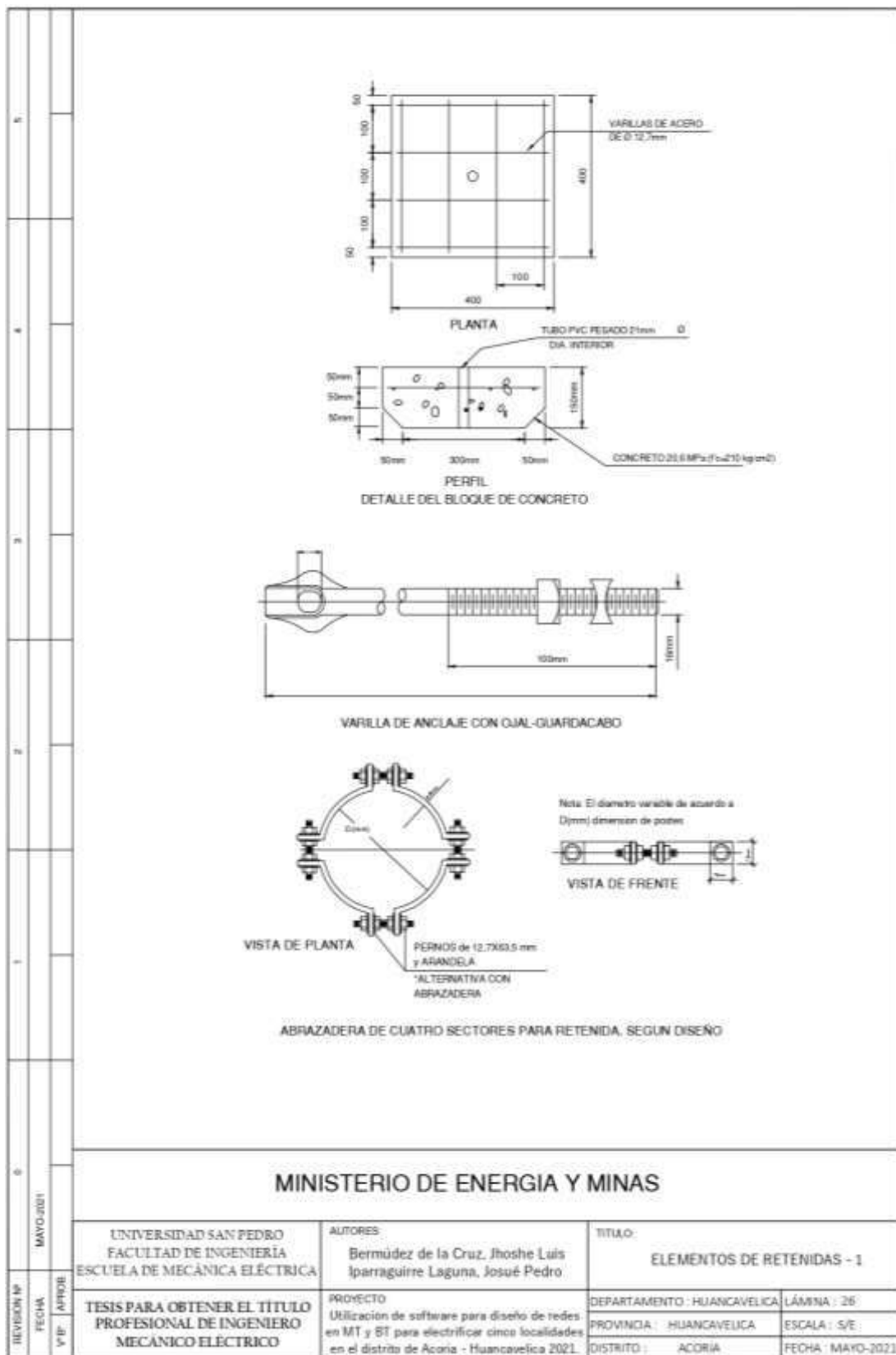
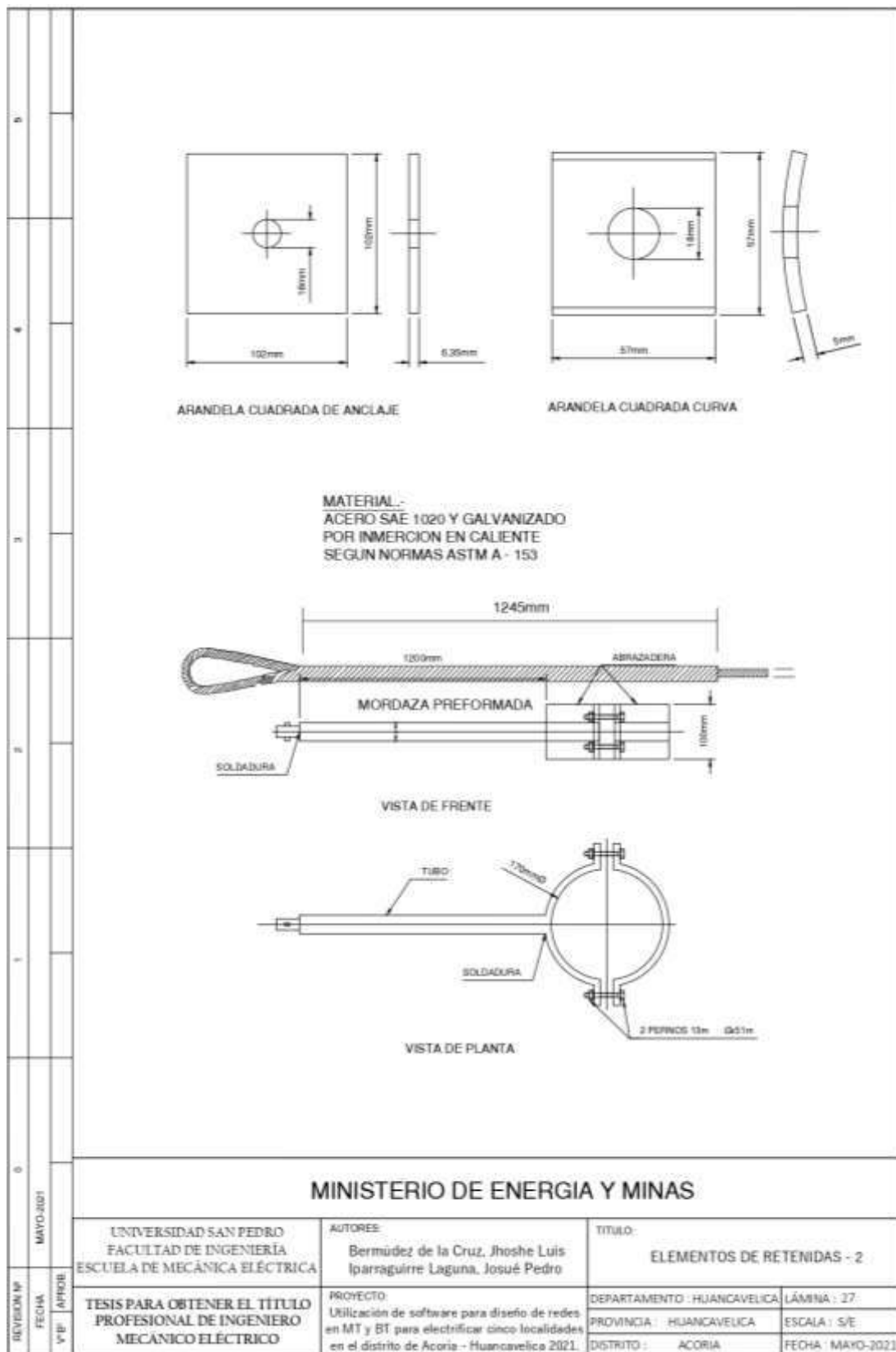


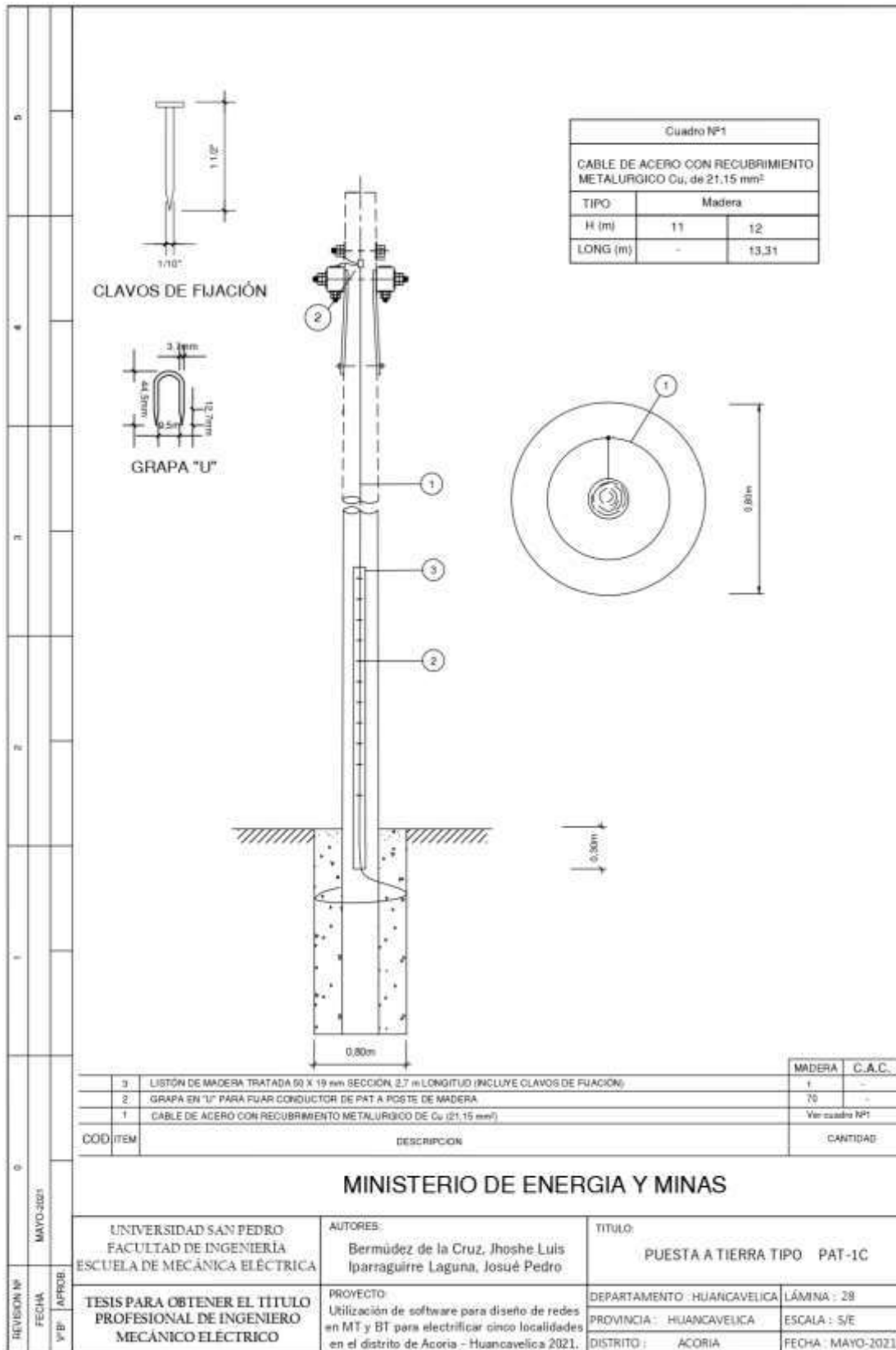
Figura 397. Lamina de detalle 25, volumen de excavación y relleno de retenida inclinada simple  
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad



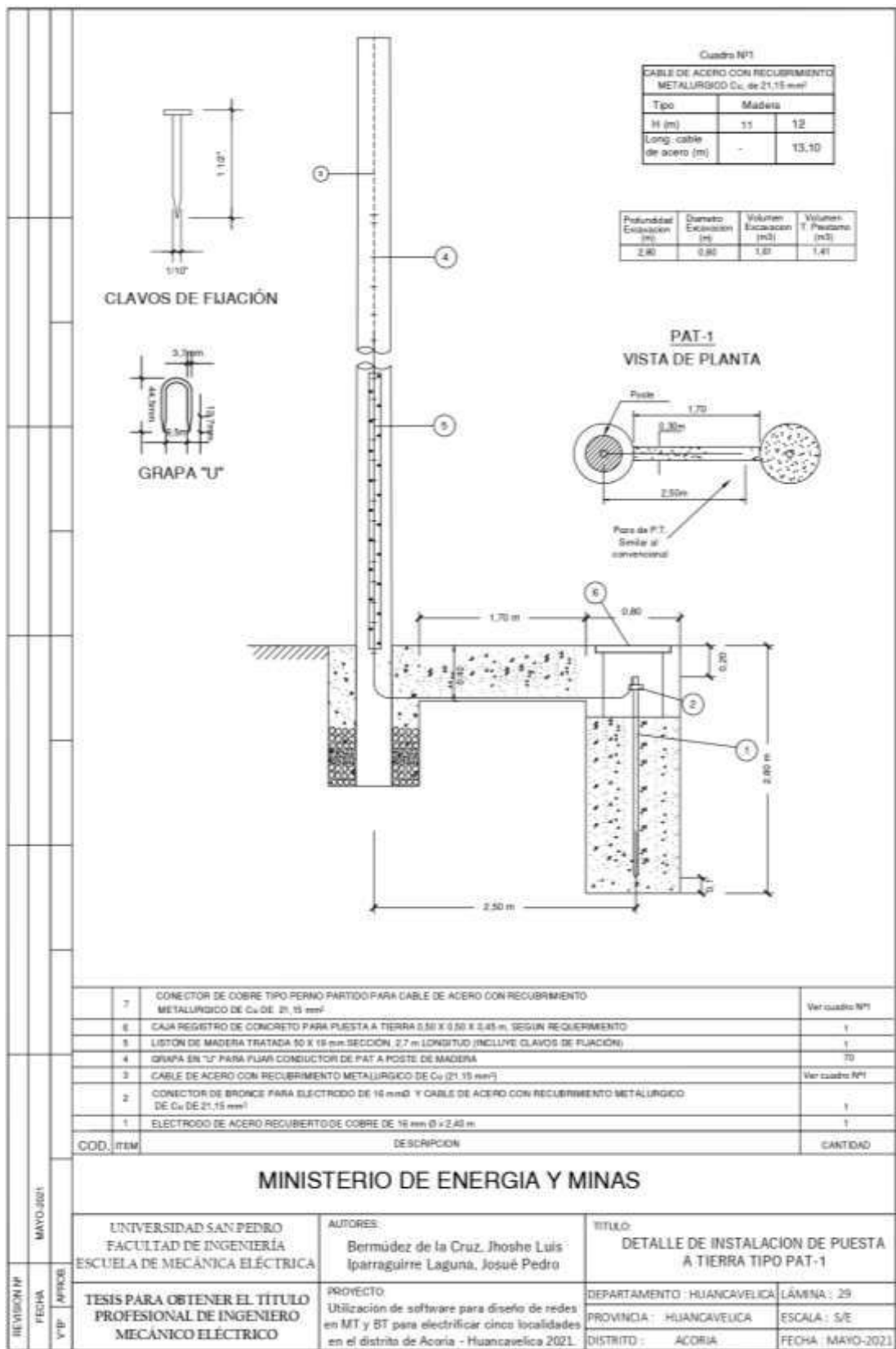
**Figura 398.** Lamina de detalle 26, elementos de retenidas-1  
 Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad



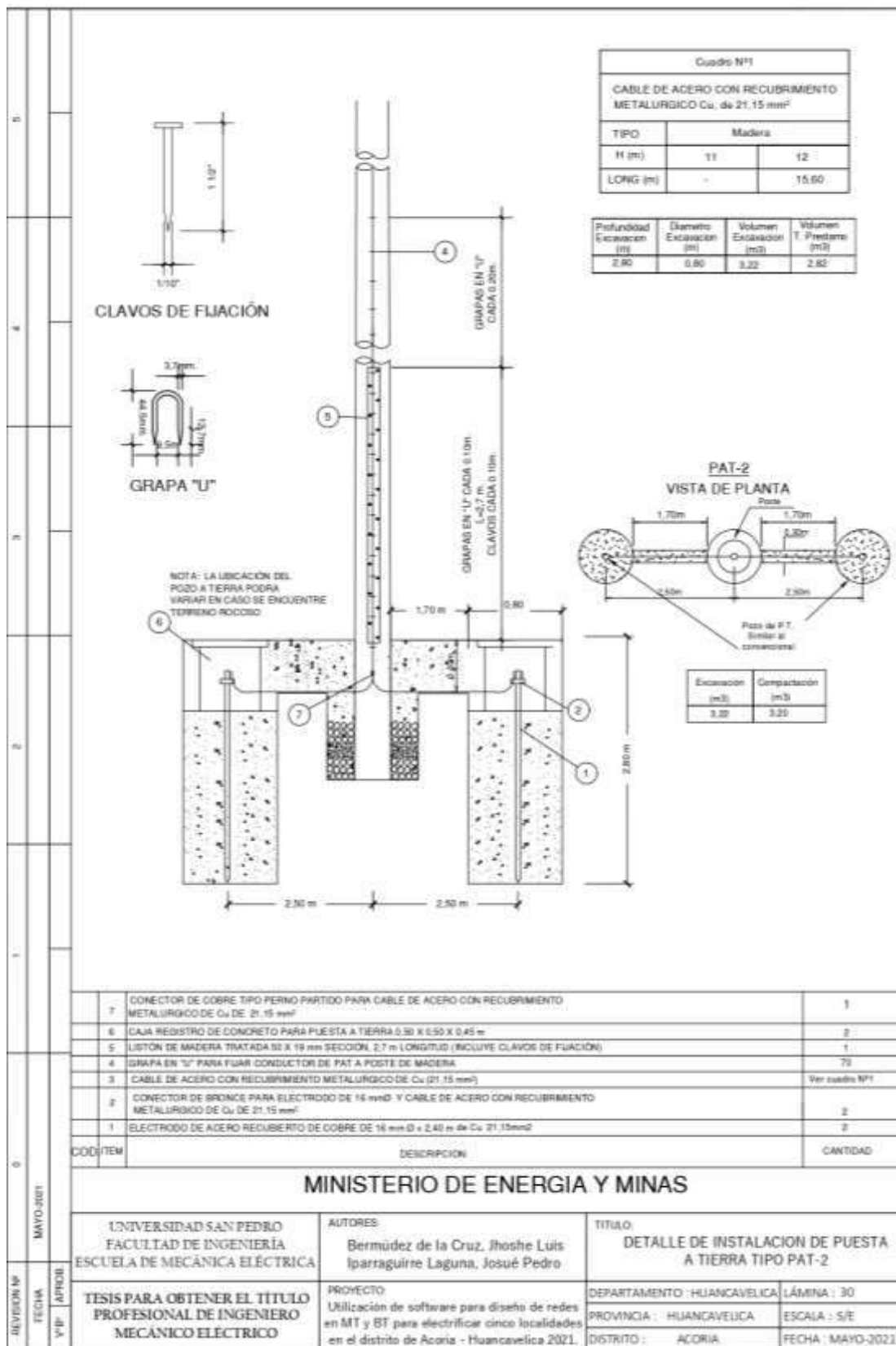
**Figura 399.** Lamina de detalle 27 elementos de retenidas-2  
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad



**Figura 400.** Lamina de detalle 28, puesta a tierra tipo PAT-1C  
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad



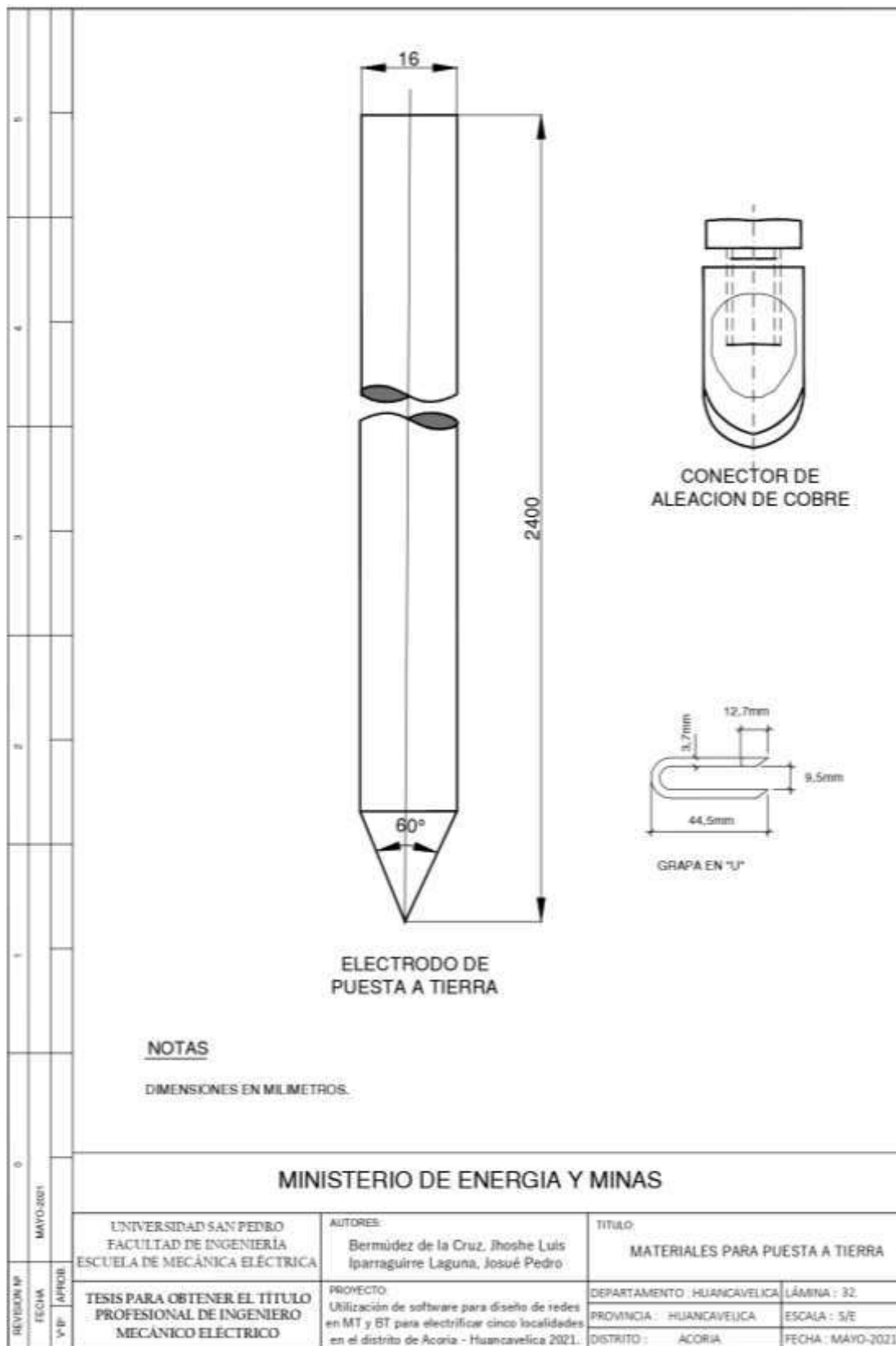
**Figura 401.** Lamina de detalle 29, detalle de instalacion de puesta a tierra tipo PAT-1  
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad



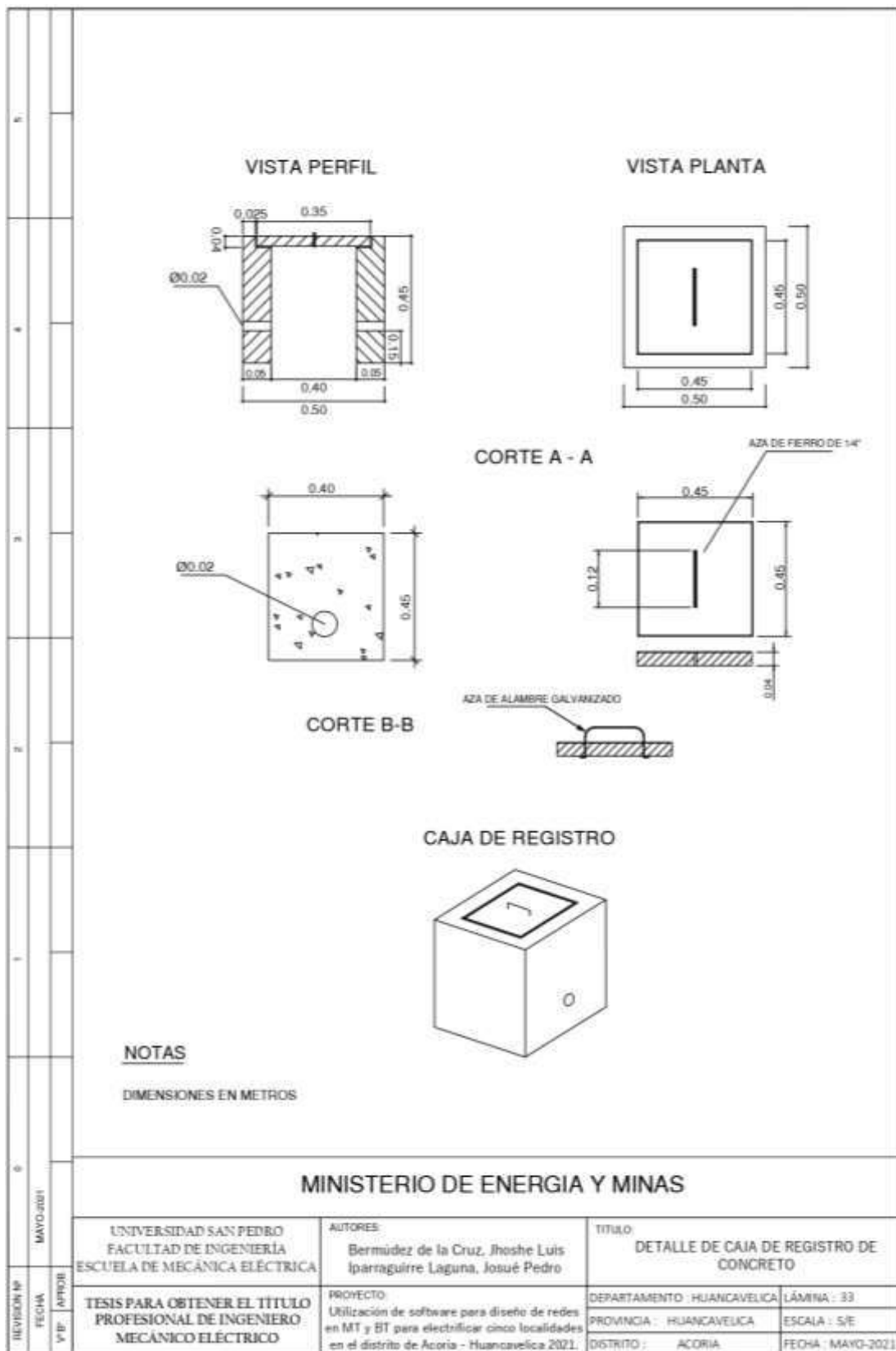
**Figura 402.** Lamina de detalle 30, detalle de instalacion de puesta a tierra de tipo PAT-2  
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad



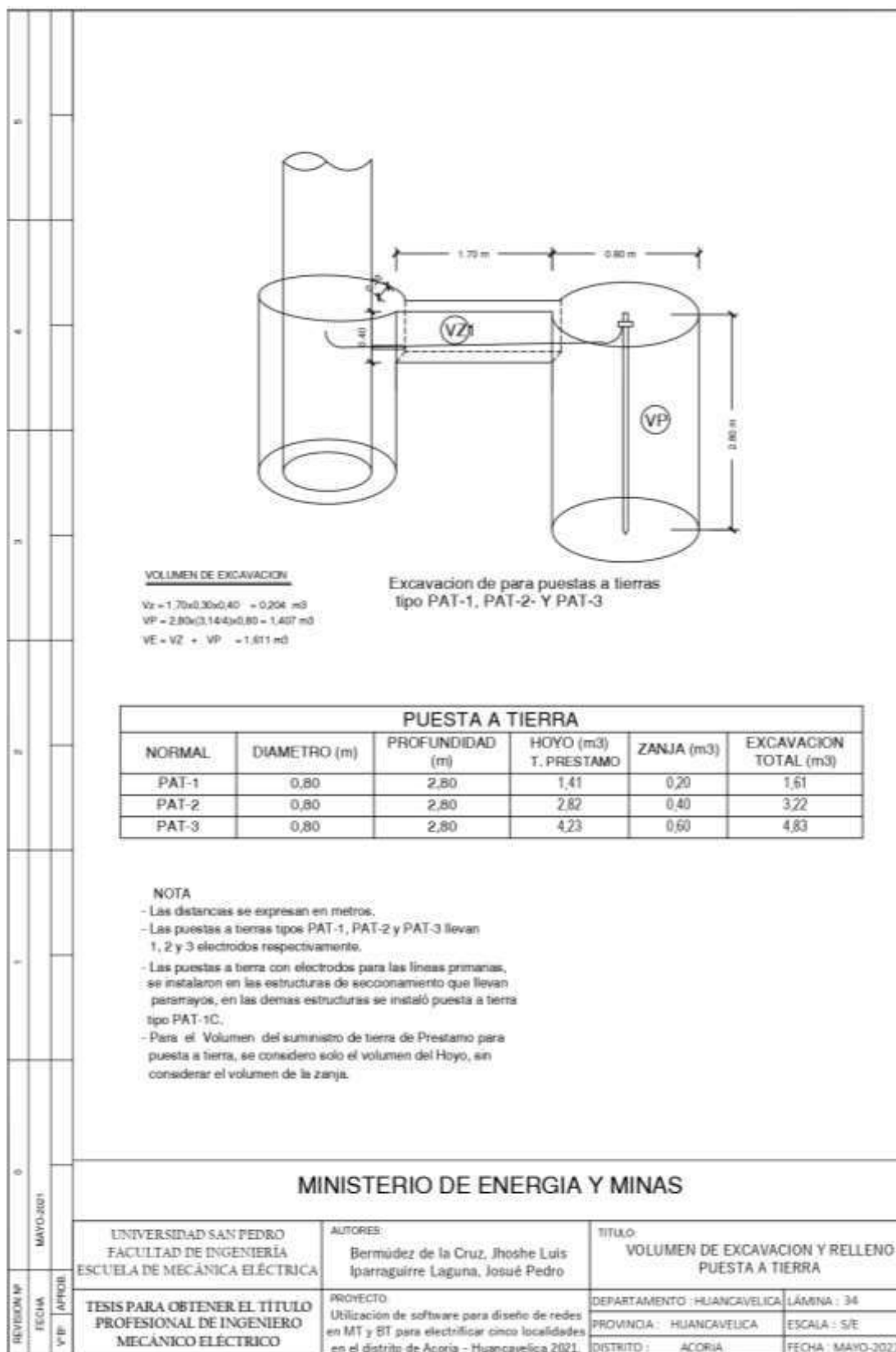




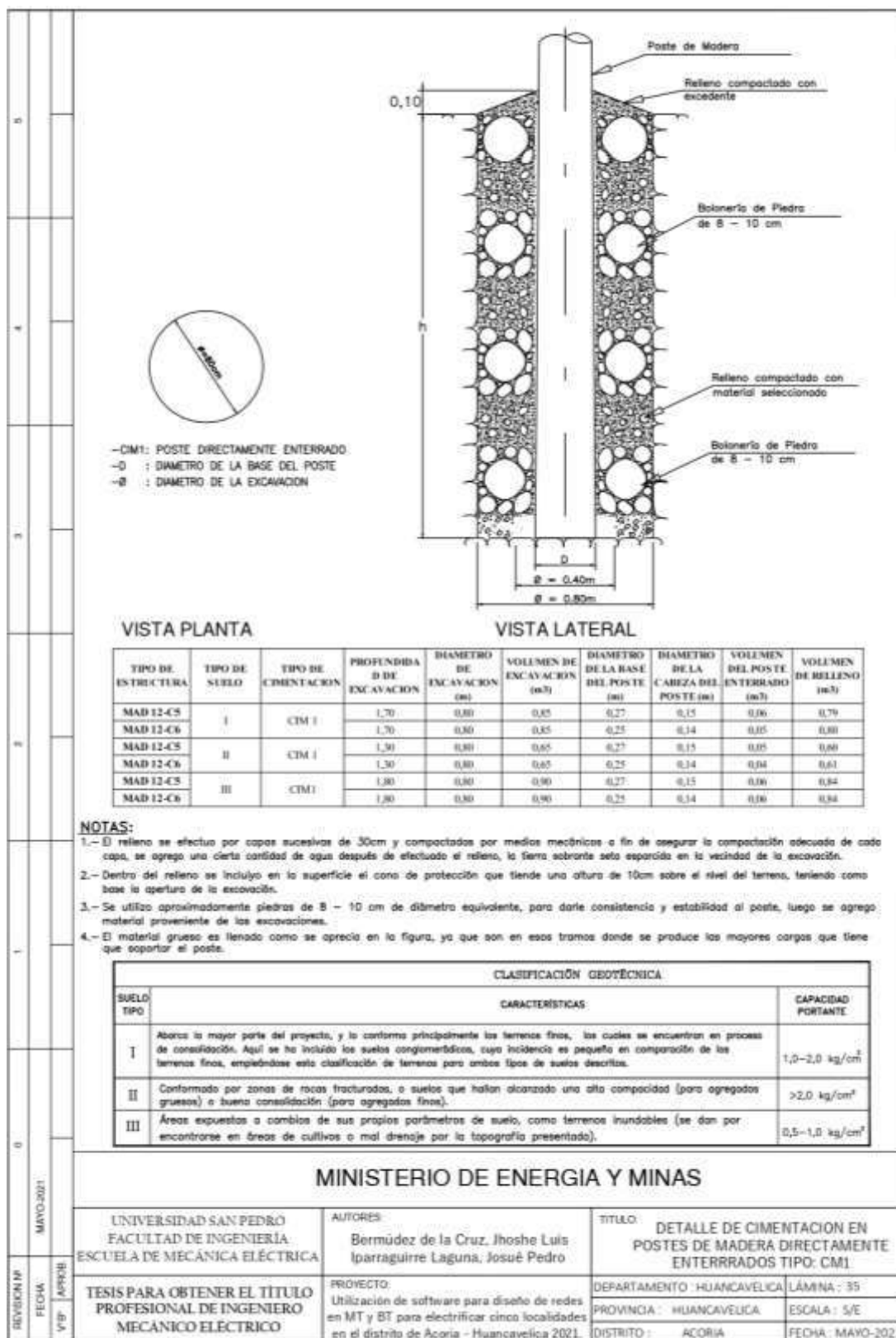
**Figura 404.** Lamina de detalle 32, materiales para puesta a tierra  
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad



**Figura 405.** Lamina de detalle 33, detalle de caja de registro de concreto  
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad

