



**UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ”**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**CARRERA:**

INGENIERÍA ELÉCTRICA

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:**

INGENIERO ELÉCTRICO

**TEMA:**

DIAGNÓSTICO DE LAS SUBESTACIONES DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DE  
MANABÍ ANTES Y DESPUÉS DEL TERREMOTO DEL 16 DE ABRIL DEL 2016.

**AUTOR:**

JUAN JOSÉ PÉREZ BRAVO

**DIRECTOR DE TESIS:**

ING. MIGUEL MACHUCA QUIROZ Mg. Sc.

2016

i

## **CERTIFICACIÓN DEL TUTOR**

Ingeniero Miguel Machuca Quiroz, docente de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, en calidad de Director del Trabajo de Titulación.

### **CERTIFICO:**

Que el presente TRABAJO DE TITULACIÓN denominado “**Diagnóstico de las subestaciones de distribución eléctrica Manabí antes y después del terremoto del 16 de abril del 2016**”, ha sido exhaustivamente revisado en varias sesiones de trabajo, se encuentra listo para su presentación y apto para su defensa.

Las opiniones y conceptos vertidos en este trabajo de titulación son fruto del trabajo, perseverancia y originalidad de su autor: Juan José Pérez Bravo, siendo de su exclusiva responsabilidad.

Manta, 17de octubre de 2016

Ing. Miguel Machuca Quiroz Mg. Sc.

**TUTOR**



## UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ

Facultad de Ingeniería  
Carrera de Ingeniería Eléctrica

Los miembros del Tribunal Examinador aprueban el informe de investigación, sobre el tema: **“Diagnóstico de las subestaciones de distribución eléctrica Manabí antes y después del 16 de abril del 2016”** elaborado por el egresado: Juan José Pérez Bravo, de la Facultad de Ingeniería Eléctrica.

Manta, 17 de octubre de 2016

Ing. Darío Páez Cornejo Mg. Sc.

**DECANO**

Ing. Miguel Machuca Quiroz Mg. Sc.

**DIRECTOR DE TESIS**

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

**SECRETARÍA**

## **DEDICATORIA**

Dedico la presente tesis a los seres que me han apoyado durante mi vida:

Primero que todo quiero dedicarle este paso en mi vida profesional a Dios por darme las virtudes y la fortaleza necesaria para salir siempre adelante, pese a las dificultades, por colocarme en el mejor camino, iluminando cada paso de mi vida.

A mis padres: Ángel y Lucía, son ustedes quienes los auténticos dueños de este título, sin su apoyo no lo habría logrado, mil gracias por ser mis guías, y por ser para mí un ejemplo de trabajo, esfuerzo y dedicación.

A mi esposa Yajaira e hijos: Andree y Mattews, por haber llegado a mi vida, son las personas por quien lucho y lucharé siempre.

Juan José

## **RECONOCIMIENTO**

El trabajo que se presenta, fue realizado con dedicación, ocupando la mayor parte de mi tiempo y el de otras personas y entidades que permitieron con su aporte, la finalización del mismo.

A la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí por haberme dado la oportunidad de estudiar y convertirme en profesional.

A mis padres, hermanos, familiares y amigos, por apoyarme en todo momento.

A mis docentes, por la enseñanza de sus valiosos conocimientos en el proceso formativo.

Juan José

## ÍNDICE

<b>CAPITULO 1 .....</b>	<b>1</b>
<b>1. DISEÑO METODOLÓGICO .....</b>	<b>1</b>
1.1 Introducción.....	1
<b>DISEÑO TEÓRICO.....</b>	<b>2</b>
1.2 Problema.....	2
1.3 Objeto.....	2
1.4 Campo.....	3
1.5 Objetivo.....	3
1.6 Variables.....	3
1.7 Tareas Científicas.....	3
<b>1.8 METODOLOGÍA.....</b>	<b>4</b>
1.8.1 Ubicación del Estudio .....	4
1.8.2 Tipo de Investigación .....	4
1.8.3 Métodos.....	4
<b>1.9 Técnicas.....</b>	<b>4</b>
1.9.1 Análisis Estadístico.....	5
1.9.2 Diseño Metódico del muestreo.....	5
1.9.3 Población y Muestra .....	5
<b>CAPÍTULO 2 .....</b>	<b>7</b>
<b>2 MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>7</b>
<b>2.1 Subestaciones eléctricas.....</b>	<b>7</b>
2.1.1 Clasificación de las subestaciones eléctricas.....	7

2.1.2	Elementos constitutivos de una subestación.....	10
2.1.3	Sistema eléctrico ecuatoriano.....	12
<b>CAPÍTULO 3 .....</b>		<b>15</b>
<b>3</b>	<b>DIAGNÓSTICO O ESTUDIO DE CAMPO.....</b>	<b>15</b>
<b>3.1</b>	<b>Situación previa al terremoto.....</b>	<b>