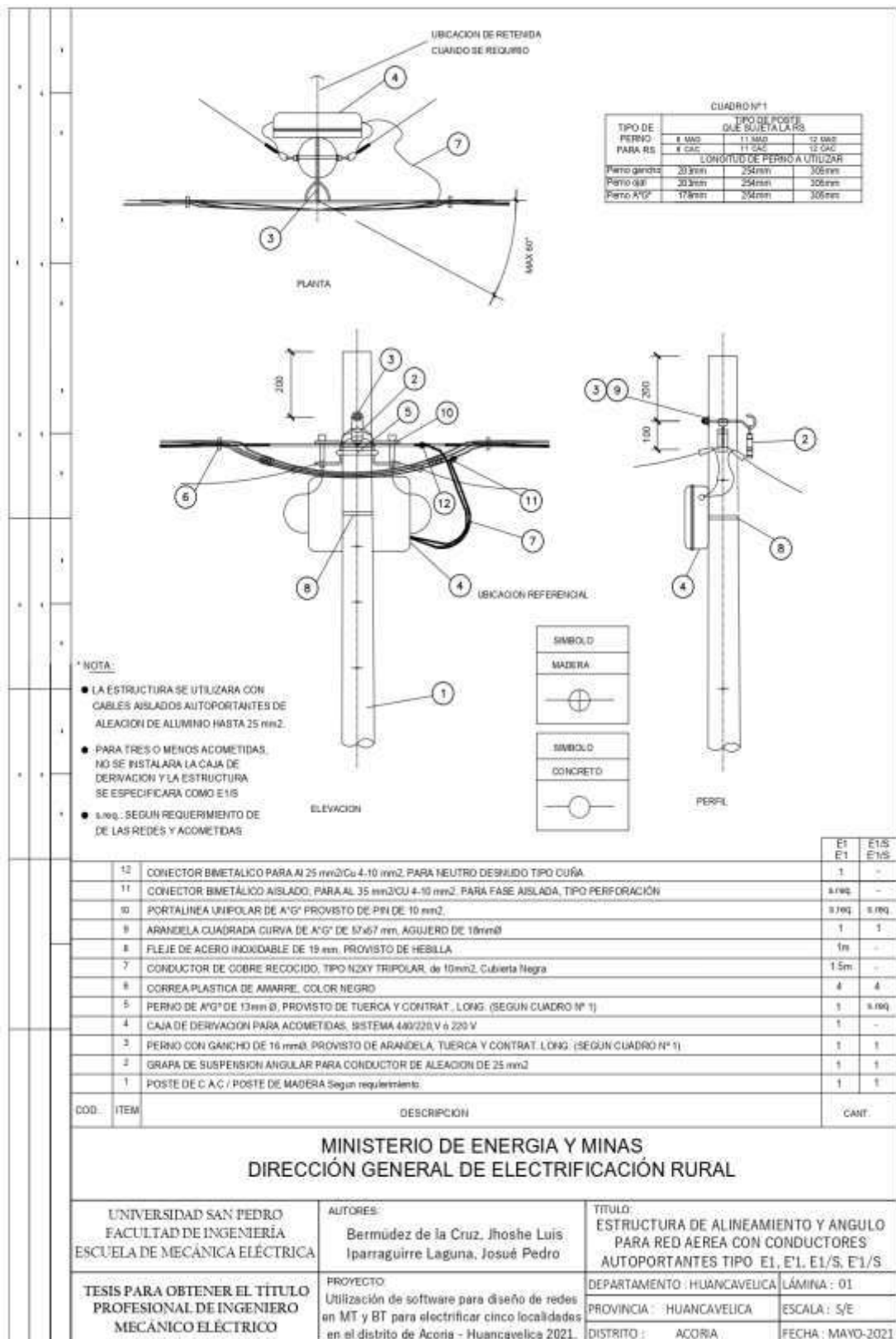


**Figura 406.** Lamina de detalle 34, volumen de excavación y relleno de las puestas a tierra  
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad



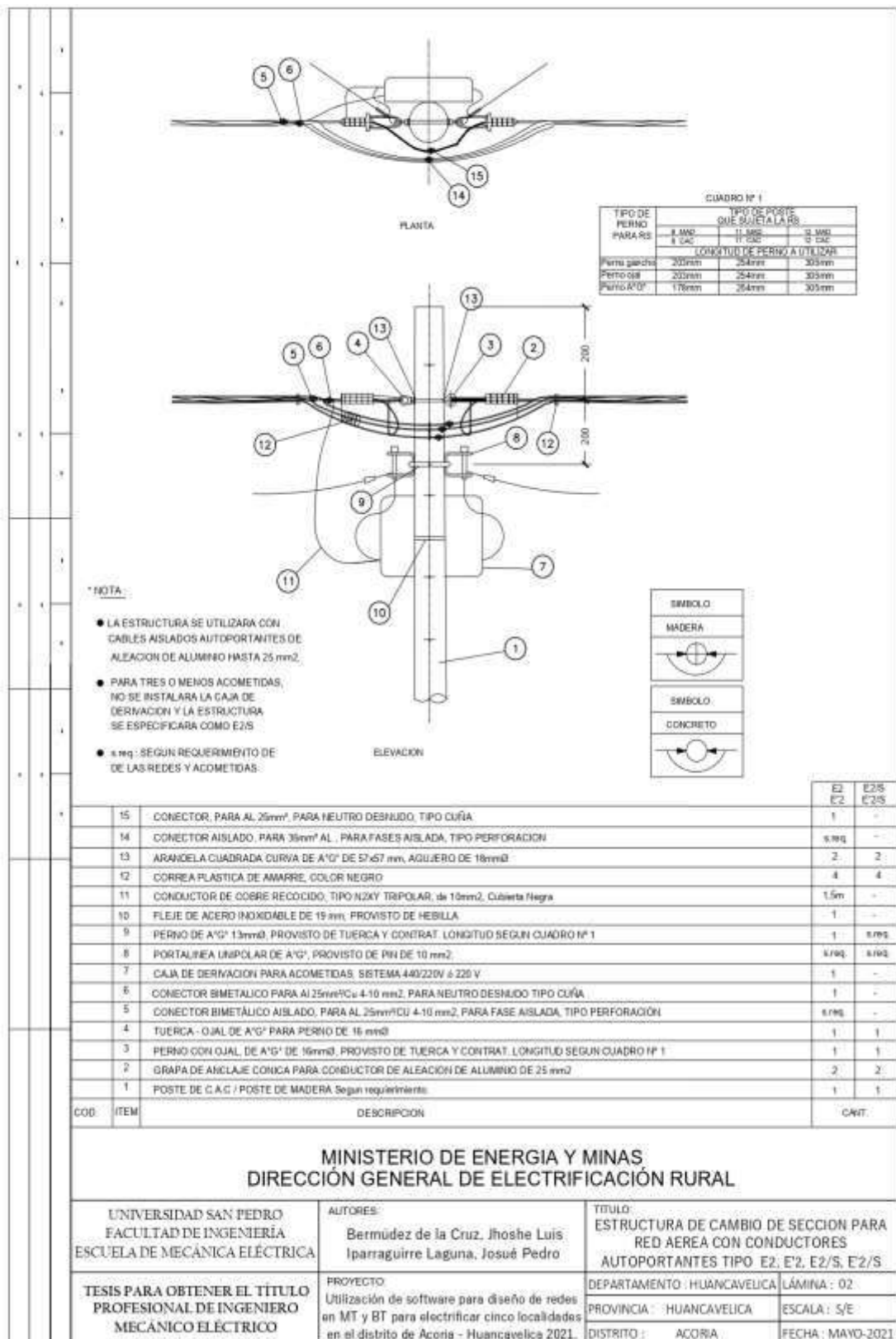
**Figura 407.** Lamina de detalle 35, detalle de cimentación en postes de madera directamente enterrados tipo: CM1  
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad

**ANEXO 11**  
**Láminas de detalle de armados de**  
**Redes Secundarias**



**Figura 408.** Lamina de detalle 01, estructura de alineamiento y ángulo para red aérea con conductores autoportantes tipo E1, E'1, E1/S, E'1/S

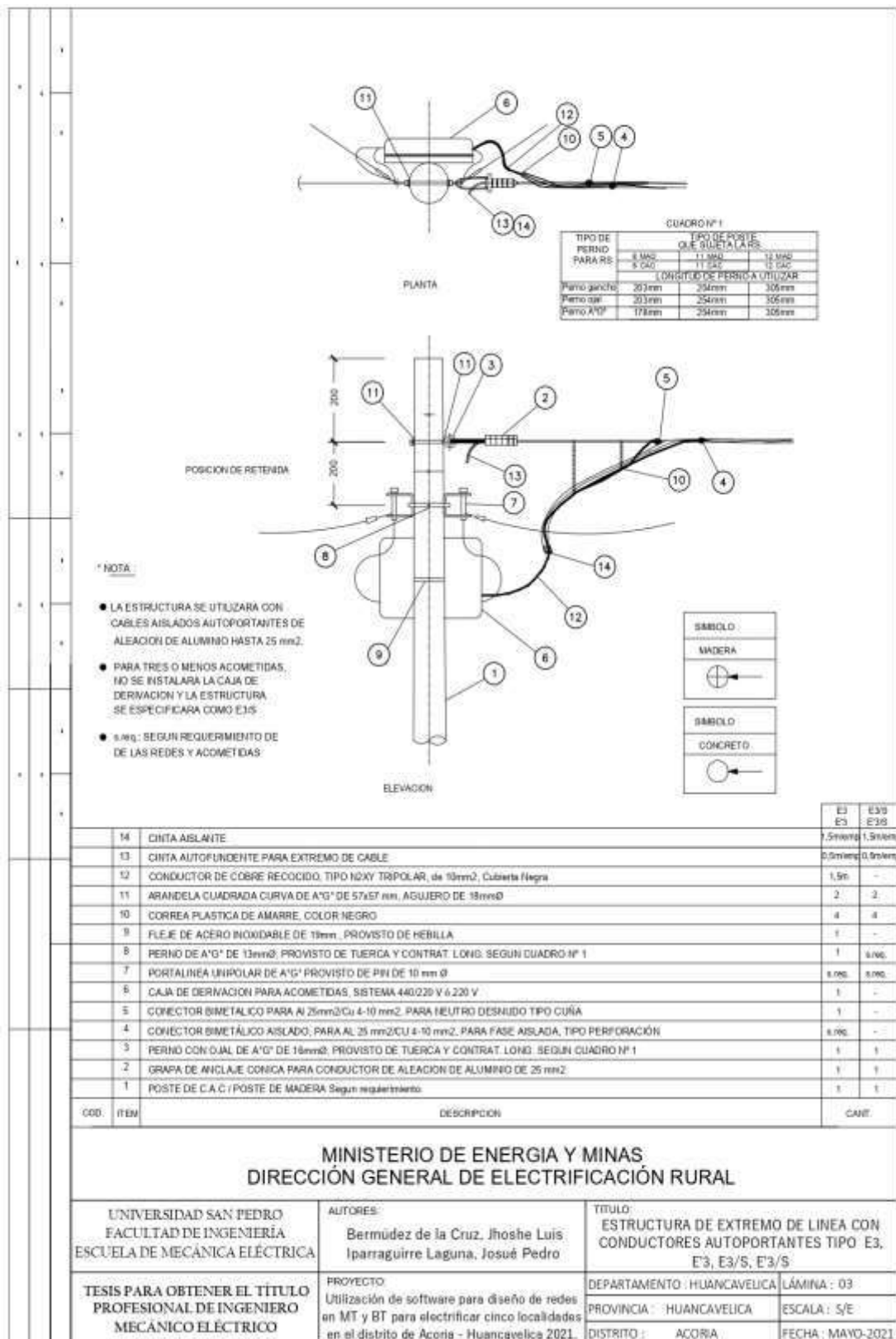
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad



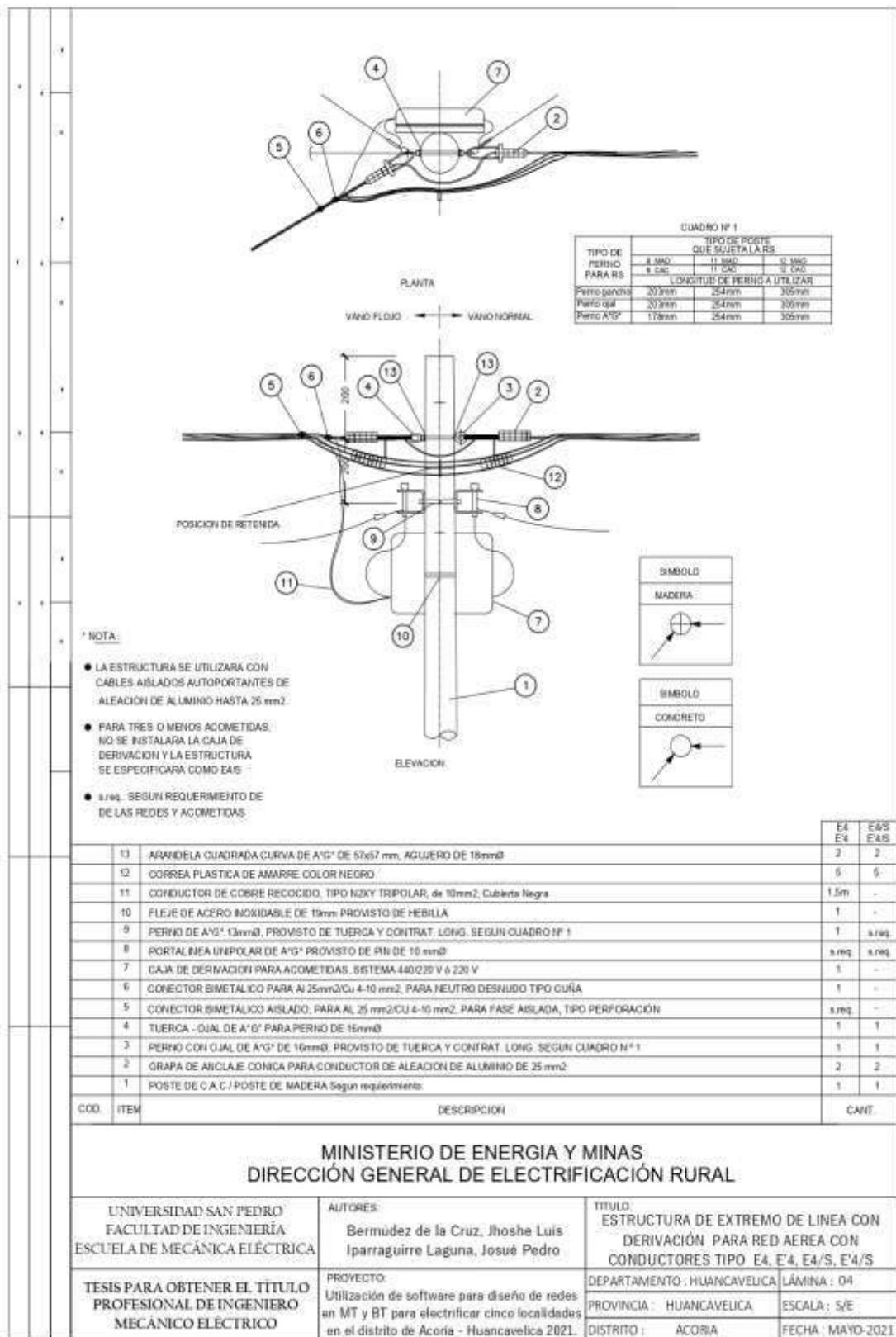
**Figura 409.** Lamina de detalle 02, estructura de cambio de sección para red aérea con conductores autoportantes tipo E2, E'2, E2/S, E'2/S

Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad





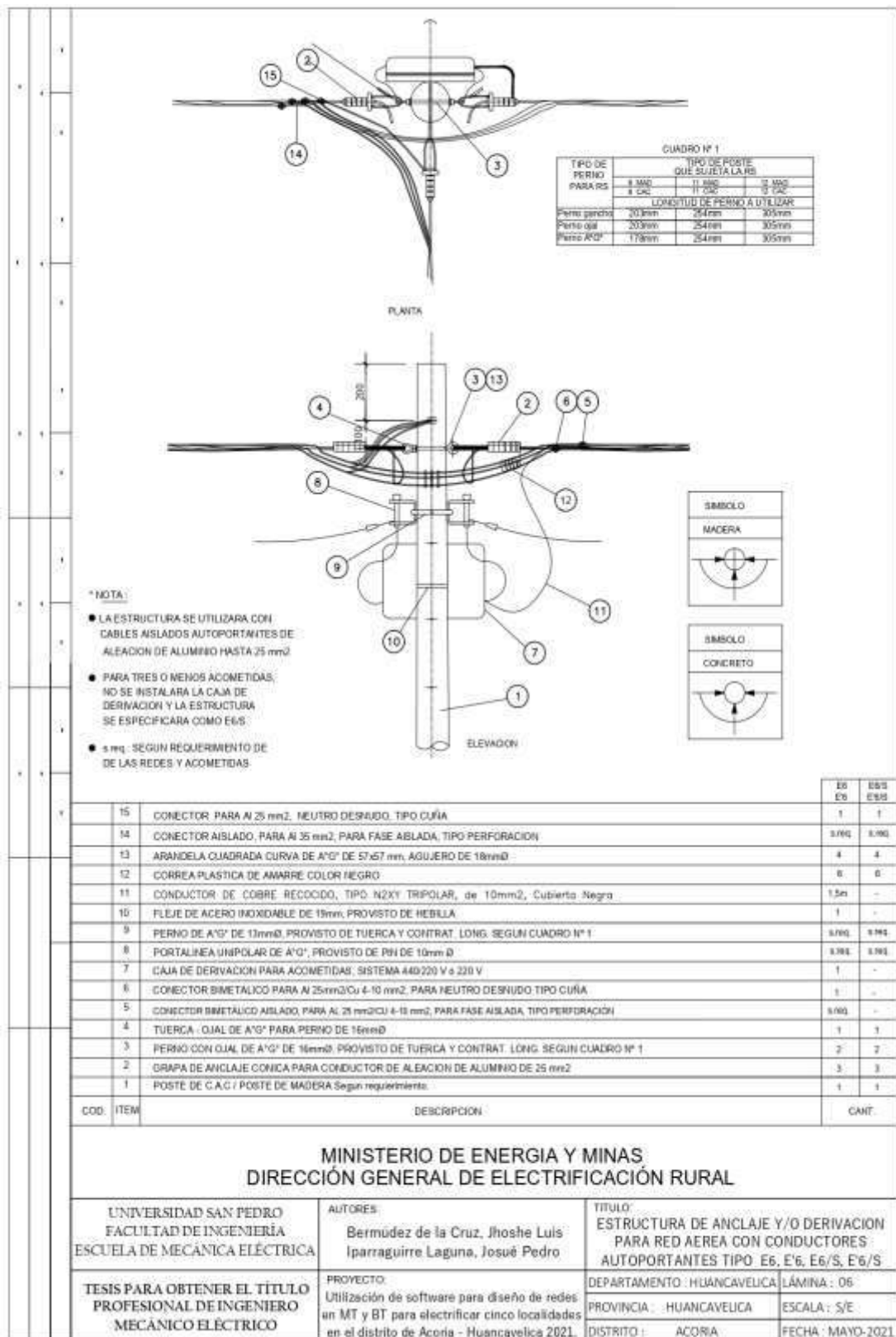
**Figura 410.** Lamina de detalle 03, estructura de extremo de línea con conductores autoportantes tipo E3, E'3, E3/S, E'3/S  
 Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad



**Figura 411.** Lamina de detalle 04, estructura de extremo de línea con derivación para red aérea con conductores tipo E4, E'4, E4/S, E'4/S

Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad





**Figura 413.** Lamina de detalle 06, estructura de anclaje y/o derivación para red aérea con conductores autoportantes tipo E6, E'6, E6/S, E'6/S

Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad

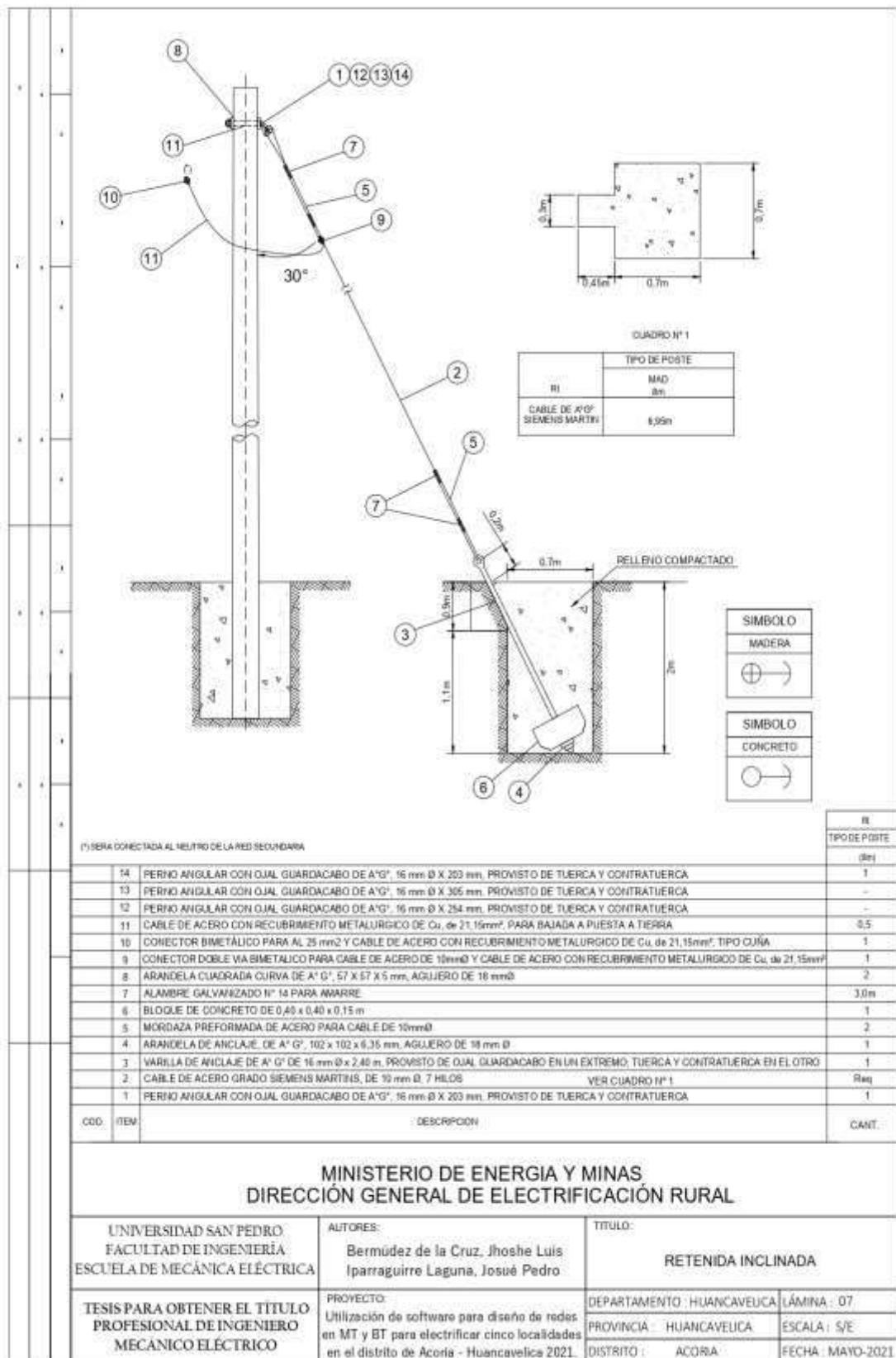
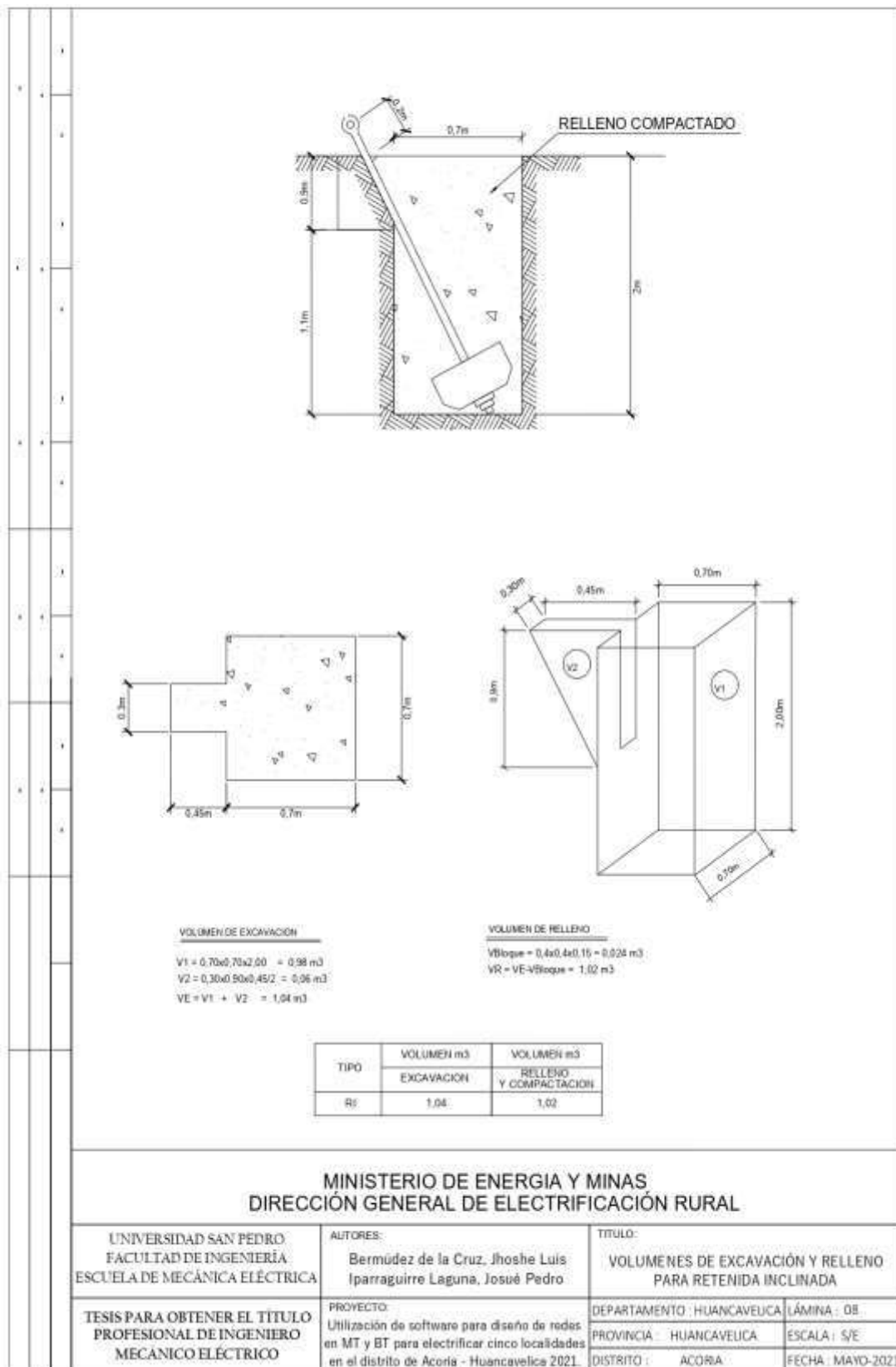


Figura 414. Lamina de detalle 07, retenida inclinada  
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad



**Figura 415.** Lamina de detalle 08, volúmenes de excavación y relleno para retenida inclinada  
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad

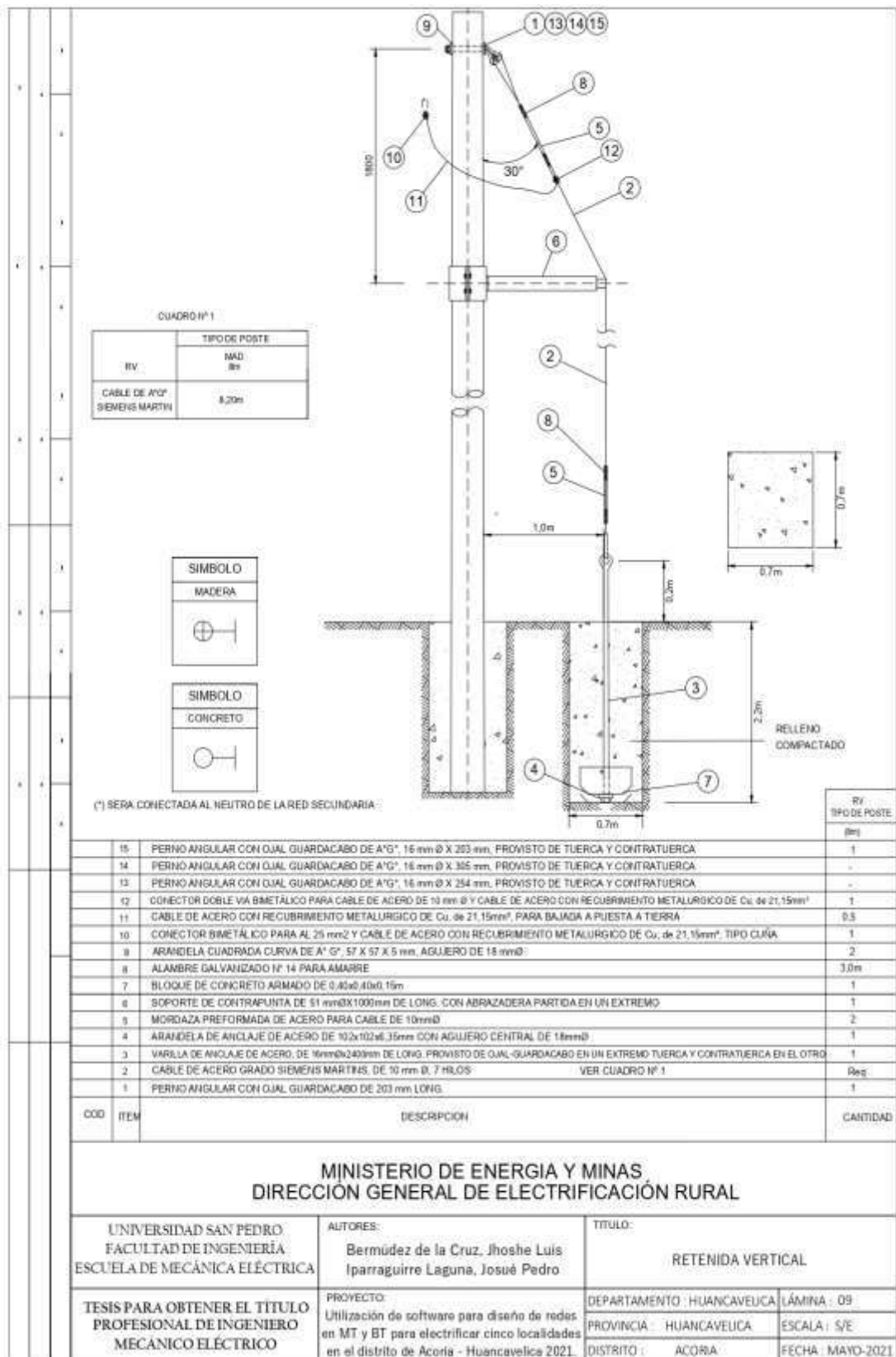
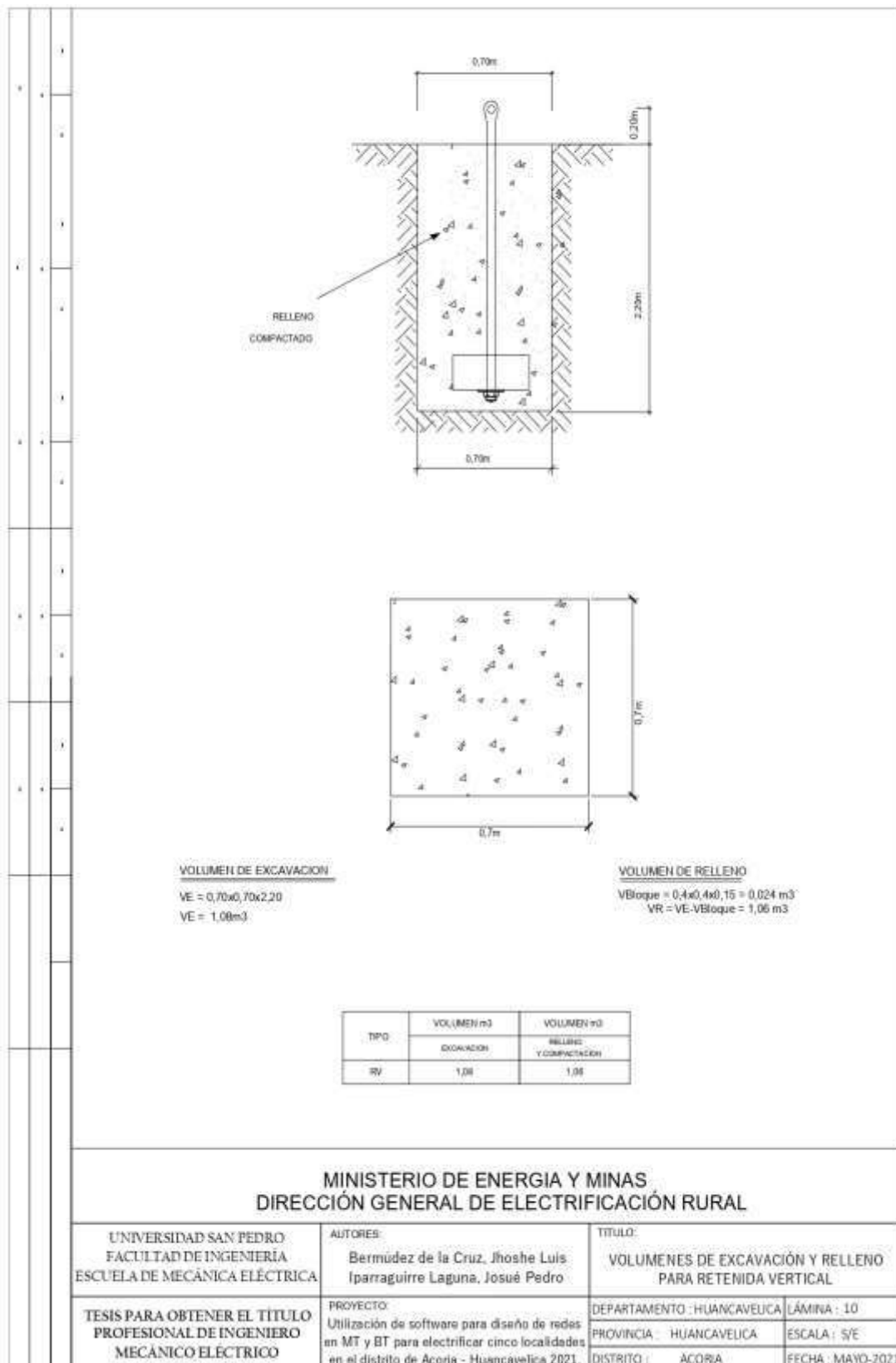
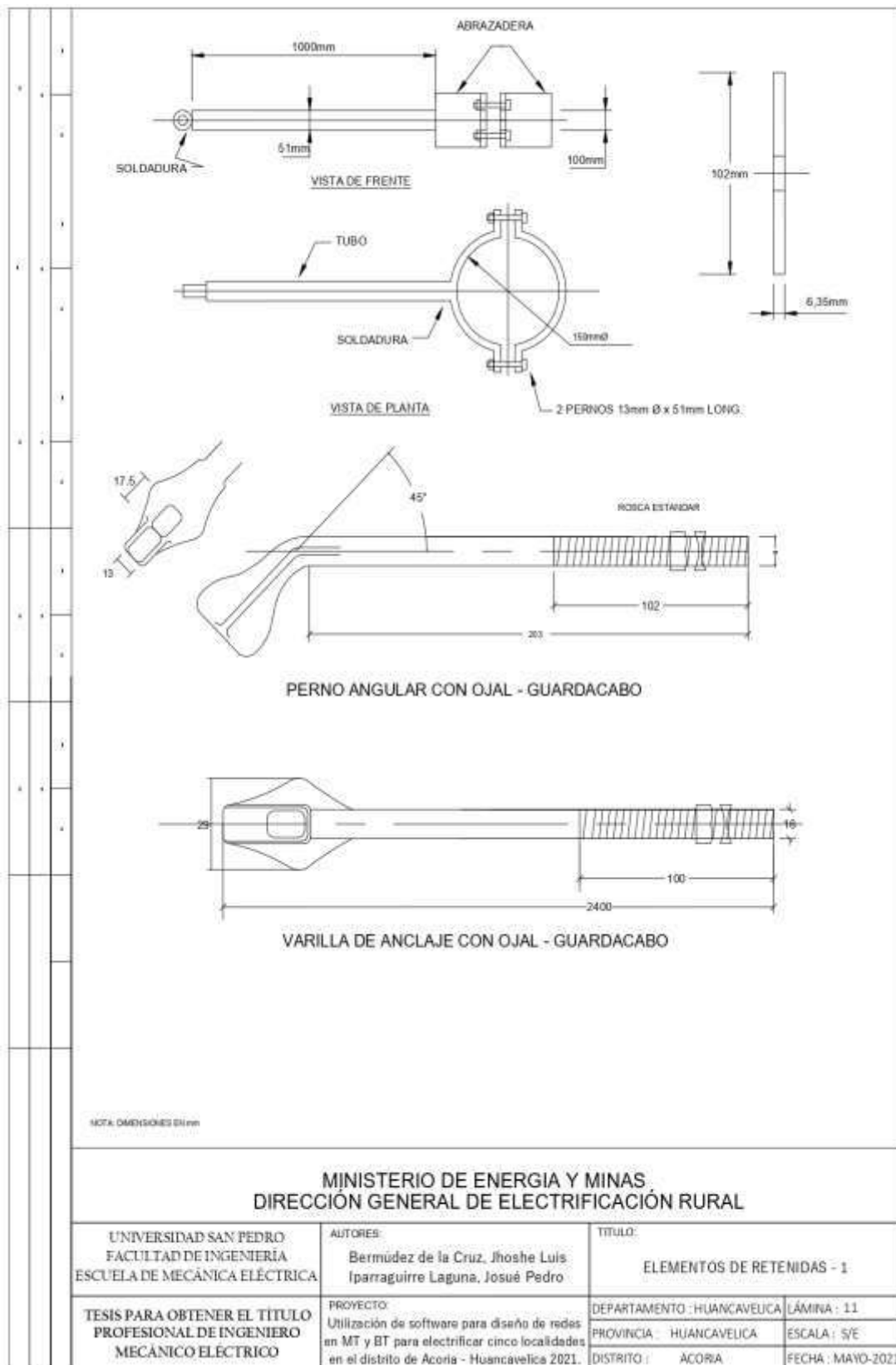


Figura 416. Lamina de detalle 09, retenida vertical  
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad

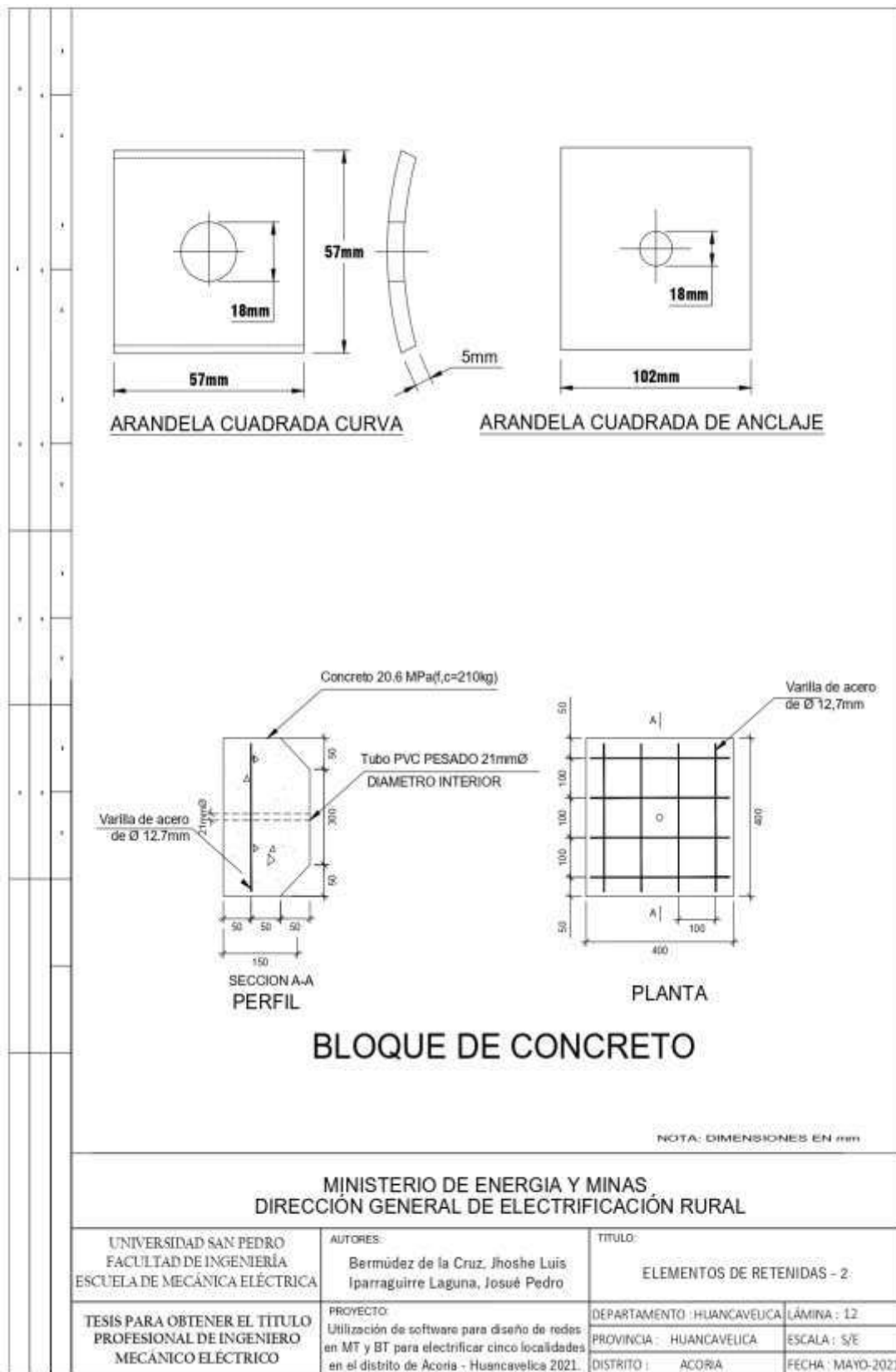


**Figura 417.** Lamina de detalle 10, volúmenes de excavación y relleno para retenida vertical  
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad

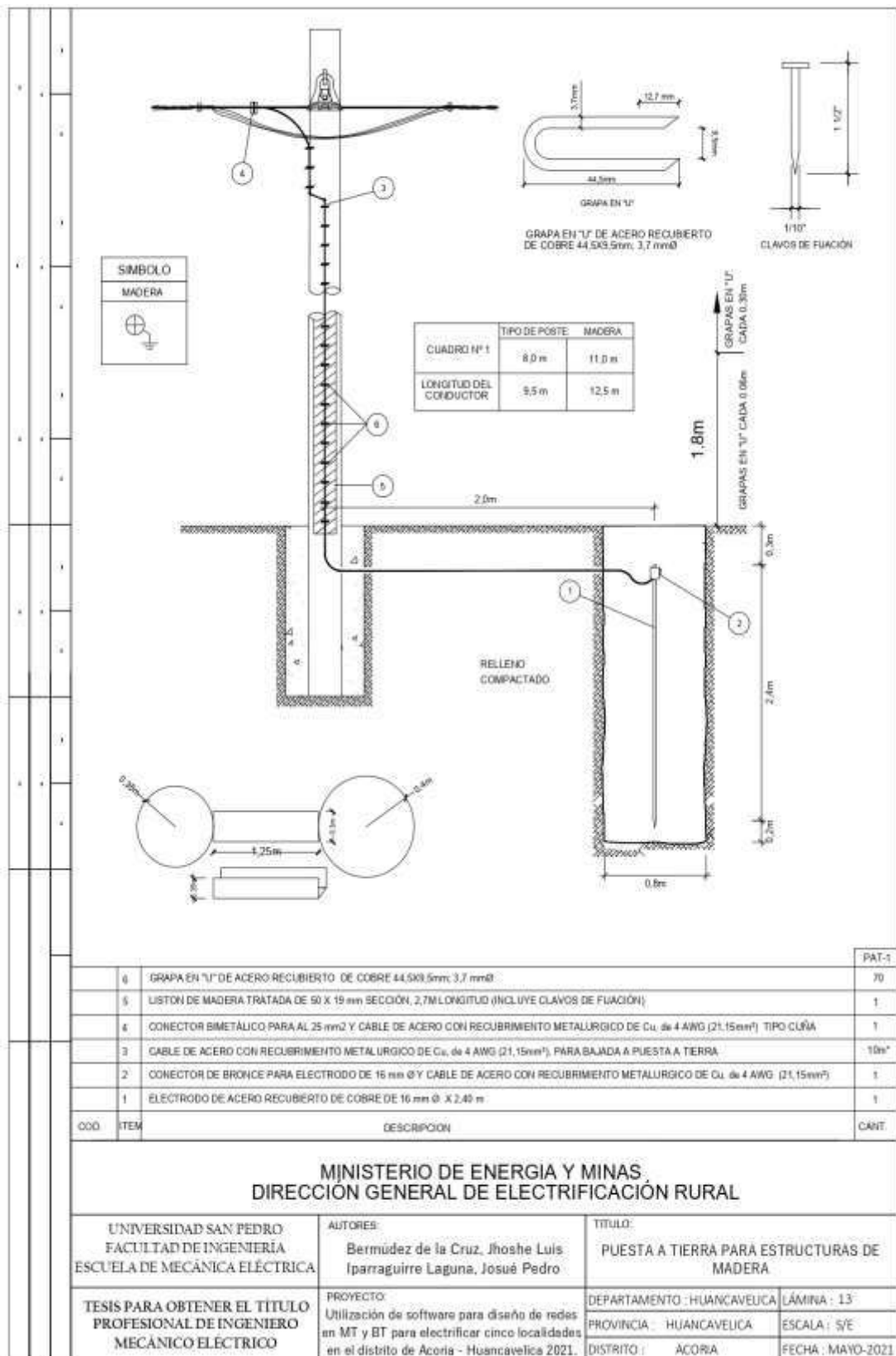




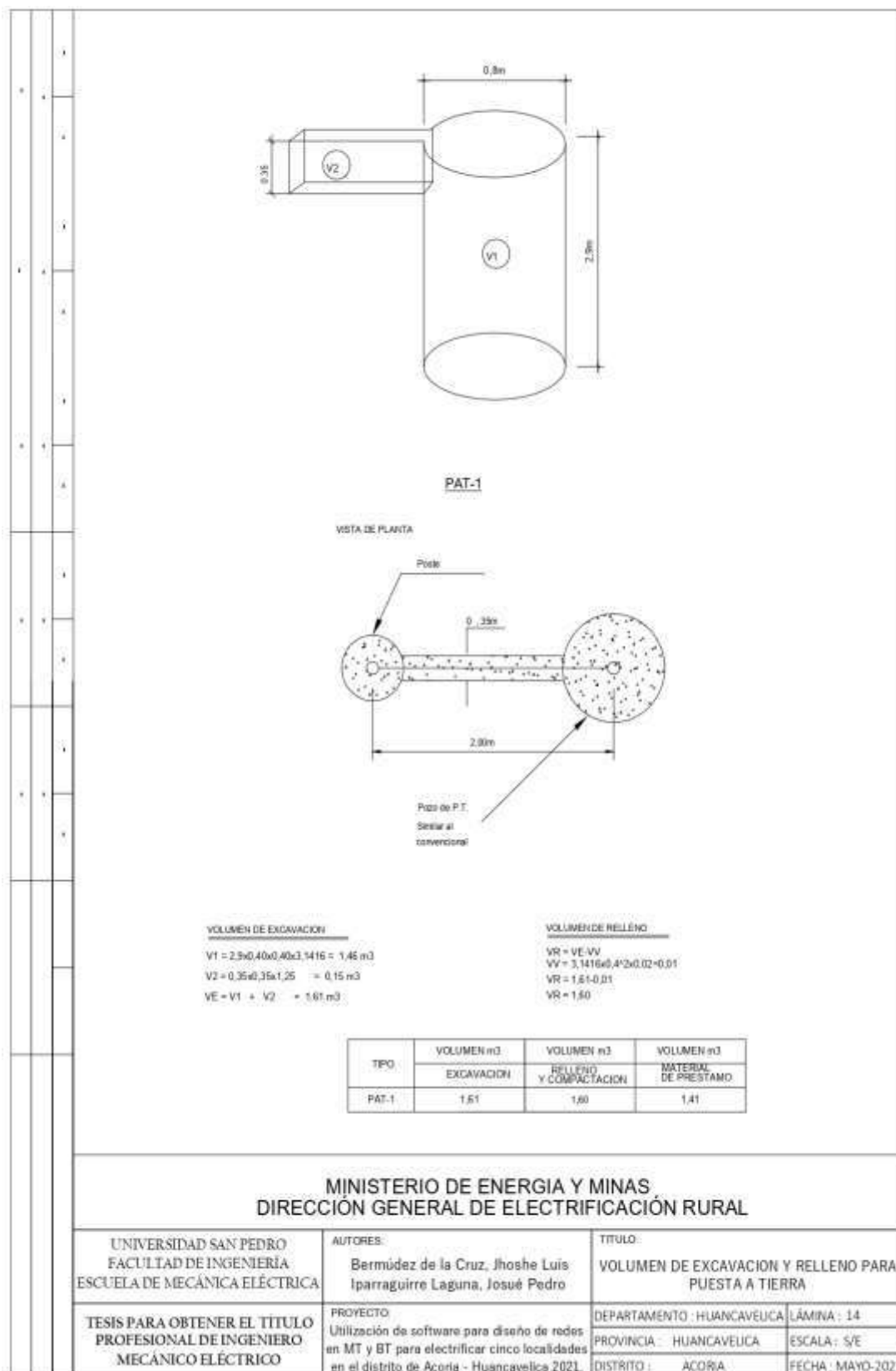
**Figura 418.** Lamina de detalle 11, elementos de retenidas-1  
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad



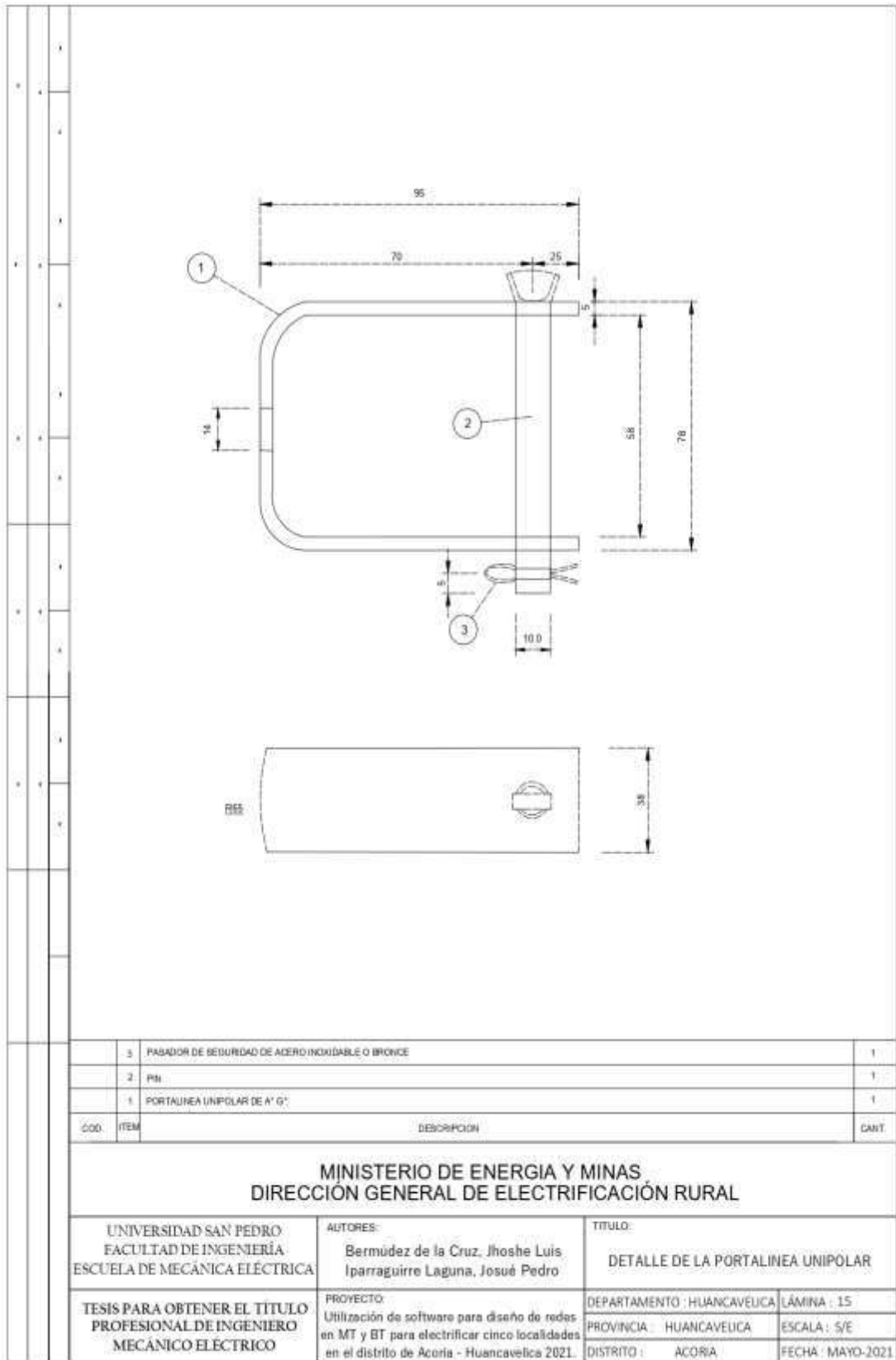
**Figura 419.** Lamina de detalle 12, elementos de retenidas-2  
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad



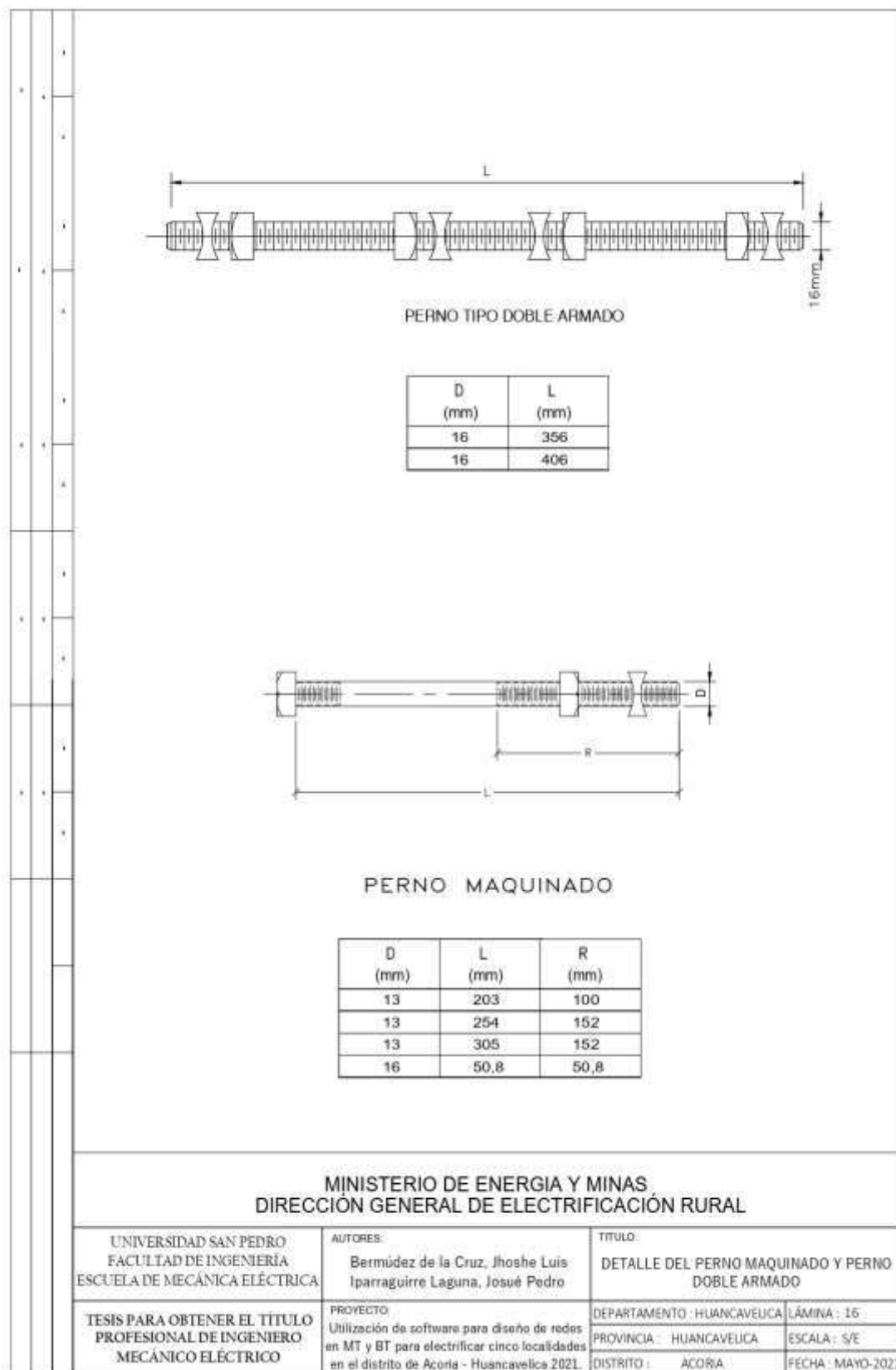
**Figura 420.** Lamina de detalle 13, puesta a tierra para estructuras de madera  
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad



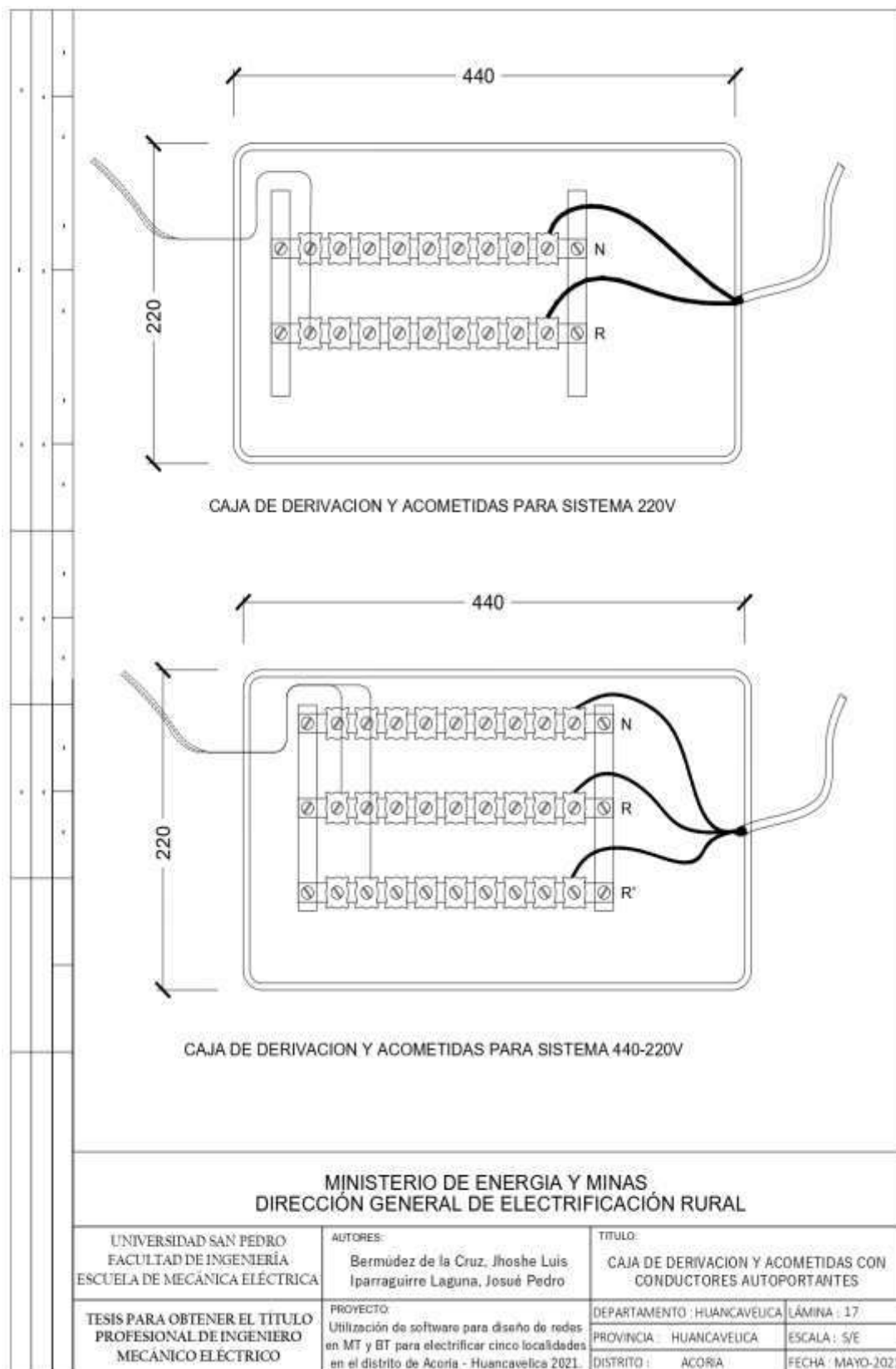
**Figura 421.** Lamina de detalle 14, volúmenes de excavación y relleno para puesta a tierra  
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad



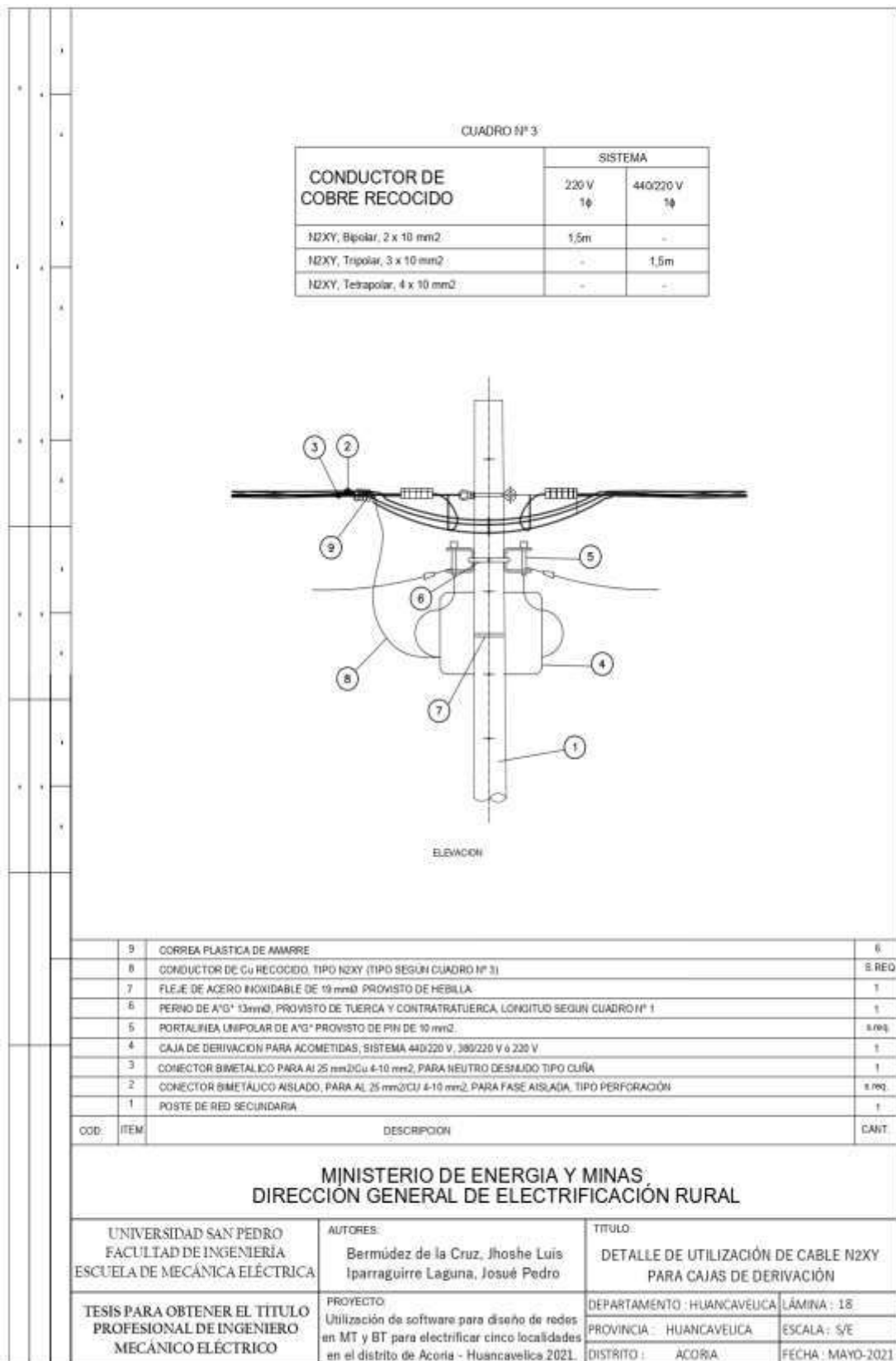
**Figura 422.** Lamina de detalle 15, detalle de la porta línea unipolar  
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad



**Figura 423.** Lamina de detalle 16, detalle del perno maquinado y perno doble armado  
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad

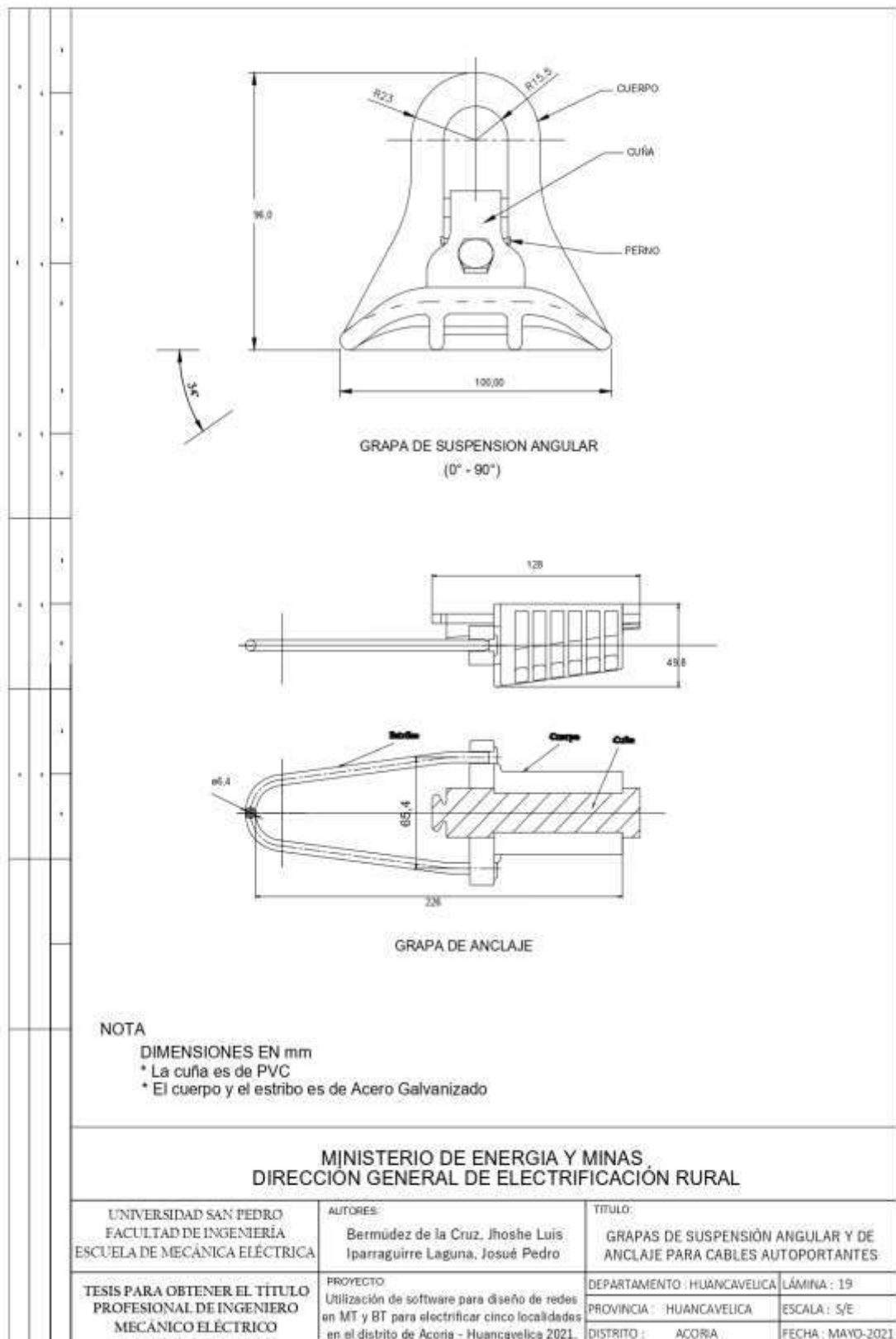


**Figura 424.** Lamina de detalle 17, caja de derivación y acometidas con conductores autoportantes  
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad



**Figura 425.** Lamina de detalle 18, detalle de utilización de cable N2XY para cajas de derivación  
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad





**Figura 426.** Lamina de detalle 19, grapas de suspensión angular y de anclaje para cables autoportantes

Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad

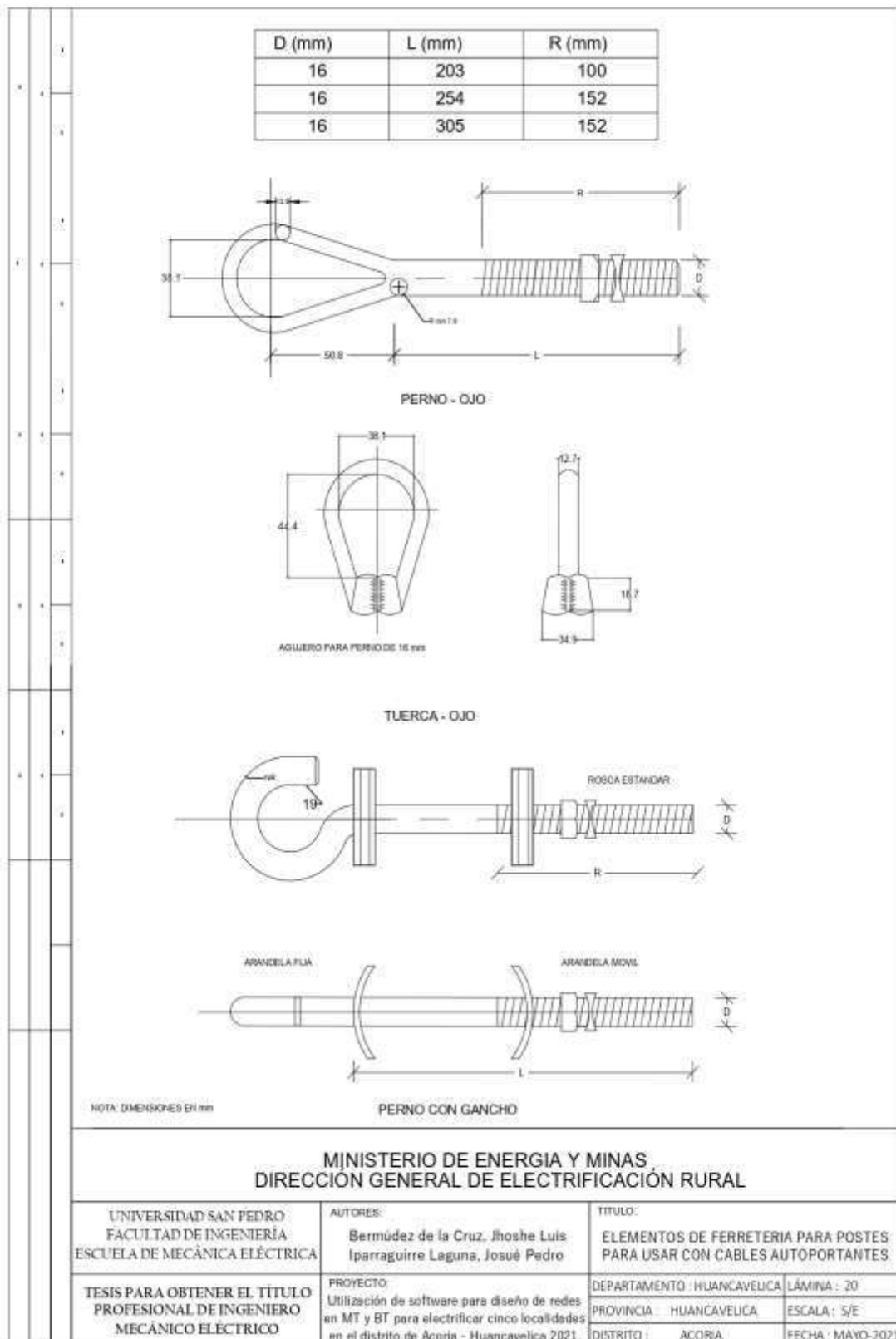


Figura 427. Lamina de detalle 20, elementos de ferretería para postes para usar con cables autoportantes

Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad

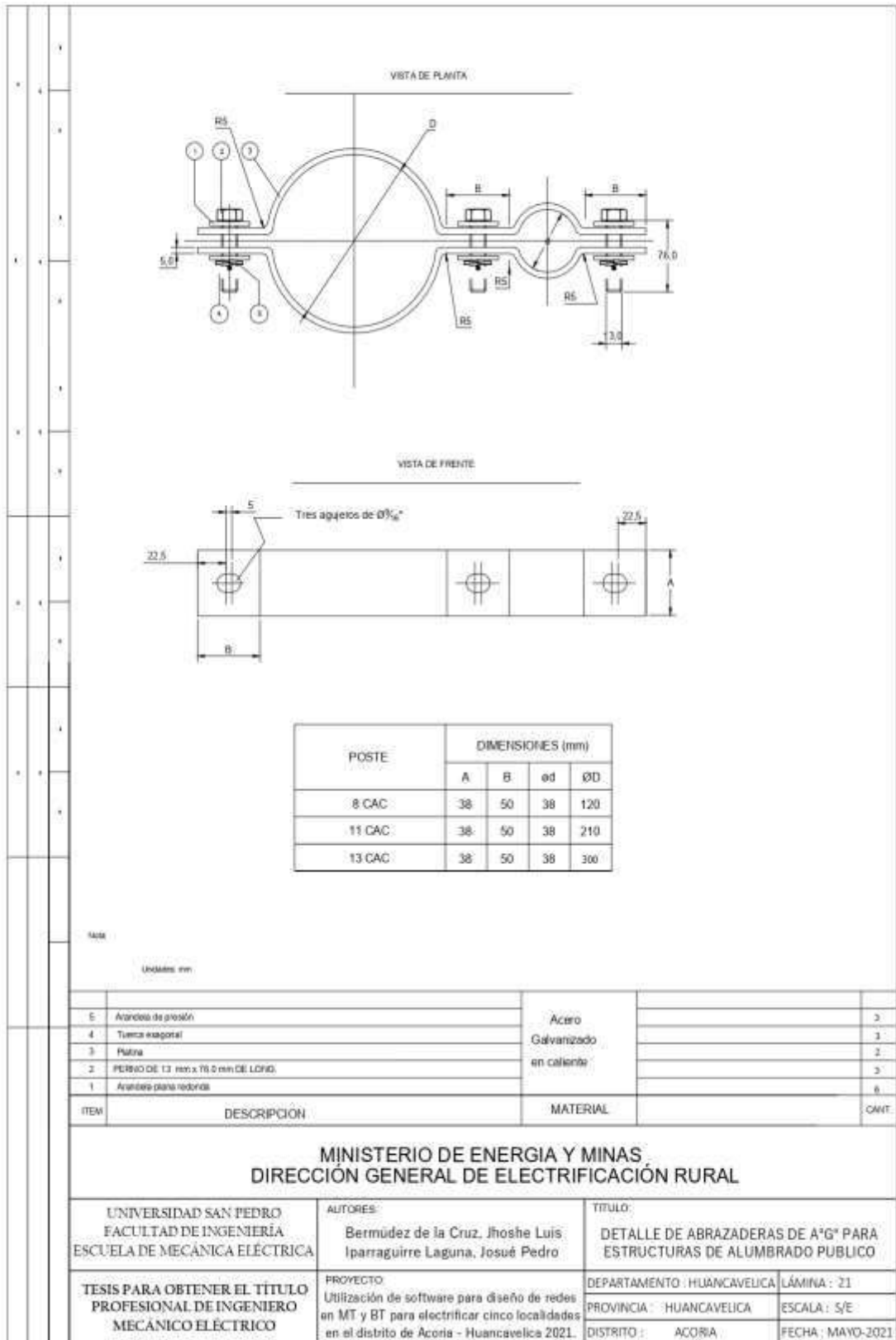
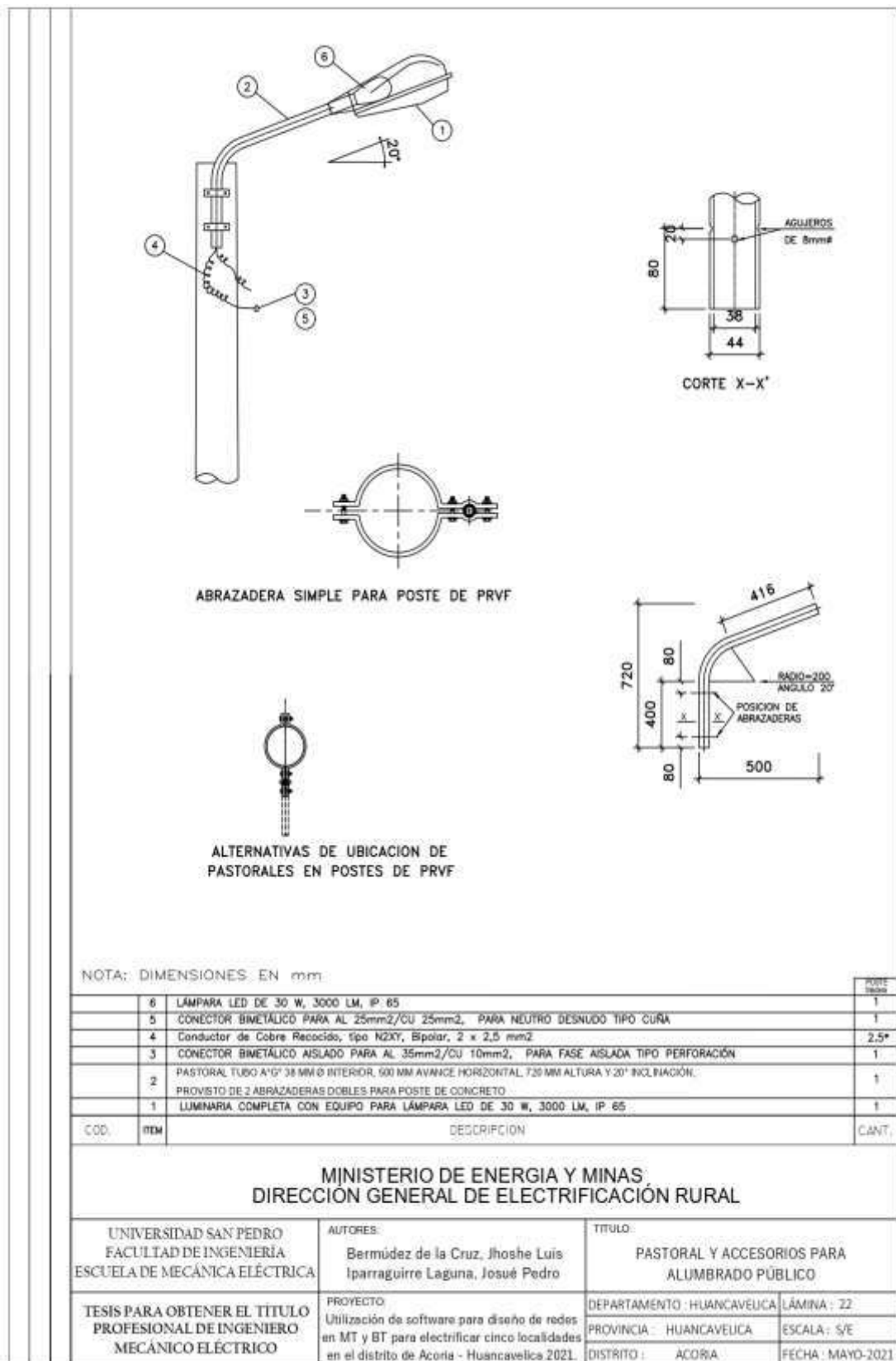
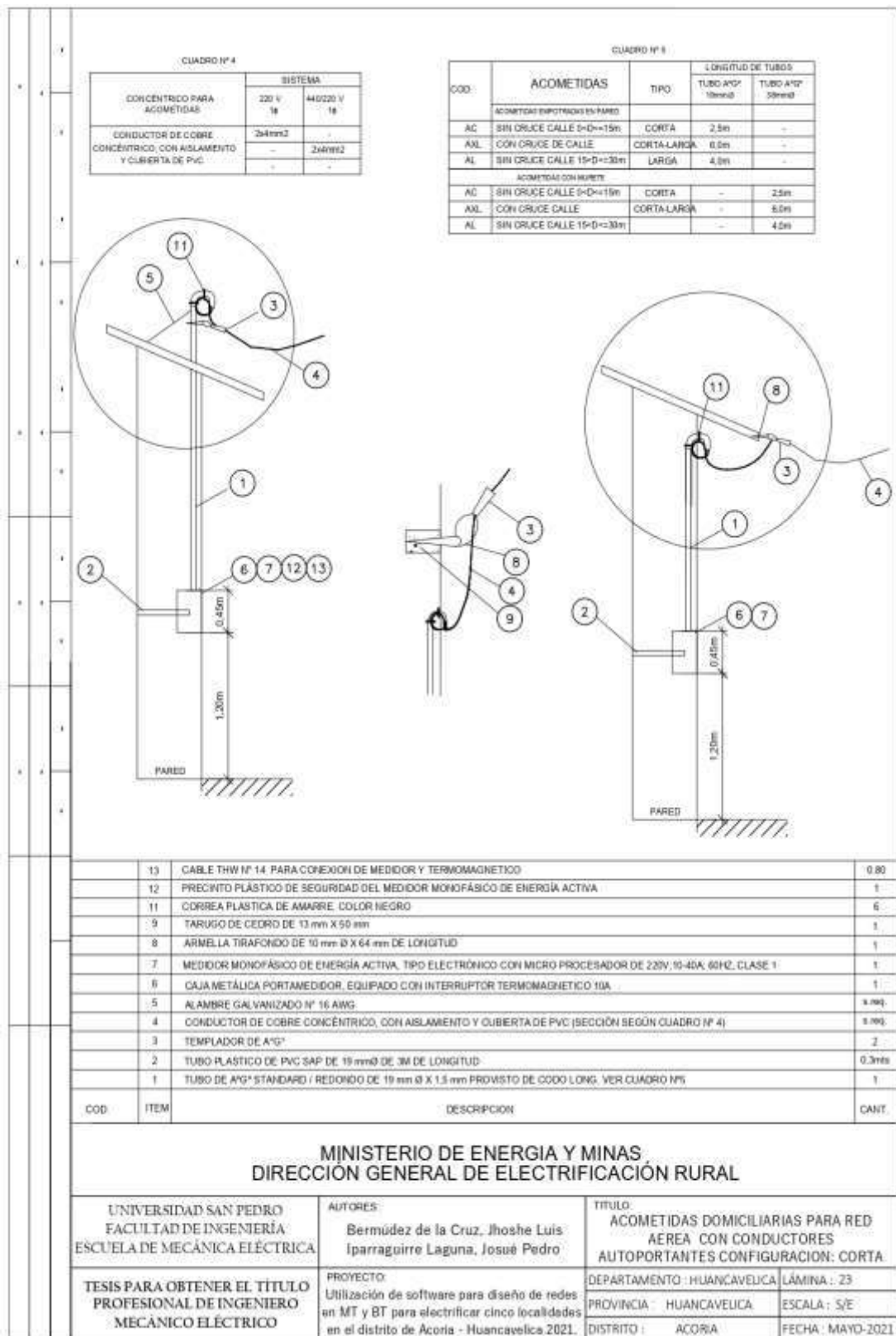


Figura 428. Lamina de detalle 21, detalle de abrazaderas de A°G° para estructuras de alumbrado publico

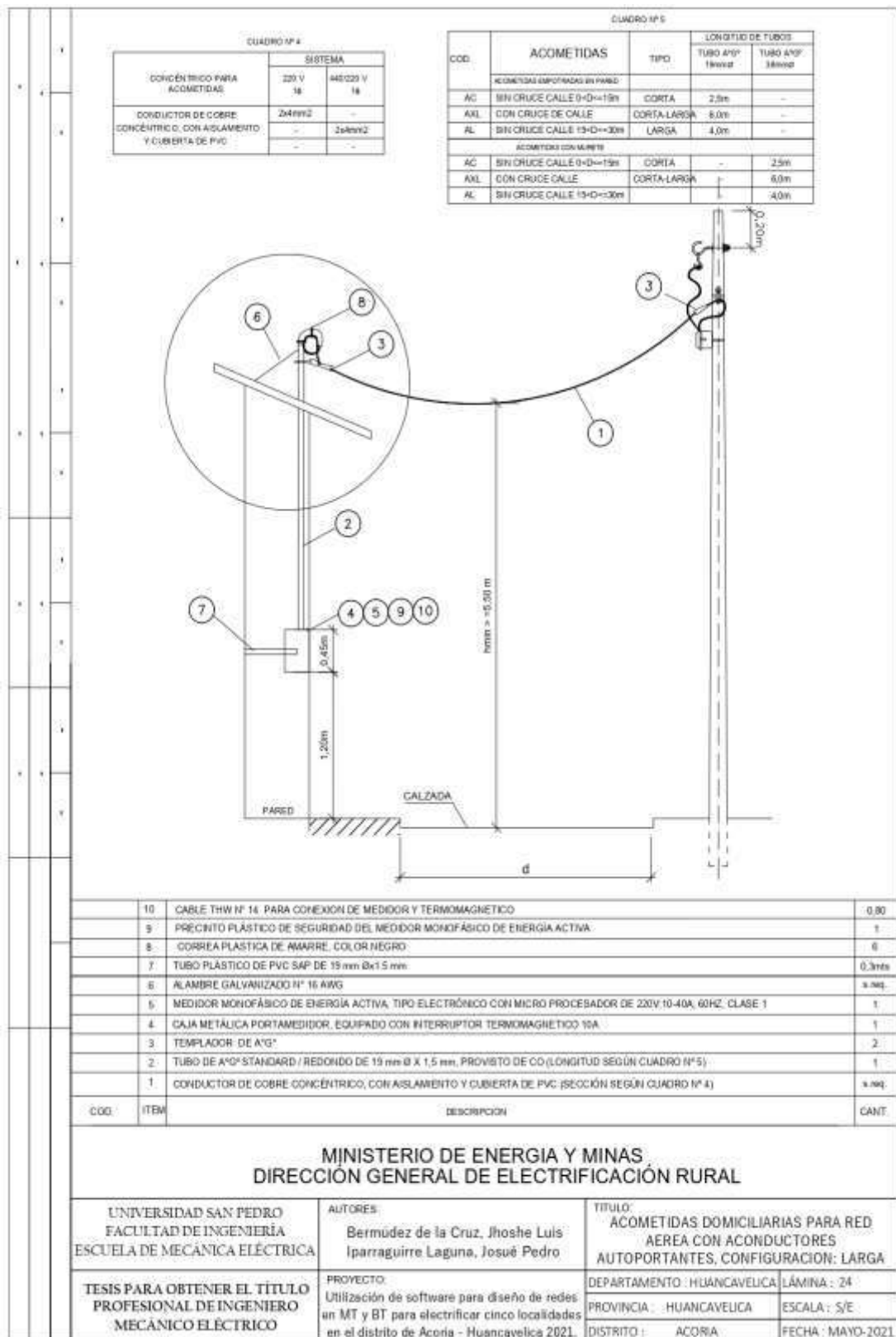
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad



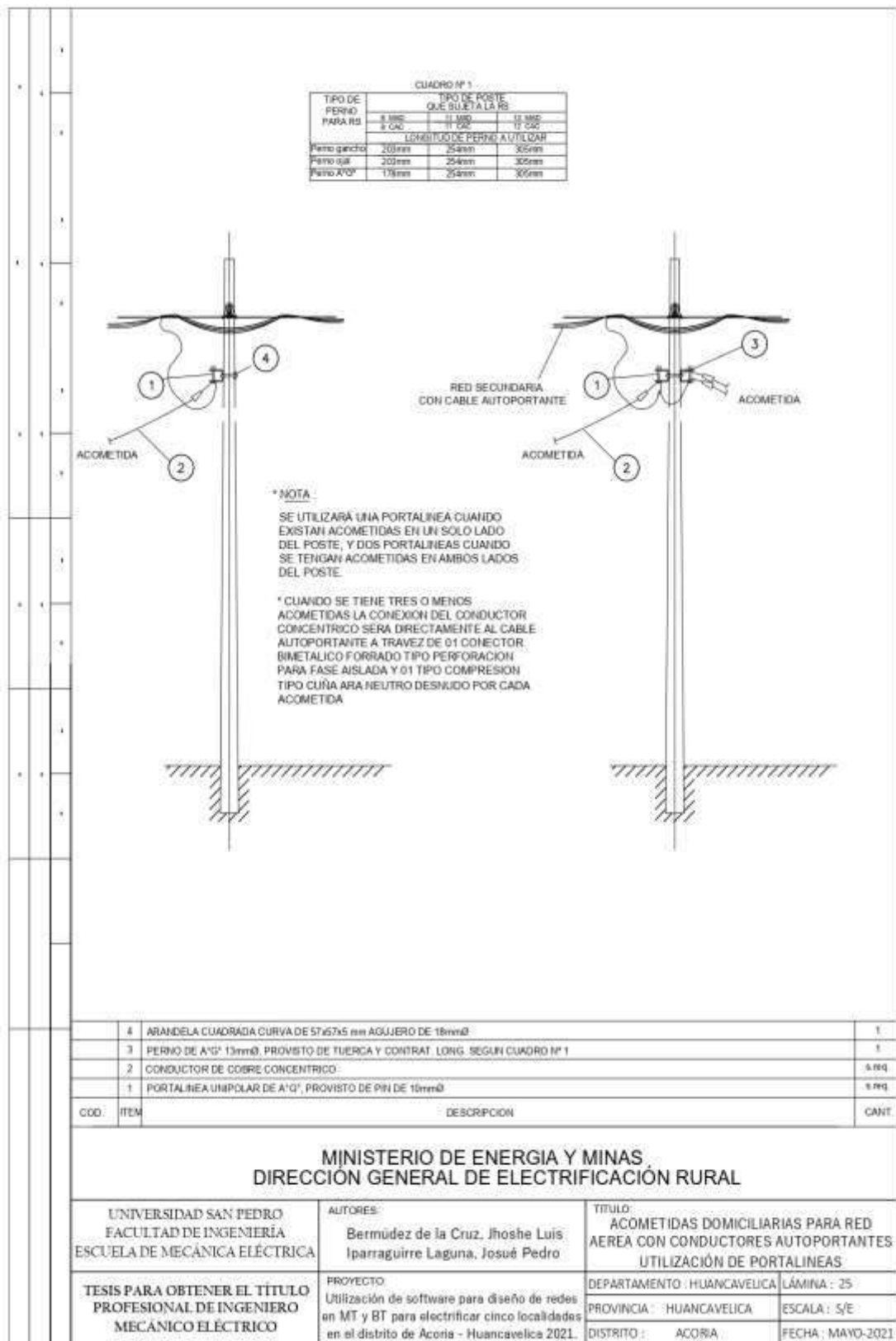
**Figura 429.** Lamina de detalle 22, pastoral y accesorios para alumbrado publico  
 Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad



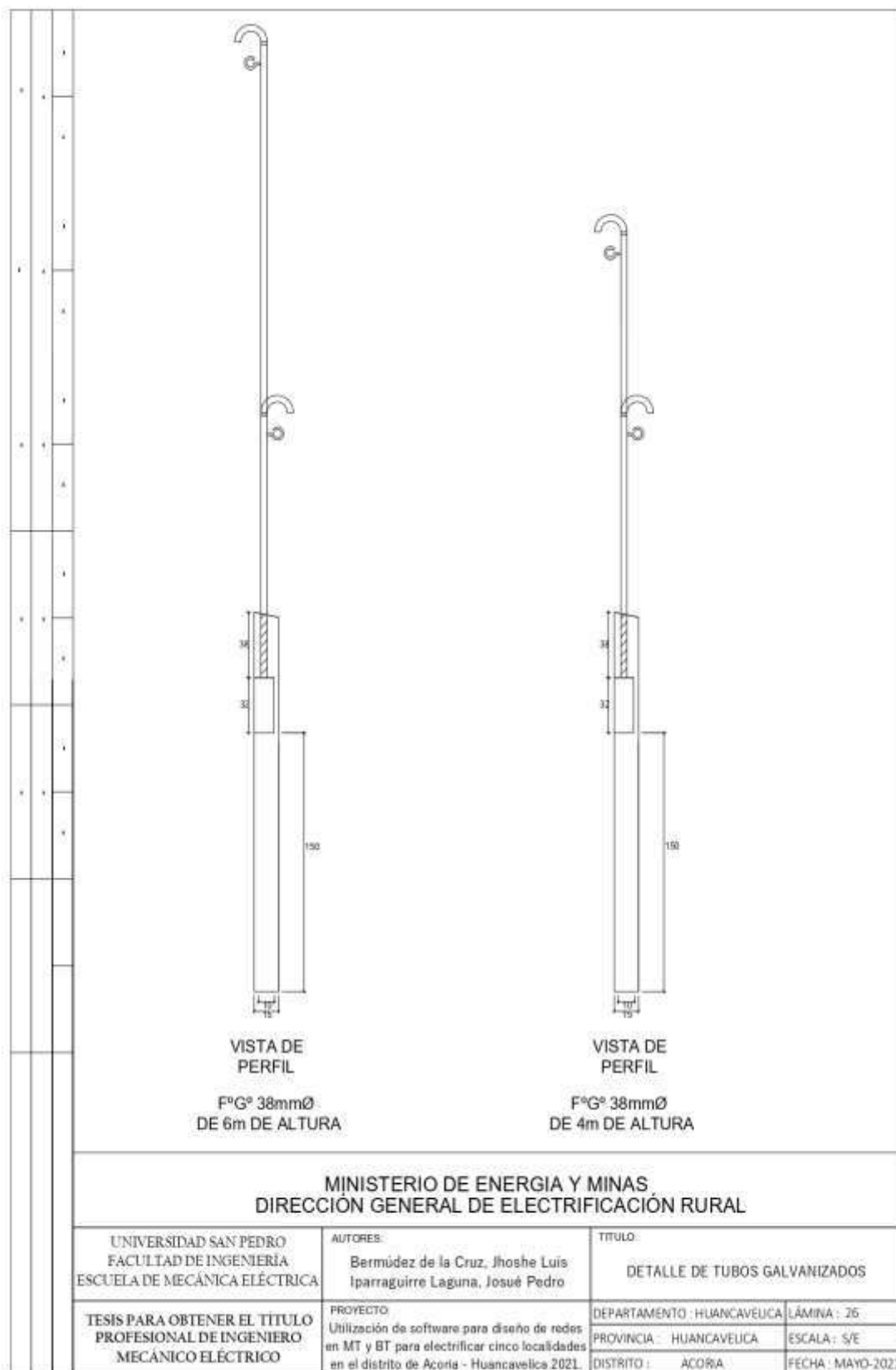
**Figura 430.** Lamina de detalle 23, acometidas domiciliarias para red aérea con conductores autoportantes, figuración corta  
 Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad



**Figura 431.** Lamina de detalle 24, acometidas domiciliarias para red aérea con conductores autoportantes, figuración larga  
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad

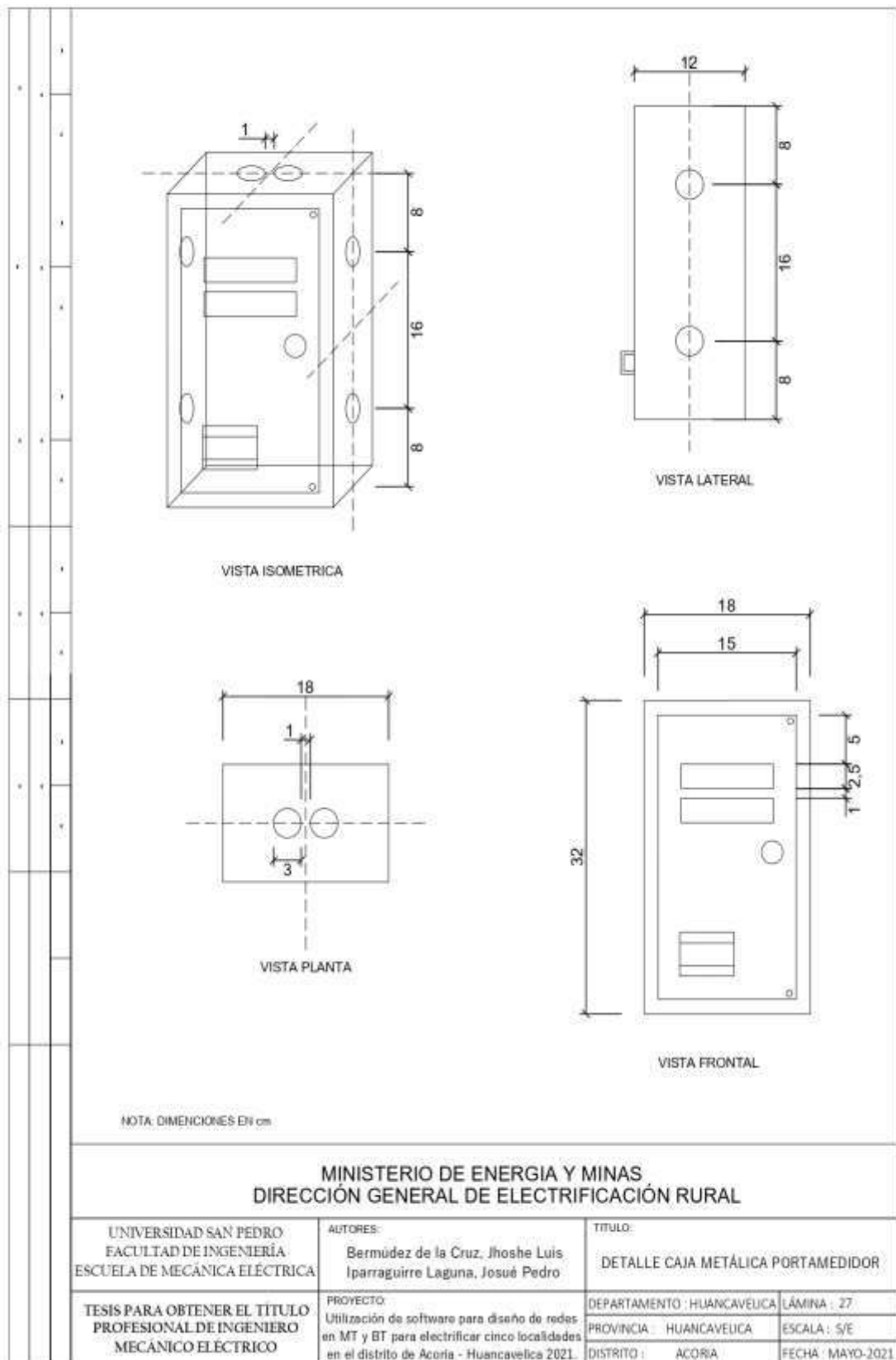


**Figura 432.** Lamina de detalle 25, acometidas domiciliarias para red aérea con conductores autoportantes, utilización de portalineas  
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad



**Figura 433.** Lamina de detalle 26, detalle de tubos galvanizados  
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad





**Figura 434.** Lamina de detalle 27, detalle caja metálica porta medidor  
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad

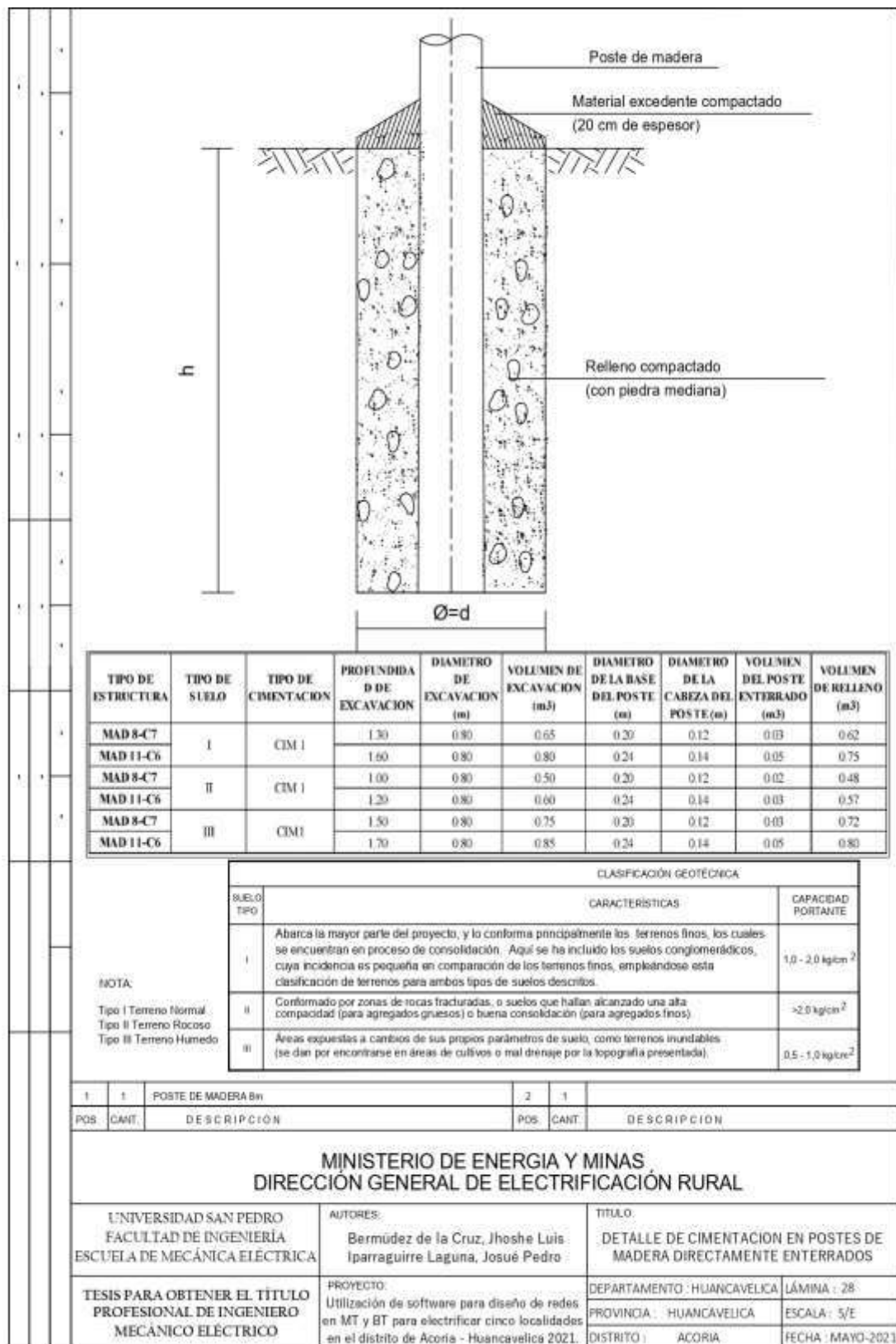
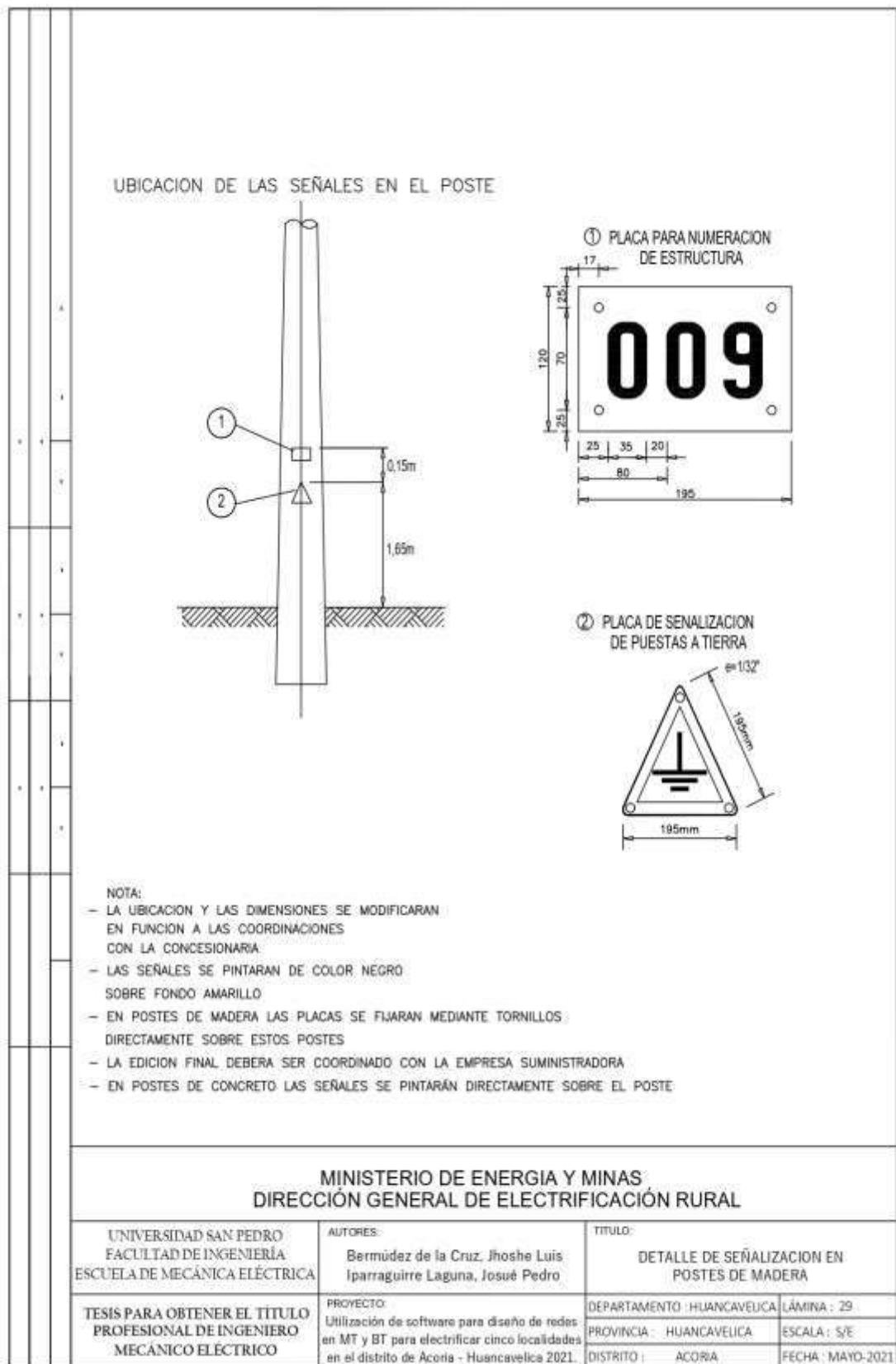
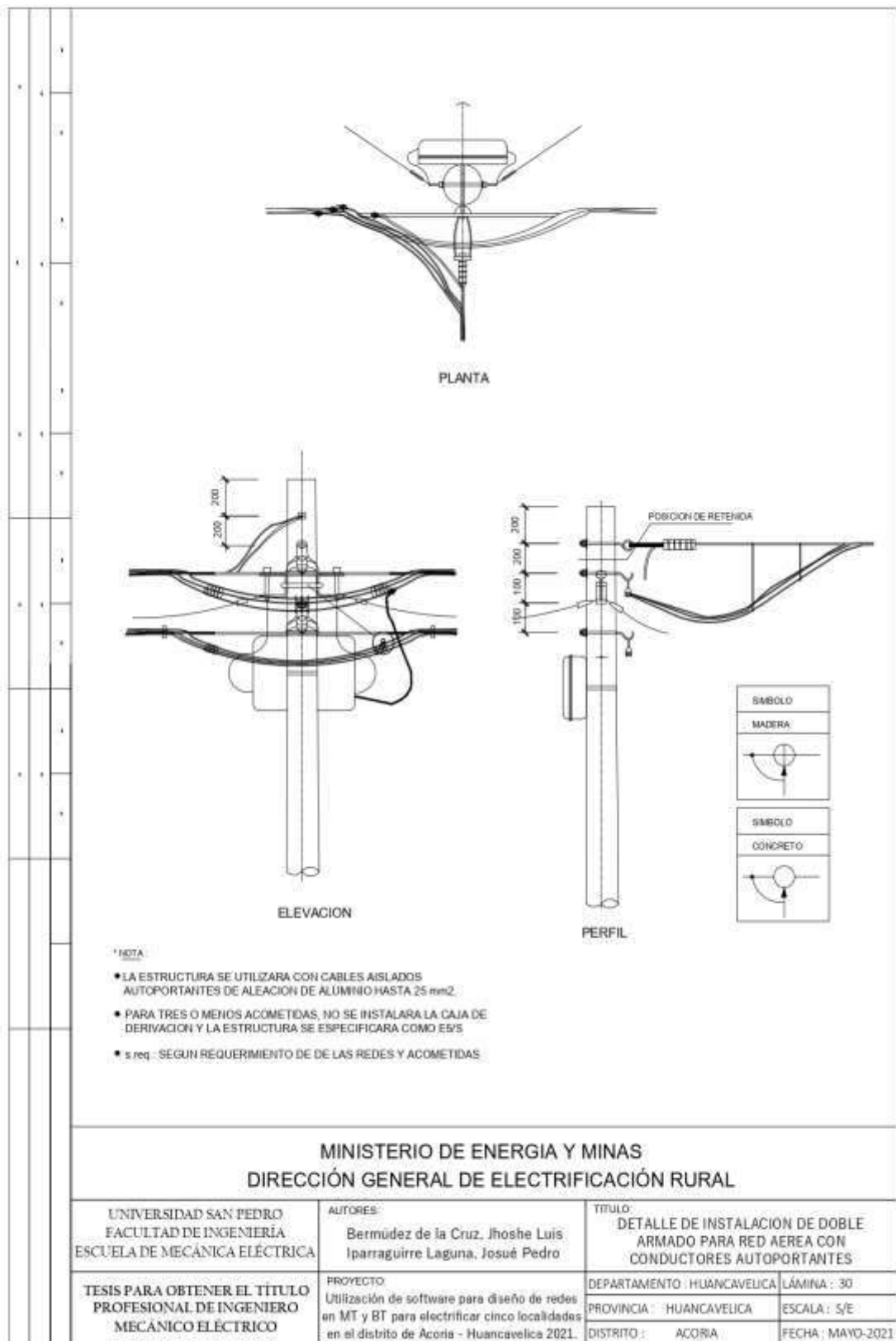


Figura 435. Lamina de detalle 28, detalle de cimentación en postes de madera directamente enterrados

Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad




**Figura 436.** Lamina de detalle 29, detalle de señalización en postes de madera  
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad



**Figura 437.** Lamina de detalle 30, detalle de instalacion de doble armado para red aérea con conductores autoportantes  
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad

# **ANEXO 12**


## **PADRON DE USUSARIOS**

<b>Utilización de software para diseño de redes en MT y BT para electrificar cinco localidades en el distrito de Acoria - Huancavelica 2021.</b>				
<b>PADRON DE USUARIOS</b>				
LOCALIDAD:	ACCOBADO		FECHA:	06/04/2021
ITEM	NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	Nº DE LOTE	FIRMA
1	FAUSTINO ACLARI HUAMAN	23220264	1	
2	RENILZA ACLARI FERNANDEZ	46532781	2	
3	EBER BENITO ACLARI	43464207	3	
4	JHERSON ACLARI FERNANDEZ	74924216	4	
<b>TOTAL DE LOTES: 4 LOTES</b>				


*Figura 438.* Padrón de usuarios de la localidad Acoobado  
Fuente: Elaboración propia

<b>Utilización de software para diseño de redes en MT y BT para electrificar cinco localidades en el distrito de Acoria - Huancavelica 2021.</b>				
<b>PADRON DE USUARIOS</b>				
LOCALIDAD:	BARRIO JORORNGO		FECHA:	06/04/2021
ITEM	NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	Nº DE LOTE	FIRMA
SE01				
1	NICOLAZA QUISPE DE PEREZ	19881235	1	
2	FLORINDA QUISPE OCANTO	24563208	2	
3	EVARISTO PEREZ QUISPE	19879676	3	
4	ROLANDO BENITO ACLARI	40965935	4	
5	DIONICIA ACLARI DE BENITO	23219018	5	
6	CATALINA PARIOMA DE SERRANO	23220747	6	
7	PABLO ALEJANDRO GONZALES ACLARE	23220282	7	
8	RONALD PARIONA FERNANDEZ	43253091	8	
9	ULISES PARIONA GALVEZ	48592848	9	
10	MAXIMILIANO HUAMAN PARIONA	23218058	10	
11	FRANCISCO JAVIER TICLLACURI DIAZ	19856725	11	
12	FELIPA LEON CORZO	20682515	12	
13	LUCIO ELEODORO SERRANO PARIOMA	23220810	13	
14	C.E. PRIMARIO		14	
SE02				
1	PRUDENCIA RODRIGO DE HURTADO	23218800	1	
2	MARCELINA DE LA CRUZ DE RODRIGO	23254887	2	
3	ZOCIMO QUISPE RODRIGO	10519997	3	
4	ANDREA QUISPE RODRIGO	23256836	4	
5	MARIANO QUISPE RODRIGO	23220415	5	
6	JULIAN DIAZ RODRIGO	19861254	6	
<b>TOTAL DE LOTES: 20 LOTES, INCLUIDO CARGAS ESPECIALES</b>				


*Figura 439.* Padrón de usuarios de la localidad Barrio Jorongo  
Fuente: Elaboración propia

<b>Utilización de software para diseño de redes en MT y BT para electrificar cinco localidades en el distrito de Acoria - Huancavelica 2021.</b>				
<b>PADRON DE USUARIOS</b>				
LOCALIDAD:	SUYTURRUMI BAJA		FECHA:	07/04/2021
ITEM	NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	Nº DE LOTE	FIRMA
1	FELIX FERNANDEZ SANCHEZ	23216916	1	
2	SERAFINA FERNANDEZ GOSPAR		2	
3	ANTONIA QUISPE CARBAJAL		3	
4	CLAUDIO FERNANDEZ PAITAN	23277343	4	
5	LUZMILA PAITAN DE FERNANDEZ	23217443	5	
<b>TOTAL DE LOTES: 5 LOTES</b>				

*Figura 440.* Padrón de usuarios de la localidad Suyturrumi Baja  
Fuente: Elaboración propia

<b>Utilización de software para diseño de redes en MT y BT para electrificar cinco localidades en el distrito de Acoria - Huancavelica 2021.</b>				
<b>PADRON DE USUARIOS</b>				
LOCALIDAD:	TANKARPATA		FECHA:	07/04/2021
ITEM	NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	Nº DE LOTE	FIRMA
1	FELICIA VILCAS HUAMAN	23257222	1	
2	ESEQUIEL DIAZ SANCHEZ	46161727	2	
3	FRANCISCA QUISPE PARIONA		3	
4	FREDY HUAMAN QUISPE	71519180	4	
5	RONALDIÑO QUISPE FERNANDEZ	71553621	5	
6	ALBINA QUISPE FERNANDEZ	46290875	6	
7	SAYDA MACHUCA QUISPE	74318413	7	
8	FLORINDA FERNANDEZ TAIPE	23255978	8	
9	JULIAN FERNANDEZ SULLCARAY	23221011	9	
10	AGRIPINO FERNANDEZ SULLCARAY	23220675	10	
<b>TOTAL DE LOTES: 10 LOTES</b>				

*Figura 441.* Padrón de usuarios de la localidad Tankarpata  
Fuente: Elaboración propia

Utilización de software para diseño de redes en MT y BT para electrificar cinco localidades en el distrito de Acoria - Huancavelica 2021.				
PADRON DE USUARIOS				
LOCALIDAD:	VILLA NUEVA		FECHA:	07/04/2021
ITEM	NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	Nº DE LOTE	FIRMA
1	EUSEBIO PAITAN ÑAHUINCOPA	23221599	1	
2	ELESIO DIAZ SANCHEZ	71557889	2	
3	GREGORIA DIAZ MARCAS	23277380	3	
4	HONORATA DIAZ ALANYA	23217485	4	
5	BERNARDO DIAZ ALANYA	23256429	5	
6	ESTEFANIA SANCHEZ GASPAR	23255916	6	
7	FELOMINO GASPAR QUISPE	23219158	7	
<b>TOTAL DE LOTES: 7 LOTES</b>				

*Figura 442.* Padrón de usuarios de la localidad Villanueva  
Fuente: Elaboración propia



**ANEXO 13**  
**REGISTRO FOTOGRÁFICO**

## Registro Fotográfico de Trazo de Ruta de Líneas Primarias

### 1. Línea primaria hacia la localidad Barrio Jorongo y accobado



*Figura 443.* Especialista trabajando en la localidad Barrio Jorongo  
*Fuente:* Elaboración propia



*Figura 444.* Punto de alimentación para las localidades Barrio Jorongo y Accobado (BJ-V0).  
*Fuente:* Elaboración propia

## Registro Fotografico de lotizacion

### 1. Localidad Accobado



*Figura 457.* Vivienda beneficiada de adobe, lote N°1 de la localidad Accobado.  
*Fuente:* Elaboracion propia



*Figura 458.* Vivienda beneficiada de adobe, lote N°2 de la localidad Accobado.  
*Fuente:* Elaboracion propia



**Figura 459.** Vivienda beneficiada de adobe, lote N°3 de la localidad Accobado  
*Fuente:* Elaboracion propia



**Figura 460.** Vivienda beneficiada de adobe, lote N°4 de la localidad Accobado.  
*Fuente:* Elaboracion propia



**Figura 481.** Vivienda beneficiada de adobe, lote N°10 de la localidad Tankarpata  
*Fuente:* Elaboracion propia

## Registro Fotografico de toma de resistividad del terreno en seccionamiento

### 1. Línea primaria Suyturrumi Baja Y Villa Nueva



**Figura 482.** Resultado de prueba de resistividad en la línea Suyturrumi Bajo y Villa Nueva a 2 metros de distancia.

*Fuente:* Elaboracion propia



**Figura 483.** Resultado de prueba de resistividad en la línea Suyturrumi Bajo y Villa Nueva a 4 metros de distancia.

*Fuente:* Elaboracion propia



**Figura 484.** Resultado de prueba de resistividad en la línea Suyturrumi Bajo y Villa Nueva a 6 metros de distancia.

*Fuente:* Elaboracion propia

**ANEXO 14**  
**MEDICIONES DE RESISTIVIDAD Y**  
**ESTRATIFICACION DE SUELO**

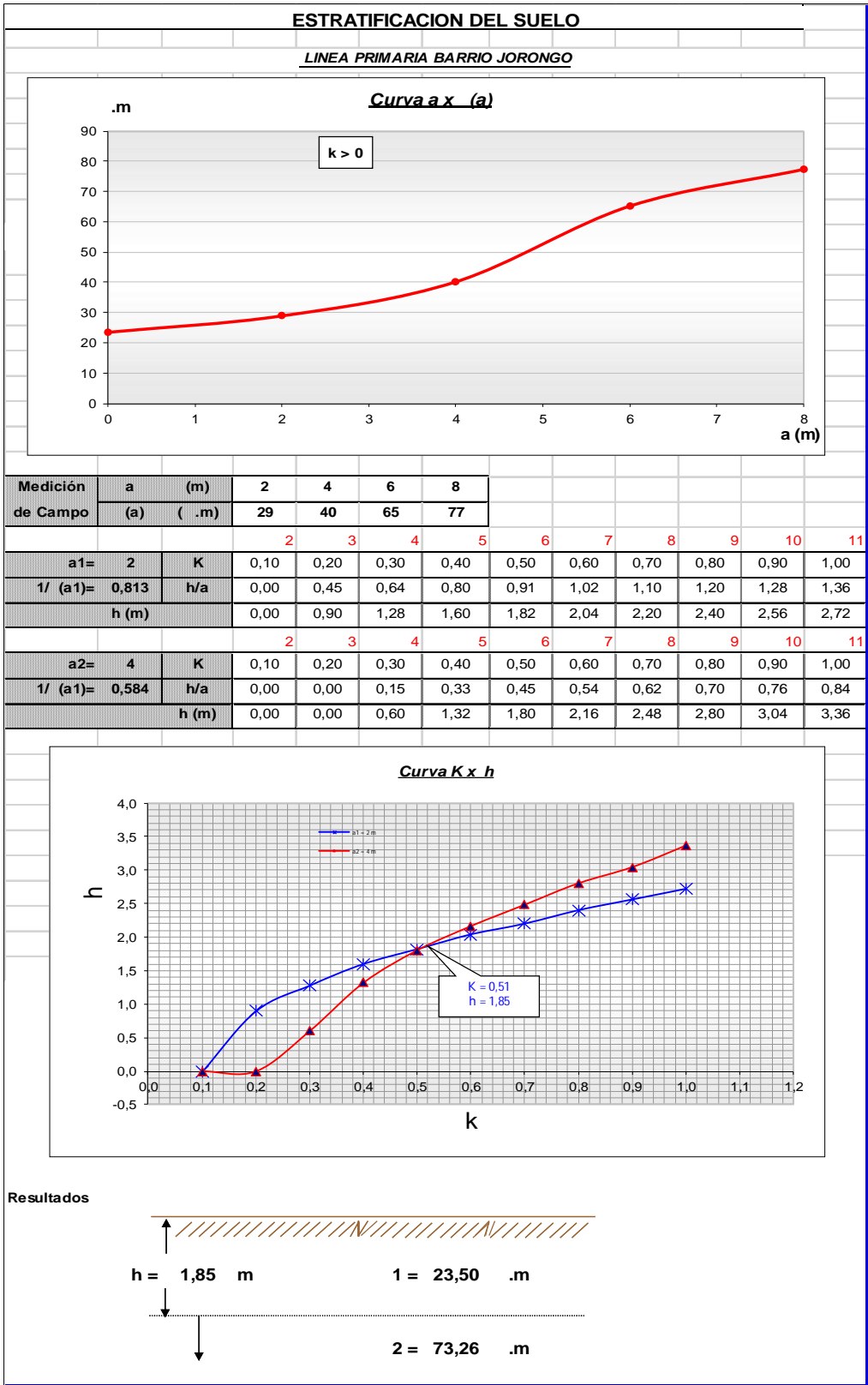
las mediciones de resistividad del terreno se muestran en las figuras siguientes:

<b>MEDICIONES DE RESISTIVIDAD EN LAS LINEAS PRIMARIAS</b>				
N°	Linea Primaria	Longitud L (m)	Lectura (R)	Medición de Campo
				$r = 2*(\pi)*R*L$ $\Omega.m$
1	Linea Primaria Barrio Jorongo	0	∞	∞
		2	2,3	28,9
		4	1,6	40,21
		6	1,73	65,22
		8	1,54	77,41
2	Linea Primaria Suyturumi Bajo y Villa Nueva	0	∞	∞
		2	9,55	120,01
		4	3,27	82,18
		6	1,66	62,58
		8	1,02	51,27
3	Linea Primaria Barrio Jorongo SE02	0	∞	∞
		2	31,85	400,24
		4	21,3	535,33
		6	13,93	525,15
		8	9,8	492,6

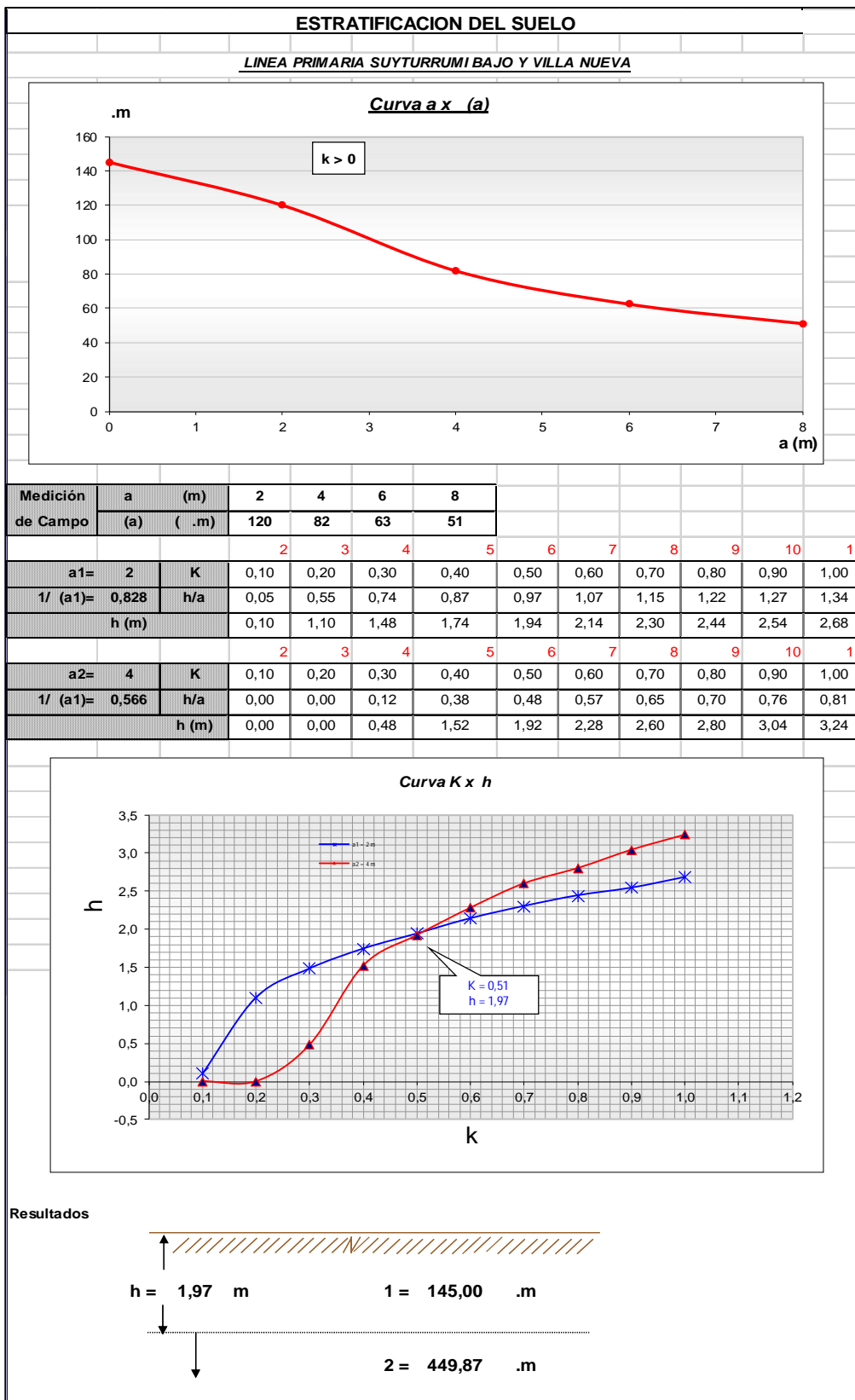
**Figura 502.** Mediciones de resistividad del terreno en seccionamiento de líneas primarias, hechas en campo

Fuente: Elaboración Propia





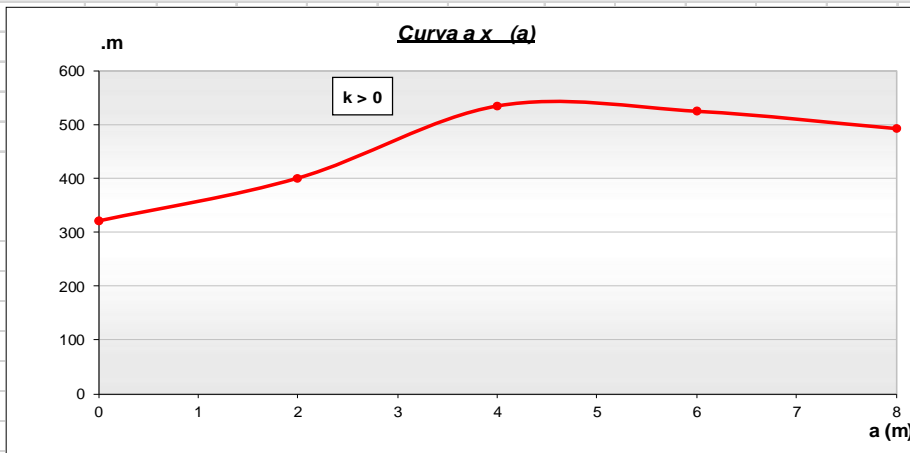
**Figura 503.** Estratificación del suelo, Línea primaria Barrio Jorongo SE01  
Fuente: Elaboración Propia



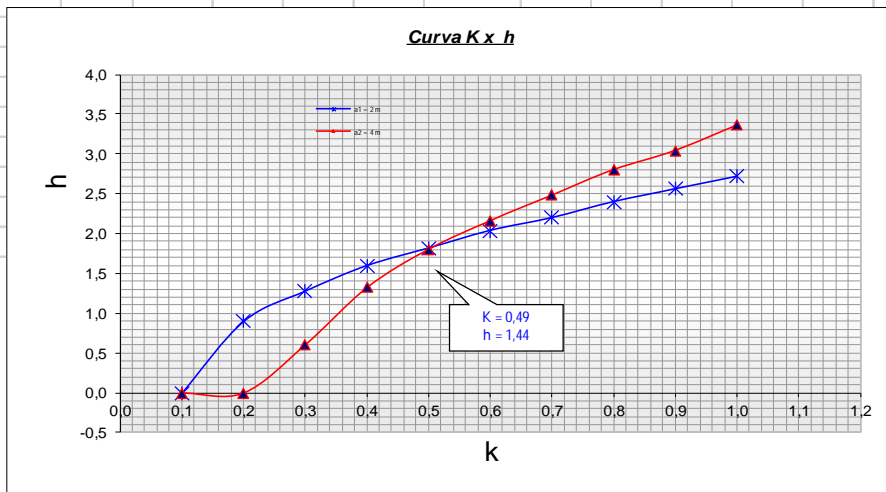
**Figura 504.** Estratificación del suelo, Línea primaria Suyturrumi Bajo y Villa Nueva.  
Fuente: Elaboración Propia

**ESTRATIFICACION DEL SUELO**

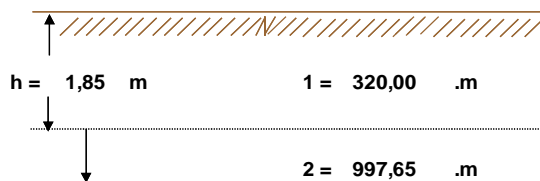
*LÍNEA PRIMARIA BARRIO JORONGO SE02*



Medición de Campo	a (m)	2	4	6	8										
	(a) (.m)	400	535	525	493	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
a1=	2	K	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00			
1/ (a1)=	0,800	h/a	0,00	0,45	0,64	0,80	0,91	1,02	1,10	1,20	1,28	1,36			
		h (m)	0,00	0,90	1,28	1,60	1,82	2,04	2,20	2,40	2,56	2,72			
a2=	4	K	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00			
1/ (a1)=	0,598	h/a	0,00	0,00	0,15	0,33	0,45	0,54	0,62	0,70	0,76	0,84			
		h (m)	0,00	0,00	0,60	1,32	1,80	2,16	2,48	2,80	3,04	3,36			



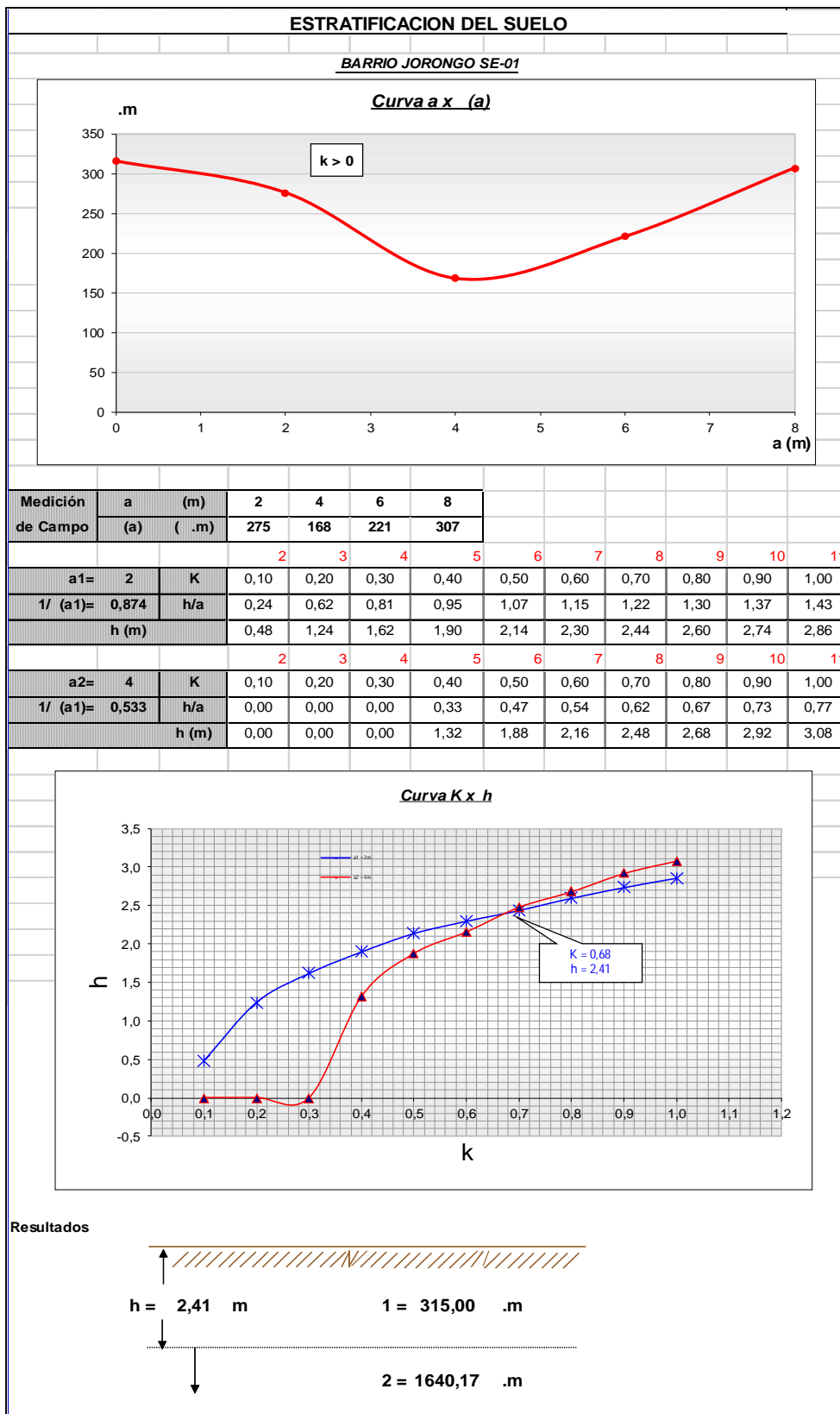
**Resultados**



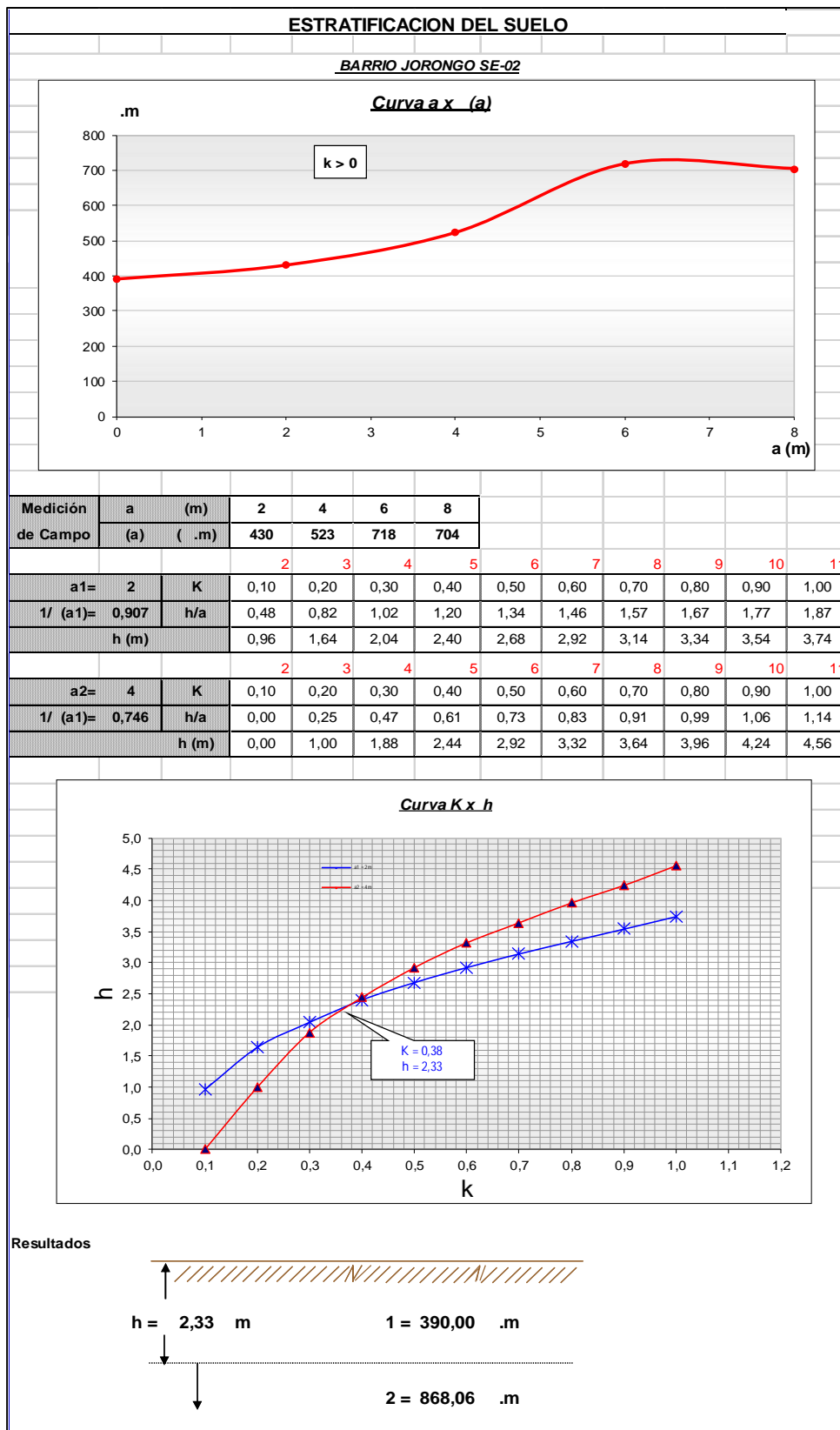
**Figura 505.** Estratificación del suelo, Línea primaria Barrio Jorongo SE02  
Fuente: Elaboración Propia

<b>MEDICIONES DE RESISTIVIDAD EN LAS LOCALIDADES</b>			
			<b>Medición de Campo</b>
<b>N°</b>	<b>Localidad</b>	<b>Longitud</b>	<b>Lectura</b>
		<b>L (m)</b>	<b>(R)</b>
			<b><math>r = 2*(\pi)*R*L</math></b>
			<b>.m</b>
1	BARRIO JORONGO Y ACCOBADO SE-01	0	
		2	21,9
		4	6,68
		6	5,85
		8	6,1
2	BARRIO JORONGO SE-02	0	
		2	34,2
		4	20,8
		6	19,04
		8	14,01
3	SUYTURUMI BAJA Y VILLA NUEVA	0	
		2	71
		4	52,1
		6	40
		8	26,4
4	TANKAR PATA	0	
		2	7,21
		4	5,99
		6	5,6
		8	5,71
			287,02

**Figura 506.** Mediciones de resistividad del terreno en las localidades, hechas en campo  
Fuente: Elaboración Propia

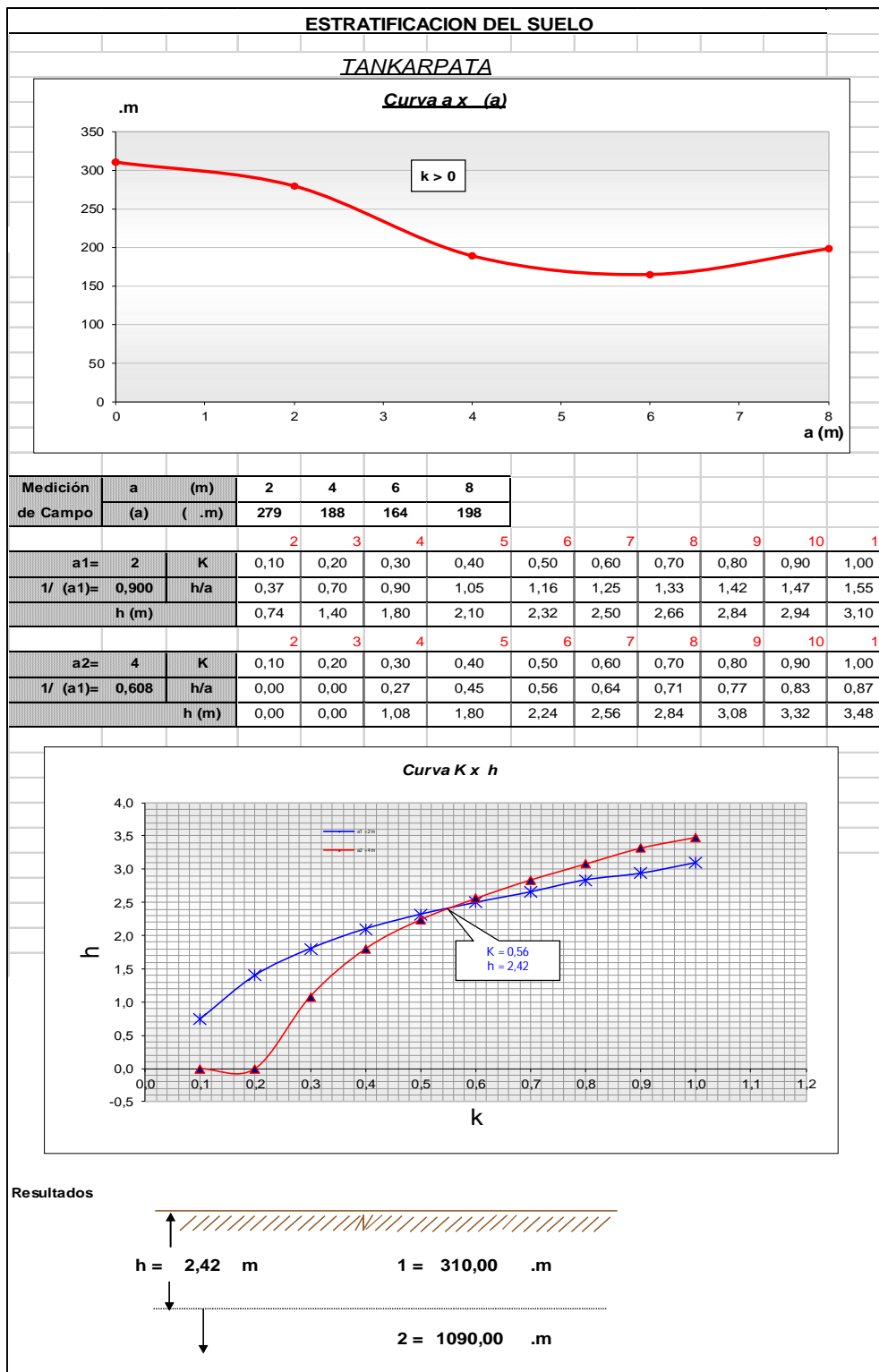


**Figura 507.** Estratificación del suelo, localidad Barrio Jorongo SE01  
Fuente: Elaboración Propia



**Figura 508.** Estratificación del suelo, localidad Barrio Jorongo SE02  
Fuente: Elaboración Propia

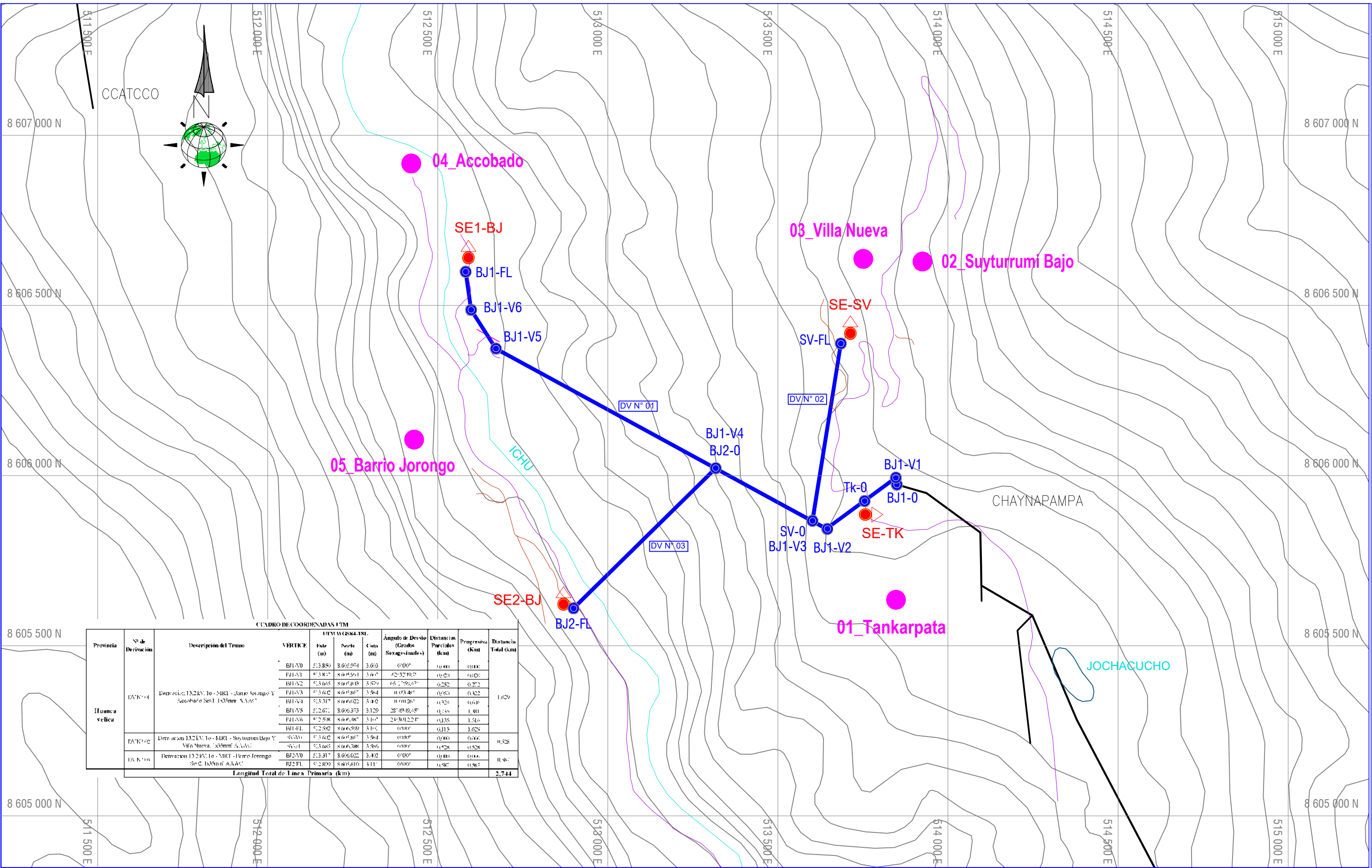




**Figura 510.** Estratificación del suelo, localidad Tankarpata  
Fuente: Elaboración Propia



**ANEXO 15**  
**Planos de Líneas Primarias, Redes**  
**Primarias, Redes Secundarias y**  
**Diagramas de Carga**

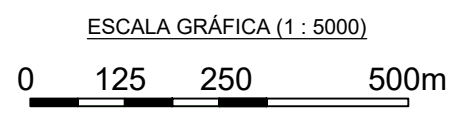


CUADRO DE COORDENADAS UTM

Provincia	Nº de Derivación	Descripción del Tramo	VERTICE	UTM WGS84-1981			Ángulo de Desvío (Grados Sexagesimales)	Distancias Parciales (km)	Progresiva (km)	Distancia Total (km)
				Este (m)	Norte (m)	Cota (m)				
Huancavelica	EAV N° 01	Derivación 13.2KV. Ie - MRT - Barrio Jorongo Y Accobado 3511m A.A.A.C.	BJ1-V0	513.850	8.605.974	3.000	0°00'	0.000	0.000	1.029
			BJ1-V1	513.817	8.605.961	3.000	62°32'19.7"	0.021	0.021	
			BJ1-V2	513.663	8.605.810	3.000	65°1'56.67"	0.252	0.273	
			BJ1-V3	513.602	8.605.867	3.000	0°03'48"	0.003	0.276	
			BJ1-V4	513.517	8.606.022	3.000	0°00'26"	0.026	0.302	
			BJ1-V5	512.671	8.606.373	3.129	28°39'49.58"	0.345	1.481	
	EAV N° 02	Derivación 13.2KV. Ie - MRT - Suyturrumi Bajo Y Villa Nueva 3550m A.A.A.C.	BJ1-V6	512.508	8.605.867	3.000	21°30'12.21"	0.335	1.816	0.528
			BJ1-V1	512.582	8.605.939	3.000	0°00'	0.000	1.628	
	EAV N° 03	Derivación 13.2KV. Ie - MRT - Barrio Jorongo Se 2. 3550m A.A.A.C.	BJ2-FL	513.317	8.606.022	3.000	0°00'	0.000	0.000	0.387
			BJ2-F1	512.800	8.605.610	3.111	0°00'	0.387	0.387	
<b>Longitud Total de Línea Primaria (km)</b>									<b>2.744</b>	

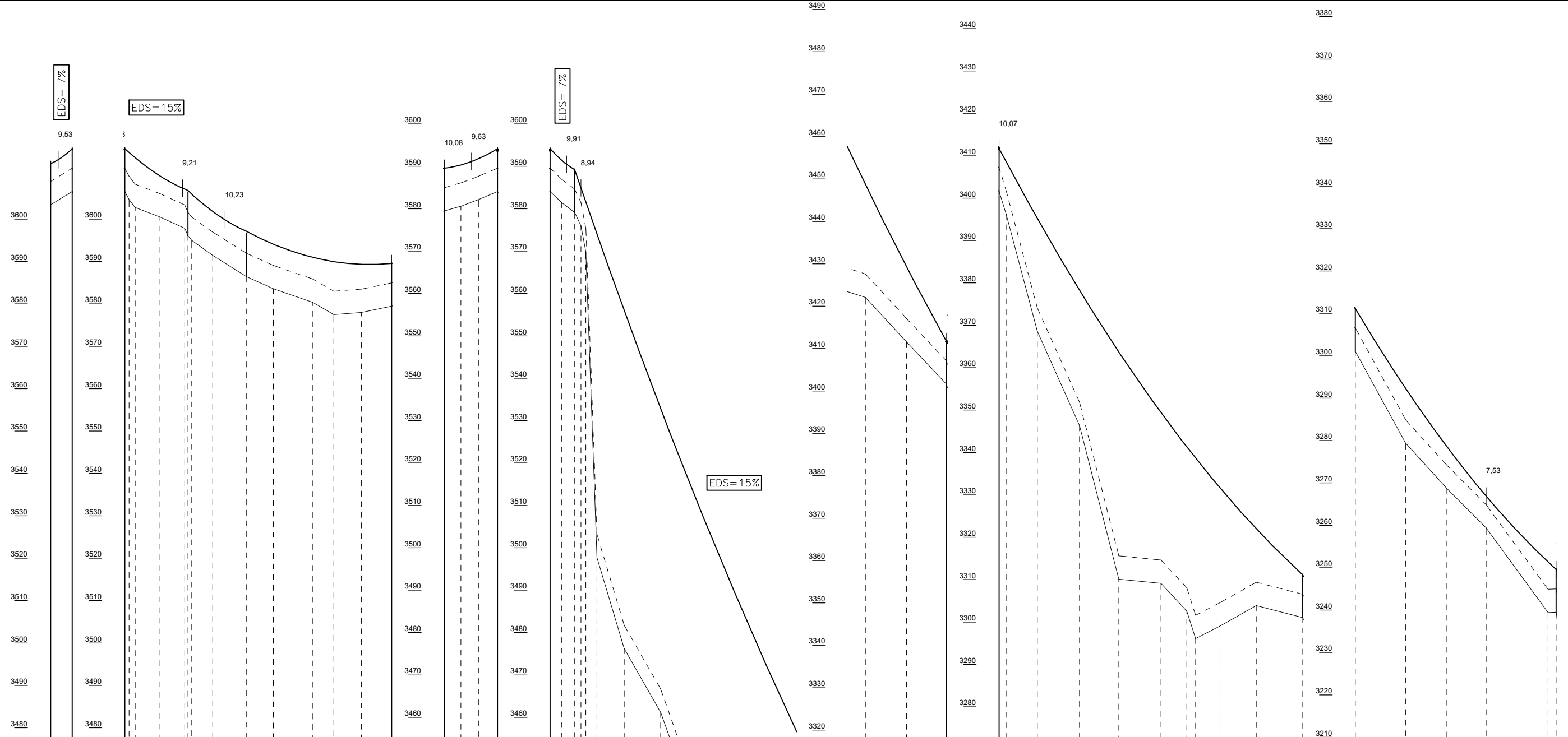
**LEYENDA**

- 139.138 Corredor LOCALIDADES DEL PROYECTO
- DV N° 01 DERIVACIONES DE LINEAS
- SE-CB SUBESTACION ELECTRO
- LINEA PRIMARIA EXISTENTE
- LP ESTUDIO DEFINITIVO
- Carretera Altimada
- Trocha Carrocable
- Caminos de Herradura
- Riacho
- Lago
- Límite Departamental
- Límite Provincial
- Límite Distrital

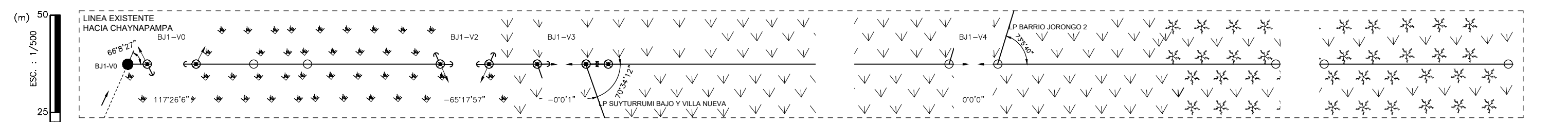


<p><b>UNIVERSIDAD SAN PEDRO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE MECÁNICA ELÉCTRICA</p> <p>TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICO</p>	BACHILLERES: Bermúdez de la Cruz, Jhoshe Luis Iparraguirre Laguna, Josué Pedro	TÍTULO: TRAZO DE RUTA DE LINEA PRIMARIA	
	PROYECTO: Utilización de software para diseño de redes en MT y BT para electrificar cinco localidades en el distrito de Acoria - Huancavelica 2021.	DEPARTAMENTO: HUANCAVELICA PROVINCIA : HUANCAVELICA DISTRITO : ACORIA	PLANO : 01/01 ESCALA : 1/5000 FECHA : MAYO-2021

NÚMERO DE ESTRUCTURA	0	1	1	2	3	4	4	5	5	6	7	7	8	8	9
ARMADO PRINCIPAL	DS-0	TSEC-0I	TSEC-0P	PS1-0	PS1-0	PA3-0	PA3-0	TS-0	TS-0	TS-0	PR3-0	PR3-0	PR3-0	PR3-0	PR3-0
ACUMULADA (m)	0,00	20,02	20,02	79,44	134,78	271,53	271,53	321,35	321,35	344,49	645,10	645,10	931,22	931,22	1120,47
VANO VIENTO (m)	10,01	39,72	01	39,72	57,38	93,28	93,28	36,48	36,48	161,88	293,37	293,37	237,68	237,68	177,35
VANO PESO (m)	-17,86	146,35	86	146,35	56,65	6,62	6,62	113,29	113,29	809,56	36,16	36,16	138,86	138,86	236,22
SOPORTE	-	12/C5	12/C5	12/C6	12/C6	12/C5	12/C5	12/C5	12/C5	12/C5	12/C6	12/C6	12/C6	12/C6	12/C6
RETENIDAS	-	1RI	1RI	-	-	2RI	2RI	1RI	1RI	1RI	-	-	-	-	-
PUESTA A TIERRA	-	PAT-1	PAT-1	PAT-1C	PAT-1C	PAT-1C	PAT-1C	PAT-1	PAT-1	PAT-1	PAT-1C	PAT-1C	PAT-1C	PAT-1C	PAT-1C
CIMENTACIÓN	-	CM12-I	CM12-I	CM12-I	CM12-I	CM12-I	CM12-I	CM12-I	CM12-I	CM12-I	CM12-I	CM12-I	CM12-I	CM12-I	CM12-I
AMORTIGUADORES	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1/1	1/1	-	-	-
VANO HORIZONTAL (m)	20,02	20,02	59,42	55,35	136,75	49,82	49,82	179,43	179,43	1226,18	286,12	286,12	189,25	189,25	189,25
PARÁMETRO CATENARIA (m)	158,47	158,47	477,05	450,44	870,32	417,42	417,42	179,43	179,43	1226,18	1246,99	1246,99	1033,14	1033,14	1033,14
CONDUCTOR	1x35 AAAC	1x35 AAAC	1x35 AAAC	1x35 AAAC	1x35 AAAC	1x35 AAAC	35 AAAC	1x35 AAAC	1x35 AAAC	1x35 AAAC	1x35 AAAC	1x35 AAAC	1x35 AAAC	1x35 AAAC	1x35 AAAC
CONDUCTOR-N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



ESTACIÓN	BJJ1-V0	BJJ1-V0	CULTVO	CULTVO	P-3DV	CULTVO	BJJ1-V1	BJJ1-V1	BJJ1-V2	BJJ1-V2	CAMINO	PASTIZ	PASTIZ	PASTIZ	PASTIZ	PASTIZ	PASTIZ	BJJ1-V3	BJJ1-V3	PASTIZ	PASTIZ	PASTIZ	PASTIZ	PASTIZ	QBRADA	PASTIZ	P-8	P-8	ARBUST	EUCALI	EUCALI	REF						
DISTANCIA PARCIAL (m)	33	33,15	49,64	31,98	62,47	74,28	271,53	271,53	49,82	33	33,67	36,15	34,40	48,60	34,47	39,29	547,92	547,92	59,63	37,56	35	56	35,92	39,81	37,10	39,63	32,73	57,15	43,78	3	47,37	38,35	37,51	58,44	37,4			
DISTANCIA ACUMULADA (m)	20,02	20,02	53,17	102,80	134,78	197,25	358,78	358,78	358,78	358,78	358,78	358,78	358,78	358,78	358,78	358,78	358,78	358,78	358,78	358,78	358,78	358,78	358,78	358,78	358,78	358,78	358,78	358,78	358,78	358,78	358,78	358,78	358,78	358,78	358,78	358,78	358,78	
COTA DE TERRENO (m)	3606,53	3606,53	3600,49	3591,45	3586,42	3580,35	3579,46	3579,46	3584,07	3584,07	3584,07	3584,07	3584,07	3584,07	3584,07	3584,07	3584,07	3584,07	3584,07	3584,07	3584,07	3584,07	3584,07	3584,07	3584,07	3584,07	3584,07	3584,07	3584,07	3584,07	3584,07	3584,07	3584,07	3584,07	3584,07	3584,07	3584,07	3584,07
TIPO DE TERRENO			CULTIVO	CULTIVO	CULTIVO	CULTIVO						PASTIZAL	PASTIZAL	PASTIZAL	PASTIZAL	PASTIZAL	PASTIZAL	PASTIZAL	PASTIZAL	PASTIZAL	PASTIZAL	PASTIZAL	PASTIZAL	PASTIZAL	ARBUSTO Y PASTIZAL	ARBUSTO Y PASTIZAL	ARBUSTO Y PASTIZAL	ARBUSTO Y PASTIZAL	ARBUSTO Y PASTIZAL	ARBUSTO Y PASTIZAL	ARBUSTO Y PASTIZAL	ARBUSTO Y PASTIZAL	ARBUSTO Y PASTIZAL	ARBUSTO Y PASTIZAL	ARBUSTO Y PASTIZAL	ARBUSTO Y PASTIZAL		
PROPIETARIO																																						




VÉRTICE	Coordenadas UTM	
	ESTE	NORTE
BJJ1-V0	513 850	8 605 974

ESC. : 1/500

ESC. : 1/2 000 (m)

**LEYENDA:**

- Poste Existente
- Poste de Madera Importada 12/C5, Línea Primaria
- Poste de Madera Importada 12/C6, Línea Primaria
- ← Retenida Inclinada
- ↑ Retenida Vertical
- Línea Existente
- Conductor de aleación de aluminio AAAC, Línea Primaria
- Conductor de aleación de aluminio AAAC, Red Primaria
- Detalle de Salida con Red Primaria



**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE MECÁNICA ELÉCTRICA

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICO

BACHILLERES: Bermúdez de la Cruz, Joshe Luis  
Iparaguirre Laguna, Josué Pedro

PROYECTO:  
Utilización de software para diseño de redes en MT y BT para electrificar cinco localidades en el distrito de Acoria - Huancavelica 2021.

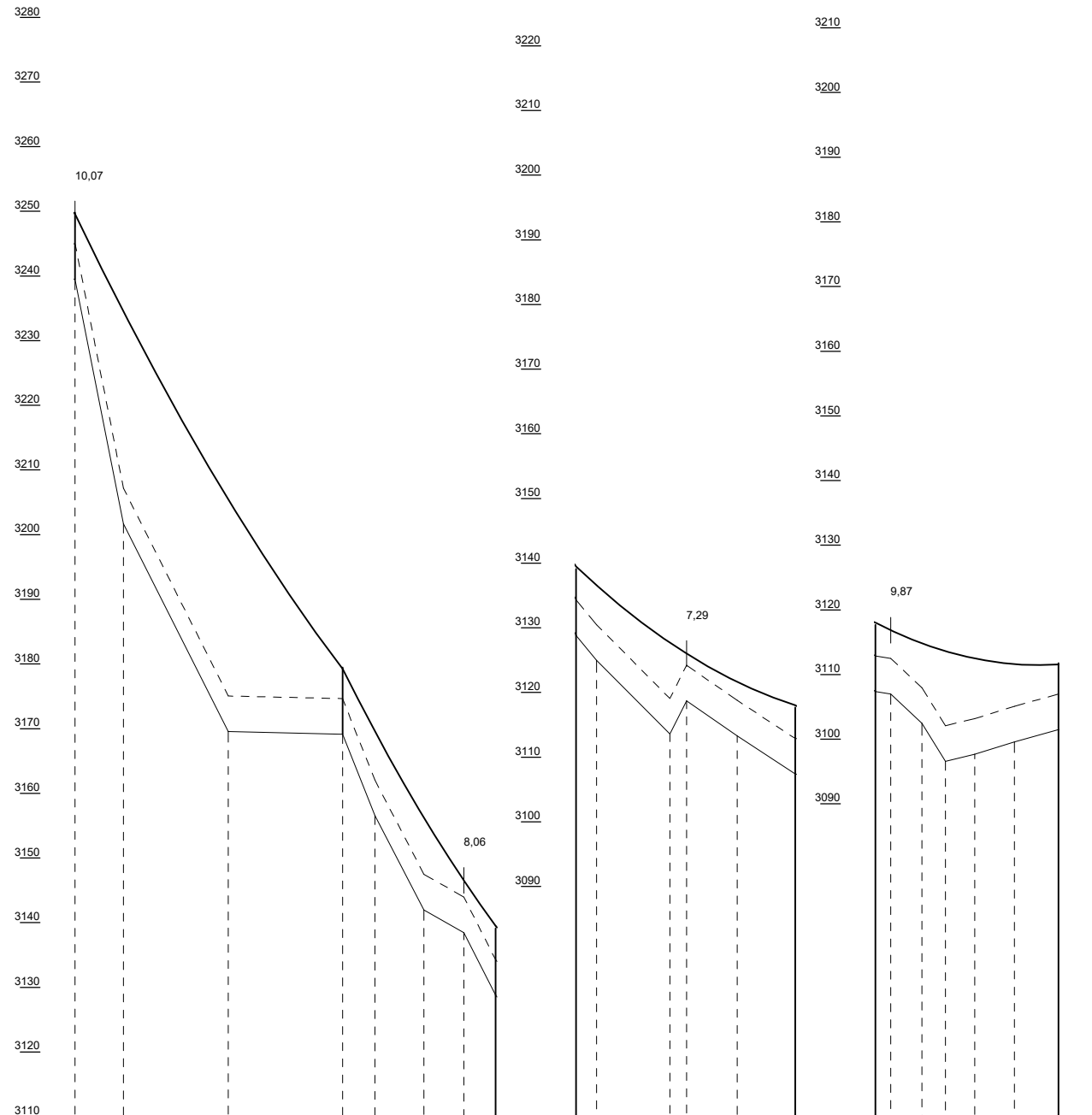
TÍTULO: 01\_L.P. 13,2 kV 1ø (MRT) Distribucion de Estructuras, Barrio Jorongo y Accobado Se01, 1x35mm² AAAC

DEPARTAMENTO: HUANCAVELICA    PLANO: 01/02

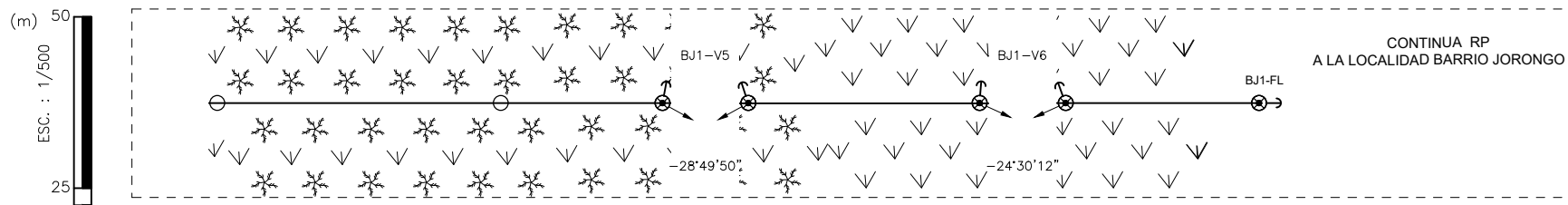
PROVINCIA: HUANCAVELICA    ESCALA: H=1/2000 V=1/500

DISTRITO: ACORIA    FECHA: MAYO-2021

NÚMERO DE ESTRUCTURA	9	10	11	11	12	12	13
ARMADO PRINCIPAL	PR3-0	PR3-0	PA1-0	PA1-0	PA1-0	PA1-0	TS-0
ACUMULADA (m)	1120.47	1285.92	1380.52	1380.52	1515.89	1515.89	1629.03
VANO VIENTO (m)	177.35	130.03	114.99	114.99	124.25	124.25	56.57
VANO PESO (m)	236.22	9.33	-15.53	-15.53	31.41	31.41	11.85
SOPORTE	12/C6	12/C6	12/C5	12/C5	12/C5	12/C5	12/C5
RETENIDAS			1RI	1RI	1RI	1RI	1RI
PUESTA A TIERRA	PAT-1C	PAT-1C	PAT-1	PAT-1	PAT-1C	PAT-1C	PAT-1C
CIMENTACIÓN	CM12-I	CM12-I	CM12-I	CM12-I	CM12-I	CM12-I	CM12-I
AMORTIGUADORES	-	-	-	-	-	-	-
VANO HORIZONTAL (m)		165.45	94.60		135.37		113.14
PARÁMETRO CATENARIA (m)		941.80	656.77		871.64		783.33
CONDUCTOR		1x35 AAAC	1x35 AAAC		1x35 AAAC		1x35 AAAC
CONDUCTOR-N							



ESTACIÓN	REF	ARBUST	ARBUST	P-10	PASTIZ	BJ1-V4	BJ1-V4	QBRADA	PASTIZ	BJ1-V5	BJ1-V5	CARRET	BJ1-FL
DISTANCIA PARCIAL (m)	37.44	64.91	70.68	50.36	44.24	4	57.93	41.62	35.82	4	82	43.32	69.82
DISTANCIA ACUMULADA (m)	112.89	1150.33	1215.24	1285.92	1336.28	1380.52	1380.52	1438.45	1480.07	1515.89	1515.89	1559.21	1629.03
COTA DE TERRENO (m)	239.40	3201.70	3169.55	3169.15	3141.97	3128.81	3128.81	3113.57	3113.29	3107.39	3107.39	3096.58	3101.48
TIPO DE TERRENO	ARBUSTO Y PASTIZAL				PASTIZAL				PASTIZAL				
PROPIETARIO													

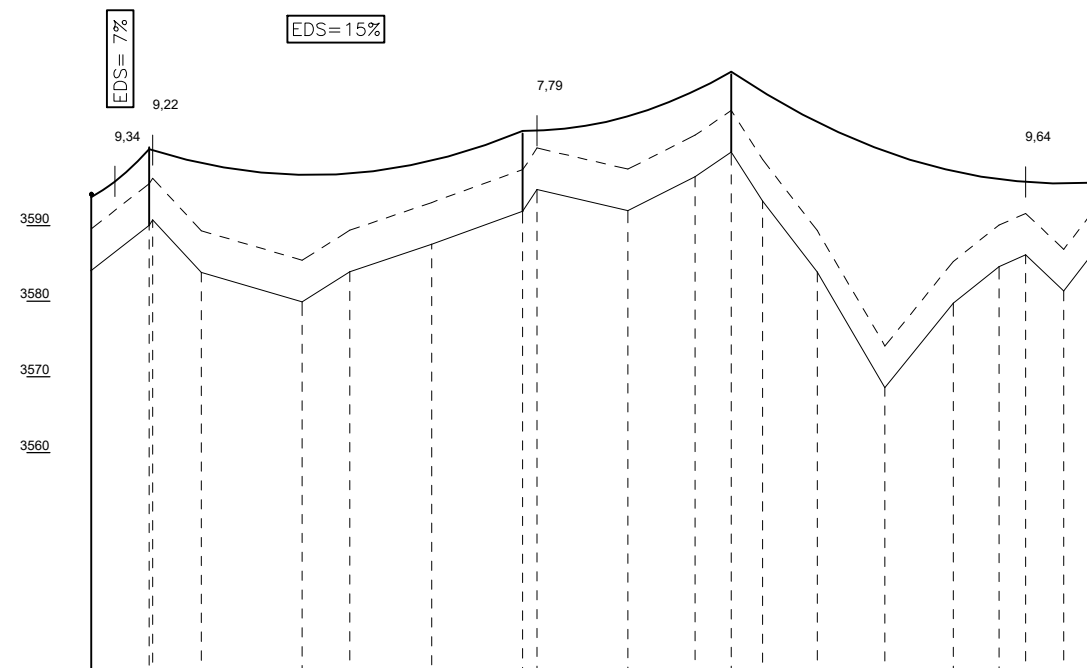


LEYENDA:

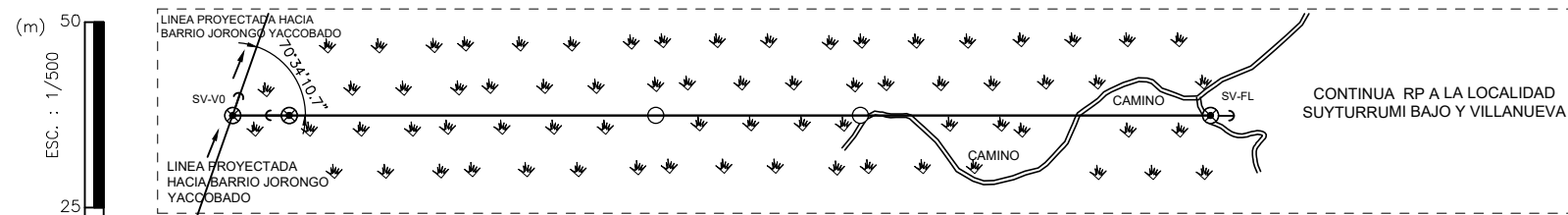
● Poste Existente	----- Línea Existente
⊗ Poste de Madera Importada 12/C5, Línea Primaria	— Conductor de aleación de aluminio AAAC, Línea Primaria
○ Poste de Madera Importada 12/C6, Línea Primaria	— Conductor de aleación de aluminio AAAC, Red Primaria
← Retenida Inclinada	— Retenida Vertical
	— Detalle de Salida con Red Primaria

	<b>UNIVERSIDAD SAN PEDRO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b> <b>ESCUELA DE MECÁNICA ELÉCTRICA</b>	BACHILLERES: Bermúdez de la Cruz, Jhoshe Luis Iparraguirre Laguna, Josué Pedro	TÍTULO: 01_L.P. 13,2 kV 1ø (MRT) Distribucion de Estructuras, Barrio Jorongo y Accobado Se01, 1x35mm² AAAC
	<b>TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICO</b>	PROYECTO: Utilización de software para diseño de redes en MT y BT para electrificar cinco localidades en el distrito de Acoria - Huancavelica 2021.	DEPARTAMENTO: HUANCAVELICA PLANO: 02/02 PROVINCIA: HUANCAVELICA ESCALA: H=1/2000 V=1/500 DISTRITO: ACORIA FECHA: MAYO-2021

NÚMERO DE ESTRUCTURA	0	1	2	3	4
ARMADO PRINCIPAL	DS-0	TSEC-0P	PS1-0	PS1-0	TS-0
ACUMULADA (m)	0,00	30,55	228,27	338,64	527,63
VANO VIENTO (m)	15,28	114,13	154,04	149,68	94,50
VANO PESO (m)	-32,09	148,50	113,41	284,51	13,30
SOPORTE	-	12/C5	12/C6	12/C6	12/C5
RETENIDAS	-	1RI	-	-	1RI
PUESTA A TIERRA	-	PAT-3	PAT-1C	PAT-1C	PAT-1C
CIMENTACIÓN	-	CM12-I	CM12-I	CM12-I	CM12-I
AMORTIGUADORES	-	-	-	-	-
VANO HORIZONTAL (m)	30,55	-	197,71	110,37	188,99
PARÁMETRO CATENARIA (m)	229,12	-	1072,90	757,51	1046,56
CONDUCTOR	1x35 AAAC	1x35 AAAC	1x35 AAAC	1x35 AAAC	1x35 AAAC
CONDUCTOR-N	-	-	-	-	-

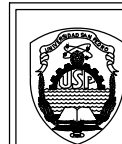


ESTACIÓN	SV-V0	P-1	CULTIVO	CULTIVO	P-2	CULTIVO	CULTIVO	CAMINO	T-CULT	CAMINO	T-CULT	SV-FL							
DISTANCIA PARCIAL (m)	0,00	30,55	81,00	111,56	68,55	48,16	228,27	55,61	35,67	35,61	64,80	36,23	38,20	33,24	419,95	456,18	494,38	527,63	
DISTANCIA ACUMULADA (m)	0,00	30,55	111,56	180,11	228,27	283,88	319,54	355,15	3591,97	3596,46	3593,26	3568,58	3579,77	3586,12	3585,58				
COTA DE TERRENO (m)	3584,07	3590,05	3579,92	3587,56	3591,89	3591,97	3596,46	3593,26	3568,58	3579,77	3586,12	3585,58							
TIPO DE TERRENO			CULTIVO	CULTIVO	CULTIVO	CULTIVO	CULTIVO	CULTIVO	CULTIVO	CULTIVO	CULTIVO	CULTIVO	CULTIVO	CULTIVO	CULTIVO	CULTIVO	CULTIVO	CULTIVO	CULTIVO
PROPIETARIO																			



VÉRTICE	Coordenadas UTM	
	ESTE	NORTE
SV-V0	513 602	8 605 867

LEYENDA:	
●	Poste Existente
⊗	Poste de Madera Importada 12/C5, Línea Primaria
○	Poste de Madera Importada 12/C6, Línea Primaria
←	Retenida Inclina
⊥	Retenida Vertical
---	Línea Existente
—	Conductor de aleación de aluminio AAAC, Línea Primaria
—	Conductor de aleación de aluminio AAAC, Red Primaria
—	Detalle de Salida con Red Primaria



**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE MECÁNICA ELÉCTRICA**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICO**

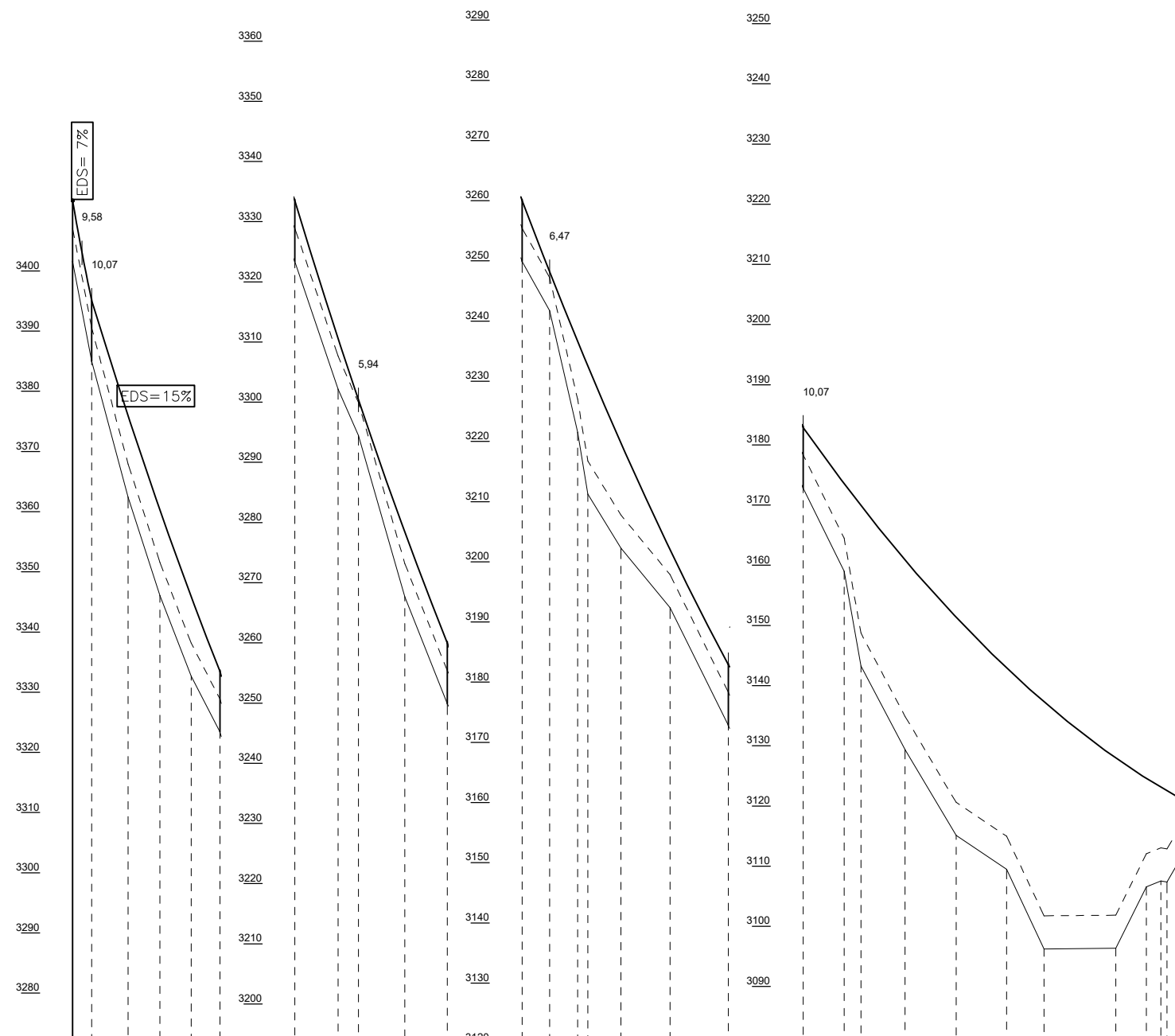
BACHILLERES: Bermúdez de la Cruz, Joshe Luis  
 Iparraguirre Laguna, Josué Pedro

TÍTULO: 02\_L.P. 13,2 kV 1φ (MRT) Distribución de Estructuras, Suyturrumi bajo y Villanueva, 1x35mm<sup>2</sup> AAAC

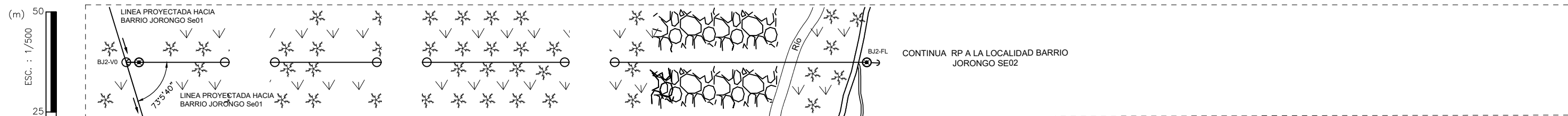
PROYECTO: Utilización de software para diseño de redes en MT y BT para electrificar cinco localidades en el distrito de Acoria - Huancavelica 2021.

DEPARTAMENTO: HUANCVELICA PLANO : 0101  
 PROVINCIA : HUANCVELICA ESCALA : H=1/2000 V=1/500  
 DISTRITO : ACORIA FECHA : MAYO-2021

NÚMERO DE ESTRUCTURA	0	1	2	2	3	3	4	4	5
ARMADO PRINCIPAL	DS-0	TSEC-0P	PR3-0	PR3-0	PR3-0	PR3-0	PR3-0	PR3-0	TS-0
ACUMULADA (m)	0,00	12,67	97,87	97,87	199,05	199,05	336,05	336,05	586,74
VANO VIENTO (m)	6,34	48,94	93,19	93,19	119,09	119,09	193,85	193,85	125,35
VANO PESO (m)	78,97	347,92	144,27	144,27	131,68	131,68	48,95	48,95	-165,05
SOPORTE	-	12/C5	12/C6	12/C6	12/C6	12/C6	12/C6	12/C6	12/C5
RETENIDAS	-	1RI	-	-	-	-	-	-	1RI
PUESTA A TIERRA	-	PAT-3	PAT-1C	PAT-1C	PAT-1C	PAT-1C	PAT-1C	PAT-1C	PAT-1C
CIMENTACIÓN	-	CM12-I	CM12-I	CM12-I	CM12-I	CM12-I	CM12-I	CM12-I	CM12-I
AMORTIGUADORES	-	-	-	-	-	-	-	-	-
VANO HORIZONTAL (m)	12,67	85,20	-	-	101,18	-	137,00	-	250,69
PARÁMETRO CATENARIA (m)	67,18	553,69	-	-	627,74	-	812,01	-	1194,73
CONDUCTOR	1x35 AAAC	1x35 AAAC	-	-	1x35 AAAC	-	1x35 AAAC	-	1x35 AAAC
CONDUCTOR-N	-	-	-	-	-	-	-	-	-



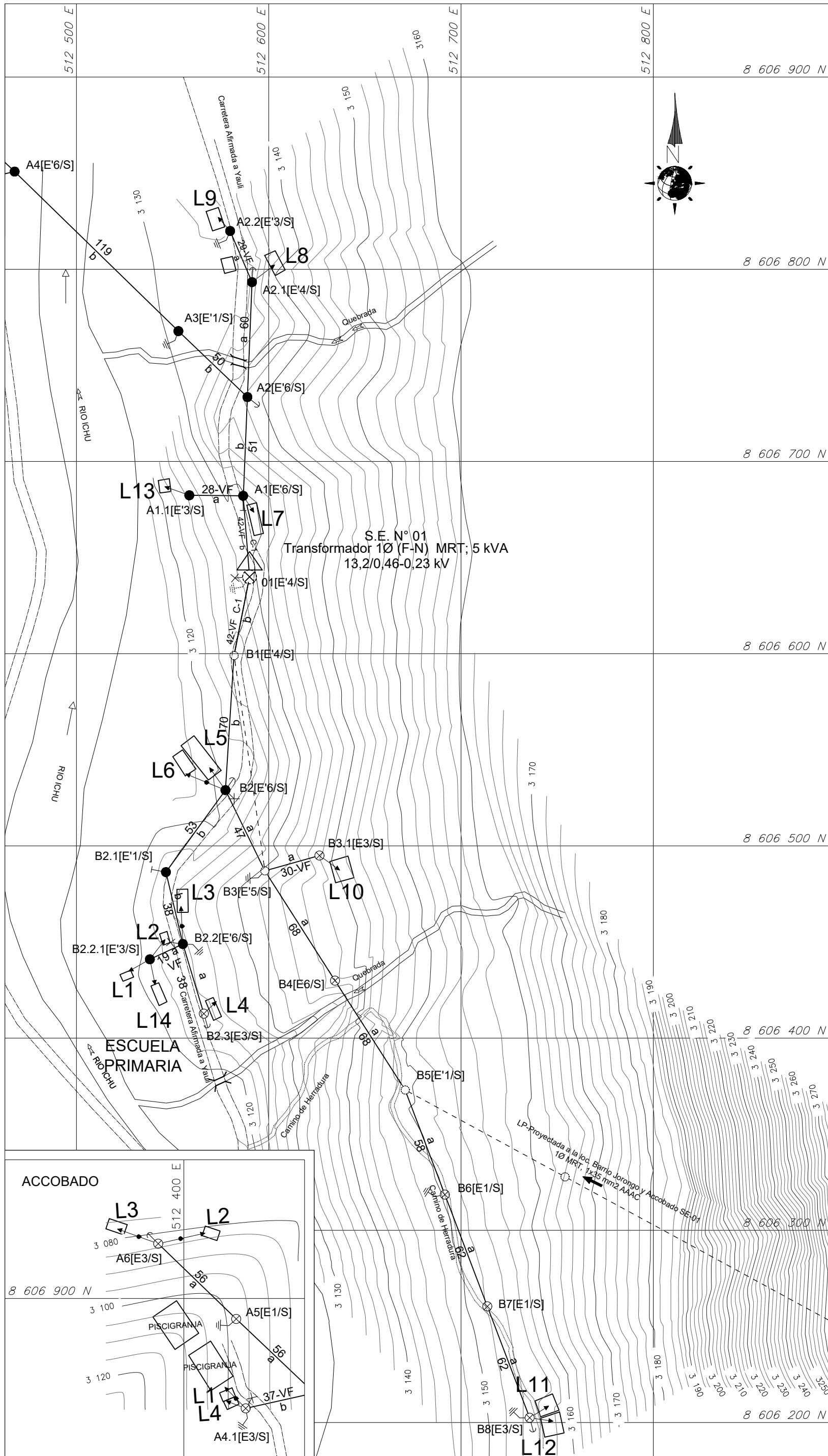
ESTACIÓN	BJ2-V0	ARBUST	ARBUST	JST	ARBUST	ARBUST	ARE	ARBUST	ARBUST	ARBUST	P-4	P-4	ROCA	ROCA	P-5	RIO	BJ2-FL
DISTANCIA PARCIAL (m)	36,86	41,92	47,71	47,71	44,42	46,36	46,36	47,40	32,73	38,67	34	37	38,29	63,35	33,56	72,72	42,77
DISTANCIA ACUMULADA (m)	0,00	36,86	78,77	7	126,48	170,90	21	217,26	264,66	297,38	336,05	374,34	374,34	437,69	471,25	543,97	586,74
COTA DE TERRENO (m)	3401,58	3362,40	3332,68	,68	3302,16	3267,66	324	3241,72	3202,26	3192,36	3172,82	3172,82	3143,25	3115,11	3109,49	3096,35	3111,17
TIPO DE TERRENO	ARBUSTO Y PASTIZAL				ARBUSTO Y PASTIZAL				ROCO SO				ARBUSTO Y PASTIZAL				
PROPIETARIO																	



VÉRTICE	Coordenadas UTM	
	ESTE	NORTE
BJ2-V0	513 317	8 606 022

LEYENDA:	
●	Poste Existente
⊙	Poste de Madera Importada 12/C5, Línea Primaria
○	Poste de Madera Importada 12/C6, Línea Primaria
←	Retenida Inclinada
⊥	Retenida Vertical
---	Línea Existente
—	Conductor de aleación de aluminio AAAC, Línea Primaria
—	Conductor de aleación de aluminio AAAC, Red Primaria
—	Detalle de Salida con Red Primaria

	<b>UNIVERSIDAD SAN PEDRO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b> <b>ESCUELA DE MECÁNICA ELÉCTRICA</b>		BACHILLERES: Bermúdez de la Cruz, Jhoshe Luis Iparraguirre Laguna, Josué Pedro		TÍTULO: 03_L.P. 13,2 kV 1ø (MRT) Distribución de Estructuras, Barrio Jorongo Se02, 1x35mm² AAAC		
	<b>TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICO</b>		PROYECTO: Utilización de software para diseño de redes en MT y BT para electrificar cinco localidades en el distrito de Acoria - Huancavelica 2021.		DEPARTAMENTO: HUANCVELICA PROVINCIA: HUANCVELICA DISTRITO: ACORIA		
		PLANO: 01/01		ESCALA: H=1/2000 V=1/500		FECHA: MAYO-2021	



PLANO DE UBICACIÓN  
ESC. 1:100 000

**LEYENDA**

Simbolo	Cant.	Descripción
⊗	9	Poste de Madera 8m Clase 7
⊙	4	Poste de Madera 12 m de Media Tensión Projectada
⊕	11	Poste de Madera 11m Clase 6
⊖	-	Poste de Línea Primaria Existente
⊗	1	Subestación aérea monoposte de Madera 12m Clase 5
→	13	Acom. domic. corta sin cruce de calle; enpotrada en fachada
→	-	Acom. domic. larga sin cruce de calle; enpotrada en fachada
→	-	Acom. domic. larga con cruce de calle; enpotrada en fachada
→	-	Acom. domic. corta sin cruce de calle; en murete
→	-	Acom. domic. larga sin cruce de calle; en murete
→	-	Acom. domic. larga con cruce de calle; en murete
(M)	-	Murete
↘	6	Retenida inclinada en poste de red secundaria
↘	2	Retenida vertical en poste de red secundaria
↘	-	Retenida inclinada de Línea o red primaria
↘	-	Retenida vertical de Línea o red primaria
⊥	8	Puesta a tierra tipo PAT-1
⊥	1	Puesta a tierra de Sub Estación
⊥	4	Pastoral A'G' de 0.5m de avance; lámpara de vapor de sodio de 50 W
—	-	Cable autoportante de sección indicada en el cuadro de calibres
---	-	Conductor de aleación de aluminio AAAC, Media Tensión
□	18	Lote
□	-	Lote Abandonado (L-1-A)
□	-	Cerco/Corral
E1 - E'1 - E1/S	3 E'1/S	3 Estructura de alineamiento y ángulo
E2 - E'2 - E2/S	- E'2/S	- Estructura de cambio de sección
E3 - E'3 - E3/S	5 E'3/S	5 Estructura de extremo de línea
E4 - E'4 - E4/S	- E'4/S	- Estructura extremo de línea con derivación
E5 - E'5 - E5/S	- E'5/S	- Estructura de alineamiento con derivación
E6 - E'6 - E6/S	1 E'6/S	1 Estructura de anclaje y/o derivación
E1B - E'1B - E1B/S	- E'1B/S	- Estructura de alineamiento y ángulo, con bastidor
E2B - E'2B - E2B/S	- E'2B/S	- Estructura de cambio de sección, con bastidor
E3B - E'3B - E3B/S	- E'3B/S	- Estructura de extremo de línea, con bastidor
E4B - E'4B - E4B/S	- E'4B/S	- Estructura extremo de línea con derivación, con bastidor
E5B - E'5B - E5B/S	- E'5B/S	- Estructura de alineamiento con derivación, con bastidor

S.E. N° 01  
Transformador 1Ø (F-N) MRT; 5 kVA  
13,2/0,46-0,23 kV

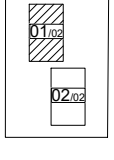


Resumen de cargas - SE N° 01

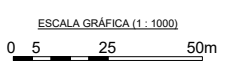
Circuito	Cont. de Viviv.	C. Esp.	Demandas SP	Demandas AP	Total - kW
C-1	17	1	4,40	0,30	4,70
Total	17	1	4,40	0,30	4,70

Cargas a alimentar

Sectores	Calif-kW	Cont.	F.S.	Tot-kW
Doméstico	0,40	17	0,5	3,40
A.Público	0,060	5	1,0	0,300
Cargas Especiales:				
C.E. Primario	1,00	1	1,0	1,00
Sub-Total				4,70
Pérdidas de Potencia				0,07
Potencia Total				4,77



- Notas:
- 1.- /S : Ausencia de caja de derivación
  - 2.- E' : Armados en postes de MT
  - 3.- Calificación eléctrica: 0,40 kW/lote
  - 4.- Carga de diseño del transform.-p.u.: 1,30
  - 5.- Caída de tensión máxima: 7,00%
  - 6.- Tiro en vano normal: 18%TR
  - 7.- Tiro en vano flojo: 7%TR



Legenda de Postes	Legenda de Tramo	Legenda de Conductores
⊙ n[Arm]	⊙ D	a 1x16/25
n: Numeración de Poste	⊙ Tipo de Conductor	b 1x16+1x16/25
Arm: Armado de RS	D Distancia (m)	

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE MECÁNICA ELÉCTRICA

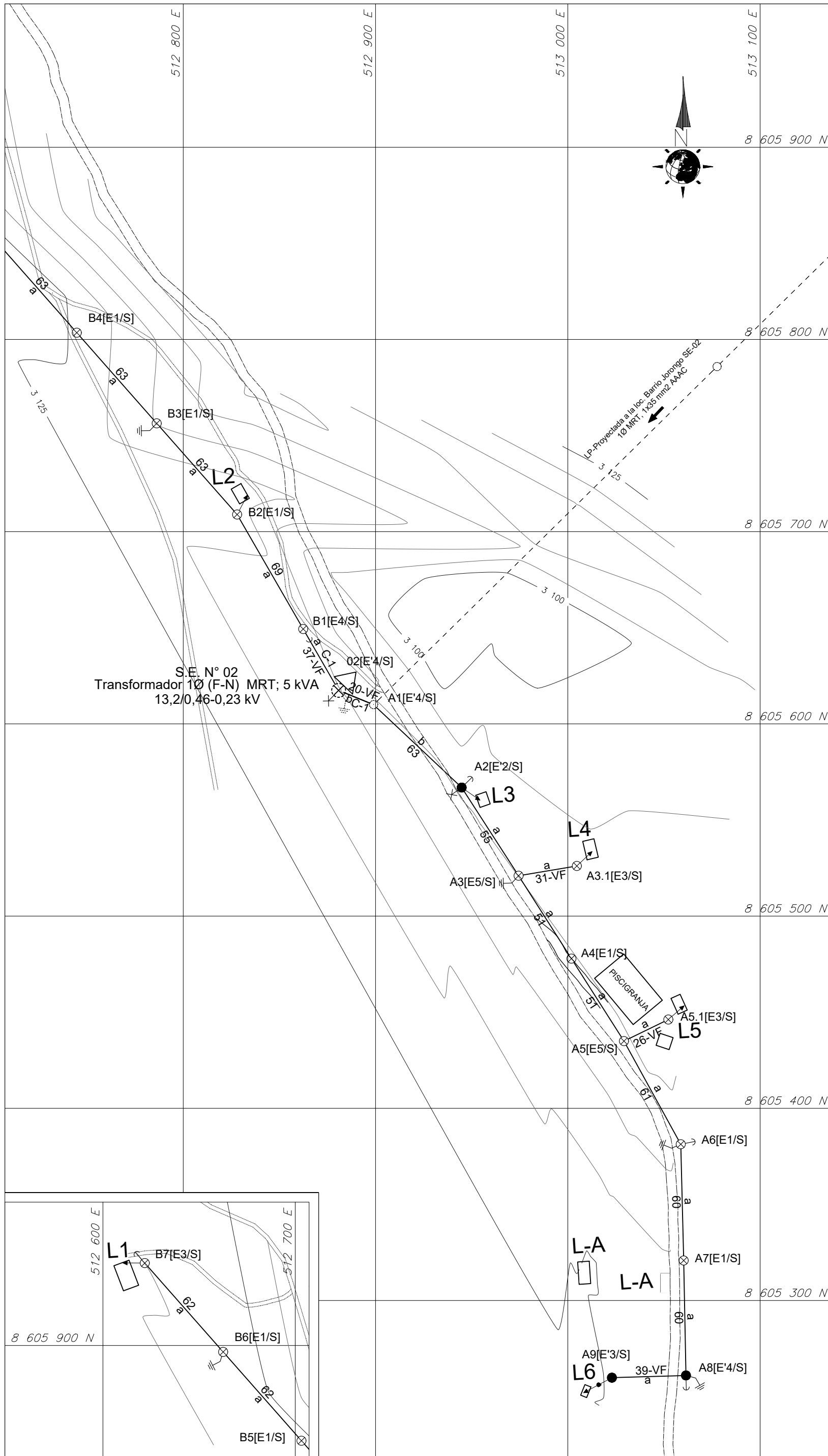
TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL  
DE INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICO

BACHILLERES: Bermúdez de la Cruz, Joshe Luis  
Iparraguirre Laguna, Josué Pedro

PROYECTO:  
Utilización de software para diseño de redes en MT y BT  
para electrificar cinco localidades en el distrito de Acoria -  
Huancavelica 2021.

TÍTULO:  
RS\_01-02. ACCOBADO Y BARRIO JORONGO

DEPARTAMENTO: HUANCAMELICA	PLANO: 01/02
PROVINCIA: HUANCAMELICA	ESCALA: 1/1000
DISTRITO: ACORIA	FECHA: MAYO-2021

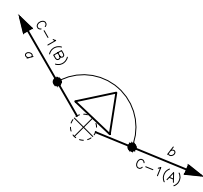


PLANO DE UBICACIÓN  
ESC. 1:100 000

LEYENDA

Símbolo	Cant.	Descripción			
⊗	14	Poste de Madera 8m Clase 7			
⊙	2	Poste de Madera 12 m de Media Tensión Proyectada			
⊗	3	Poste de Madera 11m Clase 6			
⊙	-	Poste de Línea Primaria Existente			
⊕	1	Subestación aérea monoposte de Madera 12m Clase 5			
—	5	Acóm. domic. corta sin cruce de calle; empotrada en fachada			
—	1	Acóm. domic. larga sin cruce de calle; empotrada en fachada			
—	-	Acóm. domic. larga con cruce de calle; empotrada en fachada			
—	-	Acóm. domic. corta sin cruce de calle; en murete			
—	-	Acóm. domic. larga sin cruce de calle; en murete			
—	-	Acóm. domic. larga con cruce de calle; en murete			
Ⓜ	-	Murete			
—	5	Retenida inclinada en poste de red secundaria			
—	-	Retenida vertical en poste de red secundaria			
—	-	Retenida inclinada de Línea o red primaria			
—	-	Retenida vertical de Línea o red primaria			
Ⓜ	5	Puesta a tierra tipo PAT-1			
Ⓜ	1	Puesta a tierra de Sub Estación			
Ⓜ	2	Pastoral A'G' de 0,5m de avance; lámpara de vapor de sodio de 50 W			
—	-	Cable autoportante de sección indicada en el cuadro de calibres			
—	-	Conductor de aleación de aluminio AAAC, Media Tensión			
□	6	Lote			
□	2	Lote Abandonado (L1-A)			
—	-	Cerco/Corral			
E1 - E1'	E1/S	8 E1/S	E1/S	1	Estructura de alineamiento y ángulo
E2 - E2'	E2/S	E2/S	E2/S	1	Estructura de cambio de sección
E3 - E3'	E3/S	E3/S	E3/S	1	Estructura de extremo de línea
E4 - E4'	E4/S	E4/S	E4/S	3	Estructura extremo de línea con derivación
E5 - E5'	E5/S	E5/S	E5/S	2	Estructura de alineamiento con derivación
E6 - E6'	E6/S	E6/S	E6/S	1	Estructura de anclaje y/o derivación
E1B - E1B'	E1B/S	E1B/S	E1B/S	-	Estructura de alineamiento y ángulo, con bastidor
E2B - E2B'	E2B/S	E2B/S	E2B/S	-	Estructura de cambio de sección, con bastidor
E3B - E3B'	E3B/S	E3B/S	E3B/S	-	Estructura de extremo de línea, con bastidor
E4B - E4B'	E4B/S	E4B/S	E4B/S	-	Estructura extremo de línea con derivación, con bastidor
E5B - E5B'	E5B/S	E5B/S	E5B/S	-	Estructura de alineamiento con derivación, con bastidor

S.E. N° 02  
Transformador 10 (F-N) MRT; 5 kVA  
13,2/0,46-0,23 kV

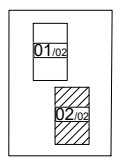


Resumen de cargas - SE N° 02

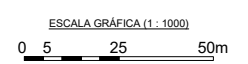
Circuito	Cant. de Lotes		Demandas - kW		
	Viviv.	C. Esp.	SP	AP	Total
C-1	6	0	1,20	0,12	1,32
Total	6	0	1,20	0,12	1,32

Cargas a alimentar

Sectores	Calif-kW	Cant.	F.S.	Tot-kW
Doméstico	0,40	6	0,5	1,20
A.Público	0,060	2	1,0	0,120
Cargas Especiales:	-	-	-	0,00
Sub-Total	-	-	-	1,32
Pérdidas de Potencia	-	-	-	0,01
Potencia Total	-	-	-	1,33



- Notas:
- 1.- /S : Ausencia de caja de derivación
  - 2.- E' : Armados en postes de MT
  - 3.- Calificación eléctrica: 0,40 kW/lote
  - 4.- Carga de diseño del transform. -p.u.: 1,30
  - 5.- Caída de tensión máxima: 7,00%
  - 6.- Tiro en vano normal: 18%TR
  - 7.- Tiro en vano flojo: 7%TR



Leyenda de Postes	Leyenda de Tramo	Leyenda de Conductores
⊗ n[Arm]	⊗ D	a 1x16/25
n: Numeración de Poste	⊗ Tipo de Conductor	b 1x16+1x16/25
Arm: Armado de RS	D Distancia (m)	



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE MECÁNICA ELÉCTRICA

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL  
DE INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICO

BACHILLERES: Bermúdez de la Cruz, Jhoshe Luis  
Iparraguirre Laguna, Josué Pedro

PROYECTO:  
Utilización de software para diseño de redes en MT y BT  
para electrificar cinco localidades en el distrito de Acoria -  
Huancavelica 2021.

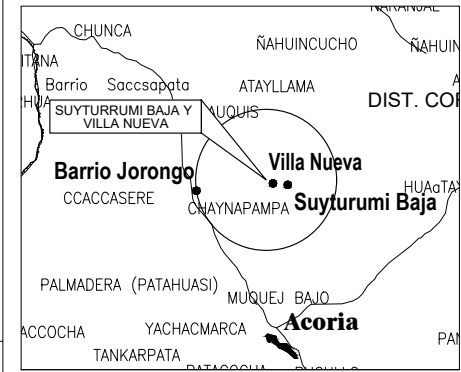
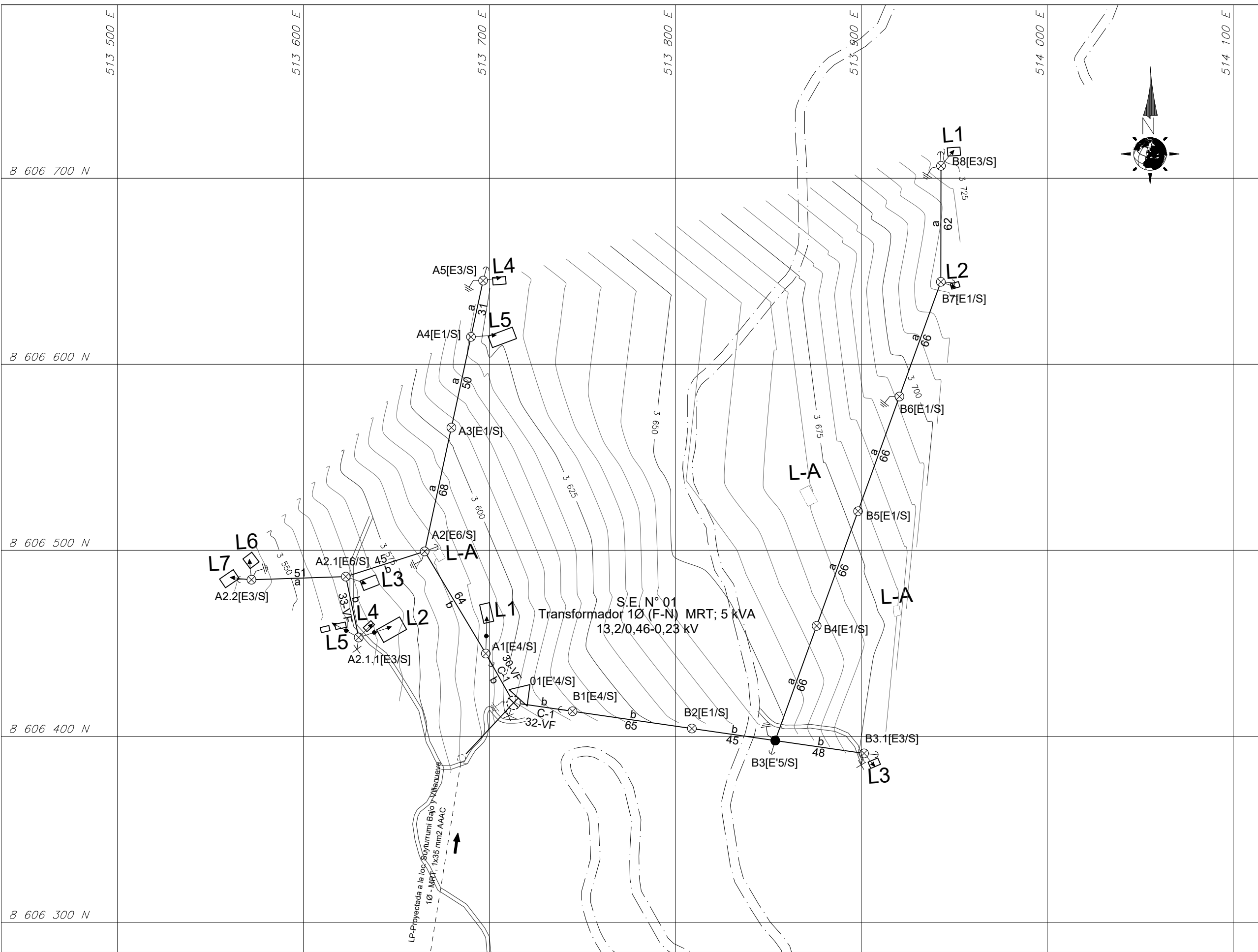
TÍTULO:  
RS\_01-02. ACCOBADO Y BARRIO JORONGO

DEPARTAMENTO: HUANCAVELICA PLANO : 02/02

PROVINCIA : HUANCAVELICA ESCALA : 1/1000

DISTRITO : ACORIA FECHA : MAYO-2021

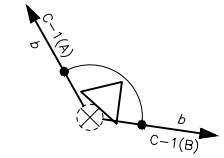




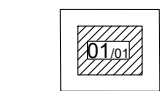
PLANO DE UBICACIÓN  
ESC. 1:100 000

LEYENDA			
Simbolo	Cant.	Descripción	
⊗	16	Poste de Madera 8m Clase 7	
⊗	1	Poste de Madera 12 m de Media Tensión Proyectoada	
⊗	1	Poste de Madera 11m Clase 6	
⊗	-	Poste de Línea Primaria Existente	
⊗	1	Subestación aérea monoposte de Madera 12m Clase 5	
⊗	9	Acóm. domic. corta sin cruce de calle; enpotrada en fachada	
⊗	3	Acóm. domic. larga sin cruce de calle; enpotrada en fachada	
⊗	-	Acóm. domic. larga con cruce de calle; enpotrada en fachada	
⊗	-	Acóm. domic. corta sin cruce de calle; en murete	
⊗	-	Acóm. domic. larga sin cruce de calle; en murete	
⊗	-	Acóm. domic. larga con cruce de calle; en murete	
⊗	-	Murete	
⊗	9	Retenida inclinada en poste de red secundaria	
⊗	-	Retenida vertical en poste de red secundaria	
⊗	-	Retenida inclinada de Línea o red primaria	
⊗	-	Retenida vertical de Línea o red primaria	
⊗	6	Puesta a tierra tipo PAT-1	
⊗	1	Puesta a tierra de Sub Estación	
⊗	3	Pastoral A"G" de 0,5m de avance; lámpara de vapor de sodio de 50 W	
⊗	-	Cable autoportante de sección indicada en el cuadro de calibres	
⊗	-	Conductor de aleación de aluminio AAAC, Media Tensión	
⊗	12	Lote	
⊗	3	Lote Abandonado (L1-A)	
⊗	-	Cercos/Corral	
E1 - E1'	E1/S 7	E1/S - E1/S	Estructura de alineamiento y ángulo
E2 - E2'	E2/S - E2/S	E2/S - E2/S	Estructura de cambio de sección
E3 - E3'	E3/S 5	E3/S - E3/S	Estructura de extremo de línea
E4 - E4'	E4/S 2	E4/S - E4/S	Estructura extremo de línea con derivación
E5 - E5'	E5/S - E5/S	E5/S - E5/S	Estructura de alineamiento con derivación
E6 - E6'	E6/S 2	E6/S - E6/S	Estructura de anclaje y/o derivación
E1B - E1B'	E1B/S - E1B/S	E1B/S - E1B/S	Estructura de alineamiento y ángulo, con bastidor
E2B - E2B'	E2B/S - E2B/S	E2B/S - E2B/S	Estructura de cambio de sección, con bastidor
E3B - E3B'	E3B/S - E3B/S	E3B/S - E3B/S	Estructura de extremo de línea, con bastidor
E4B - E4B'	E4B/S - E4B/S	E4B/S - E4B/S	Estructura extremo de línea con derivación, con bastidor
E5B - E5B'	E5B/S - E5B/S	E5B/S - E5B/S	Estructura de alineamiento con derivación, con bastidor

S.E. N° 01  
Transformador 1Ø (F-N) MRT; 5 kVA  
13,2/0,46-0,23 kV



Resumen de cargas - SE N° 01					
Circuito	Cant. de Lotes		Demandas - kW		
	Viviv.	C. Esp.	SP	AP	Total
C-1	12	0	2,40	0,18	2,58
Total	12	0	2,40	0,18	2,58
Cargas a alimentar					
Sectores	Calif-kW	Cant.	F.S.	Tot-kW	
Doméstico	0,40	12	0,5	2,40	
A.Público	0,060	3	1,0	0,180	
Cargas Especiales:	-	-	-	0,00	
Sub-Total				2,58	
Pérdidas de Potencia				0,02	
Potencia Total				2,60	



ESCALA GRÁFICA (1:1000)  
0 5 25 50m

Leyenda de Postes	Leyenda de Tramo	Leyenda de Conductores
$n[Arm]$	$\frac{\text{---}}{D}$	$a$ 1x16/25
$n$ : Numeración de Poste	$a$ Tipo de Conductor	$b$ 1x16+1x16/25
$Arm$ : Armado de RS	$D$ Distancia (m)	

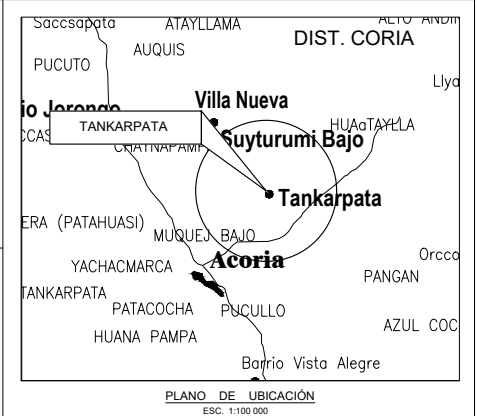
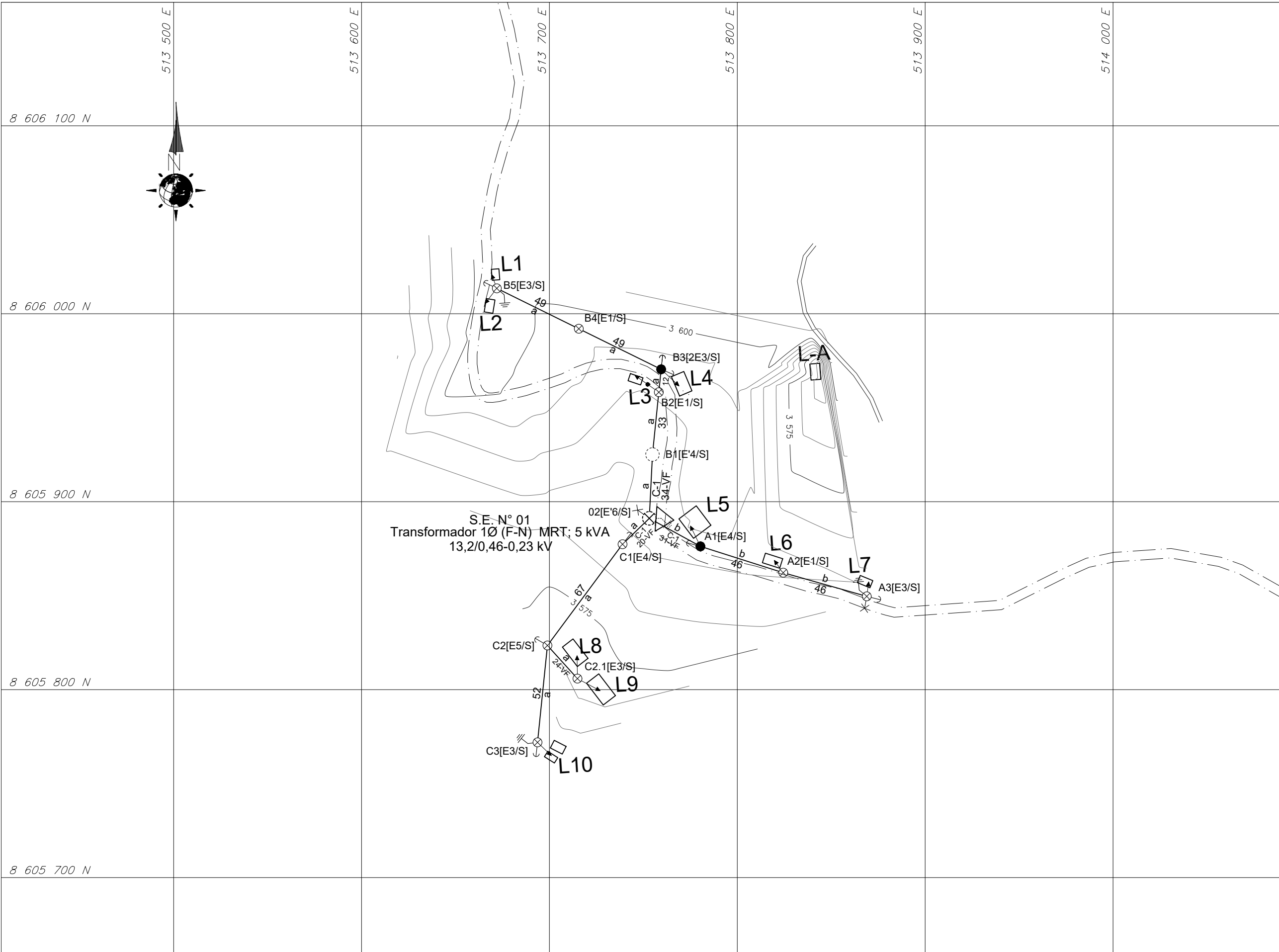
**Notas:**  
 1.- /S : Ausencia de caja de derivación  
 2.- E' : Armados en postes de MT  
 3.- Calificación eléctrica: 0,40 kW/lote  
 4.- Carga de diseño del transform.-p.u.: 1,30  
 5.- Caída de tensión máxima: 7,00%  
 6.- Tiro en vano normal: 18%TR



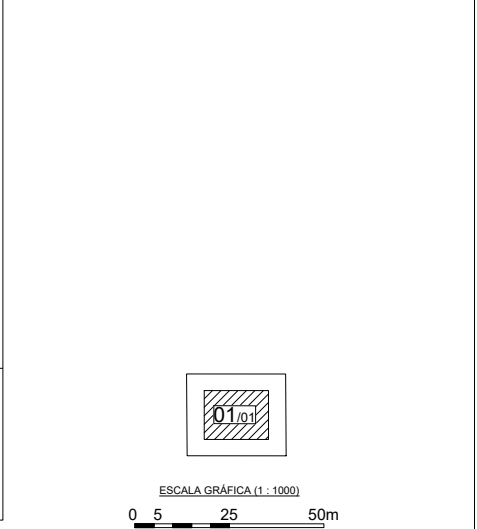
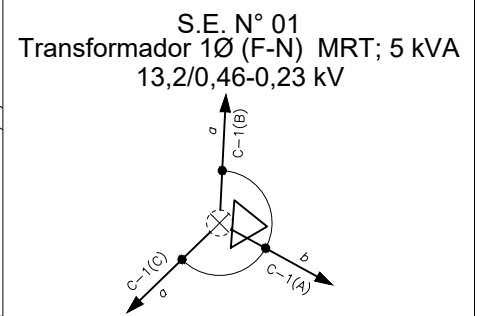
UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE MECÁNICA ELÉCTRICA  
  
TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL  
DE INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICO

BACHILLERES: Bermúdez de la Cruz, Jhoshe Luis  
Iparraquirre Laguna, Josué Pedro  
  
PROYECTO:  
Utilización de software para diseño de redes en MT y BT  
para electrificar cinco localidades en el distrito de Acoria -  
Huancavelica 2021.

TÍTULO:  
RS\_03-05. SUYTURRUMI BAJA Y VILLANUEVA  
  
DEPARTAMENTO: HUANCABELICA PLANO : 01/01  
PROVINCIA : HUANCABELICA ESCALA : 1/1000  
DISTRITO : ACORIA FECHA : MAYO-2021



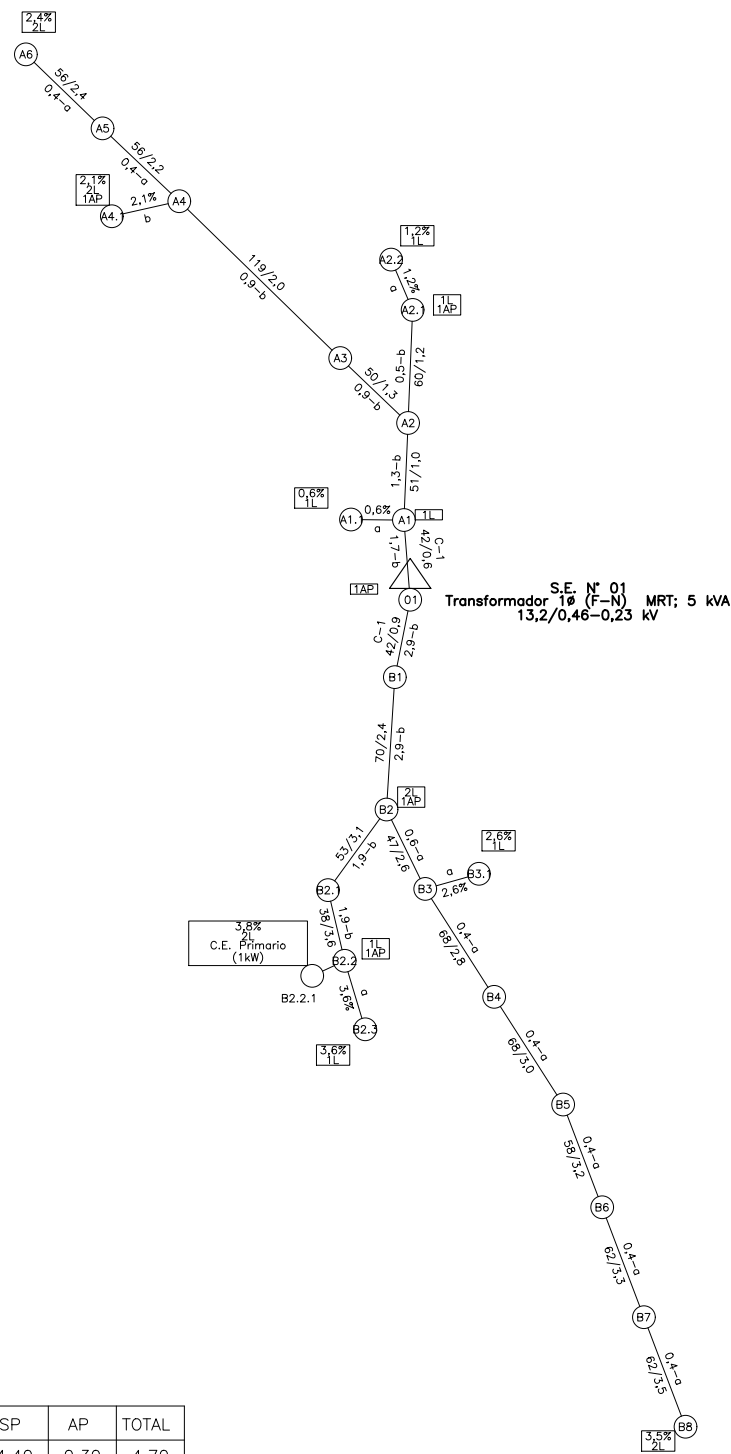
LEYENDA		
Simbolo	Cant.	Descripción
	12	Poste de Madera 8m Clase 7
	-	Poste de Madera 12m Clase 5
	-	Poste de Madera 12m Clase 6
	-	Poste de Madera 11m Clase 6
	1	Subestación aérea monoposte de Madera 12m Clase 5
	5	Acóm. domic. corta sin cruce de calle; empotrada en fachada
	-	Acóm. domic. larga con cruce de calle; empotrada en fachada
	-	Acóm. domic. corta sin cruce de calle; en murete
	-	Acóm. domic. larga sin cruce de calle; en murete
	-	Acóm. domic. larga con cruce de calle; en murete
	-	Murete
	6	Retenida inclinada en poste de red secundaria
	-	Retenida vertical en poste de red secundaria
	-	Retenida inclinada de Línea o red primaria
	-	Retenida vertical de Línea o red primaria
	5	Puesta a tierra tipo PAT-1
	1	Puesta a tierra de Sub Estación
	1	Pastoral A'G" de 0.5m de avance; lámpara de vapor de sodio de 50 W
	-	Cable autoportante de sección indicada en el cuadro de calibres
	1	Lote
	-	Lote Abandonado (L1-A)
	-	Cerco/Corral
	E1 - E1 - E1/S 5 E1/S	Estructura de alineamiento y ángulo
	E2 - E2 - E2/S 2 E2/S	Estructura de cambio de sección
	E3 - E3 - E3/S 4 E3/S	Estructura de extremo de línea
	E4 - E4 - E4/S 2 E4/S 1-	Estructura extremo de línea con derivación
	E5 - E5 - E5/S - E5/S	Estructura de alineamiento con derivación
	E6 - E6 - E6/S - E6/S	Estructura de anclaje y/o derivación



Leyenda de Postes	Leyenda de Tramo	Leyenda de Conductores
		$a$ 1x16/25
$n$ : Numeración de Poste		$b$ 1x16+1x16/25
$Arm$ : Armado de RS	D Distancia (m)	

**Notas:**  
 1.- /S : Ausencia de caja de derivación  
 2.- E' : Armados en postes de MT  
 3.- Calificación eléctrica: 0,40 kW/lote  
 4.- Carga de diseño del transform.-p.u.: 1,30  
 5.- Caída de tensión máxima: 7,00%  
 6.- Tiro en vano normal: 18%TR

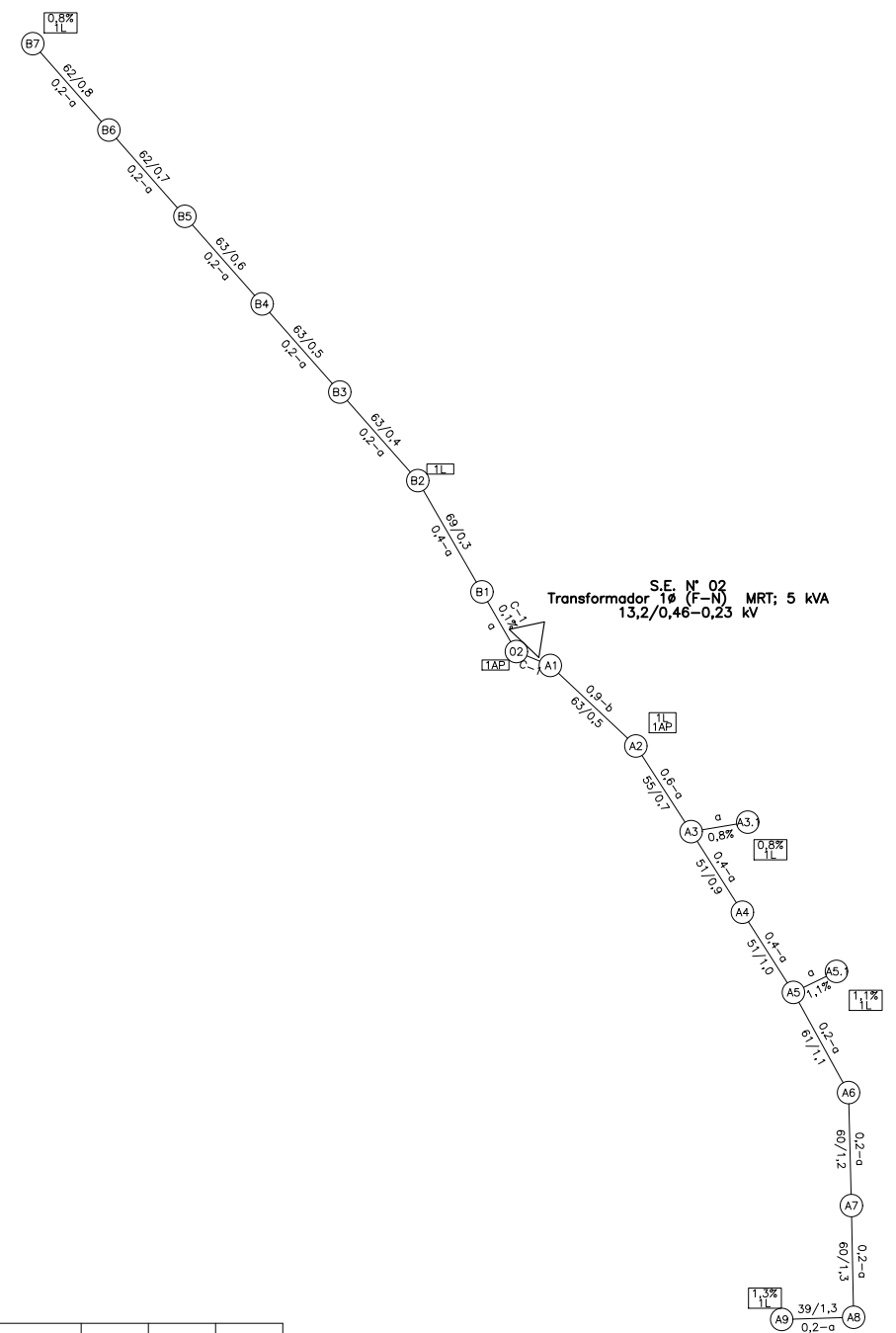
	<b>UNIVERSIDAD SAN PEDRO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b> <b>ESCUELA DE MECÁNICA ELÉCTRICA</b>	BACHILLERES: Bermúdez de la Cruz, Joshe Luis Iparraguirre Laguna, Josué Pedro	TÍTULO: <b>RS_04. TANKARPATA</b>
	<b>TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL</b> <b>DE INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICO</b>	PROYECTO: <b>Utilización de software para diseño de redes en MT y BT</b> <b>para electrificar cinco localidades en el distrito de Acoria -</b> <b>Huancavelica 2021.</b>	DEPARTAMENTO: HUANCAVELICA PLANO : 01/01 PROVINCIA : HUANCAVELICA ESCALA : 1/1000 DISTRITO : ACORIA FECHA : MAYO-2021



S.E. N° 01  
Transformador 1φ (F-N) MRT: 5 kVA  
13,2/0,46-0,23 kV

3,8%  
C.E. Primario  
(1kW)

DEMANDAS Y PÉRDIDAS	SP	AP	TOTAL
Máx. Dem. - kW	4,40	0,30	4,70
Pérd. Potencia kW / %	0,07 / 1,5%	0,00 / 0,0%	0,07 / 2,1%
Pérd. Energía kWh-año / %	94 / 0,7%	0 / 0,0%	94 / 0,7%



S.E. N° 02  
Transformador 1φ (F-N) MRT: 5 kVA  
13,2/0,46-0,23 kV

DEMANDAS Y PÉRDIDAS	SP	AP	TOTAL
Máx. Dem. - kW	1,20	0,12	1,32
Pérd. Potencia kW / %	0,01 / 0,8%	0,00 / 0,0%	0,01 / 0,0%
Pérd. Energía kWh-año / %	13 / 0,4%	0 / 0,0%	13 / 0,4%

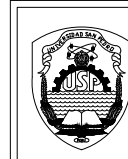
LEYENDA DE POSTE

	N <sub>l</sub> Número de Poste
	L Longitud Tramo (m)
	%ΔV Porc. Caída Tensión
	D Demanda transport. (kW)
	C Código de Conductor*
	nL Número de Loles
	nAP Núm. de Pastorales
	C.ESP Nombre Carga Esp.
	Pce Demanda Carga Esp. (kW)

\* Ver leyenda de conductores

LEYENDA DE CONDUCTORES

FORMACIÓN (mm <sup>2</sup> )	K (Ohm/m)
a 1x16/25	3,530
b 1x16+1x16/25	3,530



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE MECÁNICA ELÉCTRICA

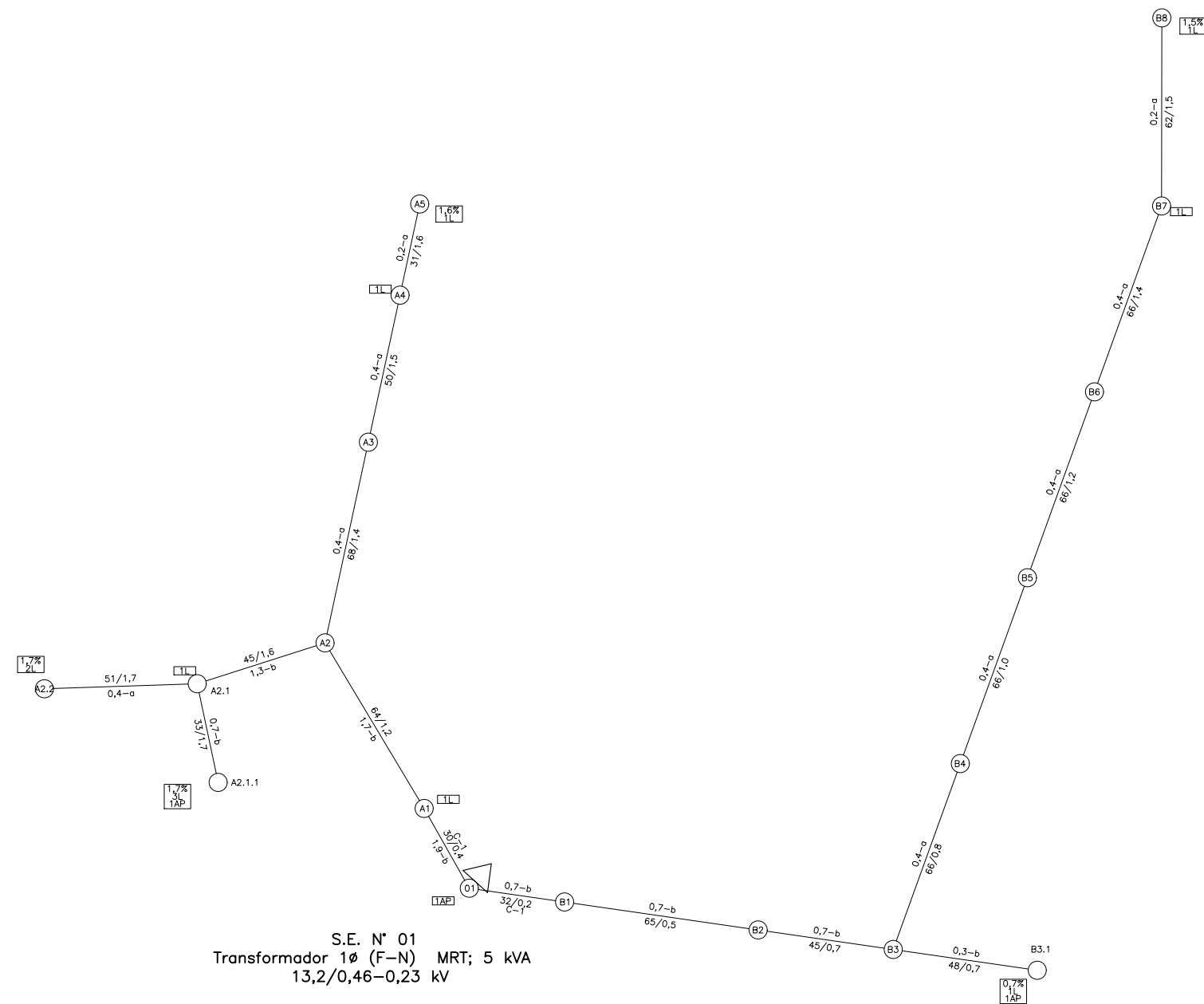
TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL  
DE INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICO

BACHILLERES: Bermúdez de la Cruz, Joshe Luis  
Iparraguirre Laguna, Josué Pedro

PROYECTO:  
Utilización de software para diseño de redes en MT y BT  
para electrificar cinco localidades en el distrito de Acoria  
- Huancavelica 2021.

TÍTULO:  
DC\_01. DIAGRAMA DE CARGA  
BARRIO JORONGO Y ACCOBADO

DEPARTAMENTO: HUANCAVELICA PLANO : 01/01  
PROVINCIA : HUANCAVELICA ESCALA : 1/4000  
DISTRITO : ACORIA FECHA : MAYO-2021



DEMANDAS Y PÉRDIDAS	SP	AP	TOTAL
Máx. Dem. - kW	2,40	0,18	2,58
Pérd. Potencia kW / %	0,02 0,8%	0,00 0,0%	0,02 0,0%
Pérd. Energía kWh-año / %	27 0,4%	0 0,0%	27 0,4%

LEYENDA DE POSTE	
	N Número de Poste
	L Longitud Tramo (m)
	% ΔV Porc. Caída Tensión
	D Demanda Transport. (kW)
	C Código de Conductor*
	nL Número de Loles
	nAP Núm. de Pastoras
	C.ESP Nombre Carga Esp.
	Pce Demanda Carga Esp.(kW)

\* Ver leyenda de conductores

LEYENDA DE CONDUCTORES		
	FORMACIÓN (mm <sup>2</sup> )	K (Ohm/m)
a	1x16/25	3,530
b	1x16+1x16/25	3,530



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE MECÁNICA ELÉCTRICA

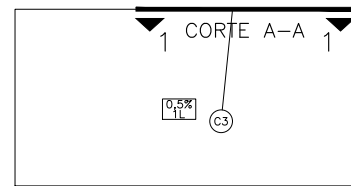
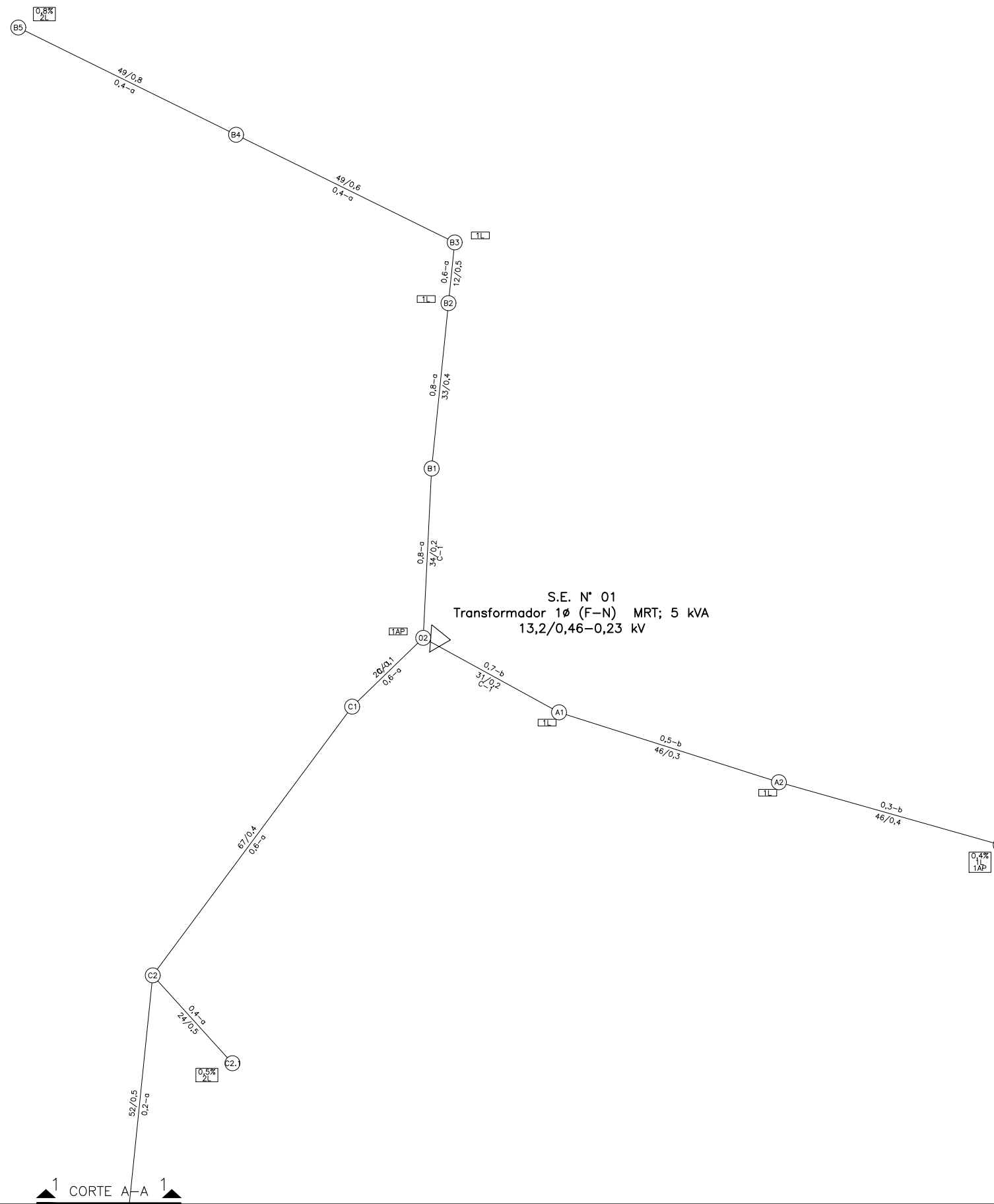
TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL  
DE INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICO

BACHILLERES: Bermúdez de la Cruz, Joshe Luis  
Iparraguirre Laguna, Josué Pedro

PROYECTO:  
Utilización de software para diseño de redes en MT y BT  
para electrificar cinco localidades en el distrito de Acoria  
- Huancavelica 2021.

TÍTULO:  
DC\_02. DIAGRAMA DE CARGA  
SUYTURRUMI BAJO Y VILLANUEVA

DEPARTAMENTO: HUANCAVELICA	PLANO : 01/01
PROVINCIA : HUANCAVELICA	ESCALA : 1/2000
DISTRITO : ACORIA	FECHA : MAYO-2021

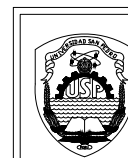


DEMANDAS Y PÉRDIDAS	SP	AP	TOTAL
Máx. Dem. - kW	2,00	0,12	2,12
Pérd. Potencia kW / %	0,00 0,0%	0,00 0,0%	0,00 0,0%
Pérd. Energía kWh-año / %	0 0,0%	0 0,0%	0 0,0%

LEYENDA DE POSTE	
	N <sub>p</sub> Número de Poste
	L Longitud Tramo (m)
	%ΔV Porc. Caída Tensión
	D Demanda transport. (kW)
	C Código de Conductor*
	nL Número de Loles
	nAP Núm. de Pastorales
	C.ESP Nombre Carga Esp.
	Pce Demanda Carga Esp.(kW)

\* Ver leyenda de conductores

LEYENDA DE CONDUCTORES		
	FORMACIÓN (mm <sup>2</sup> )	K (Ohm/m)
a	1x16/25	3,530
b	1x16+1x16/25	3,530



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE MECÁNICA ELÉCTRICA

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL  
DE INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICO

BACHILLERES: Bermúdez de la Cruz, Jhoshe Luis  
Iparraguirre Laguna, Josué Pedro

PROYECTO:  
Utilización de software para diseño de redes en MT y BT  
para electrificar cinco localidades en el distrito de Acoria  
- Huancavelica 2021.

TÍTULO:  
DC\_03.DIAGRAMA DE CARGA  
TANKARPATA

DEPARTAMENTO: HUANCAVELICA	PLANO : 01/01
PROVINCIA : HUANCAVELICA	ESCALA : 1/1000
DISTRITO : ACORIA	FECHA : MAYO-2021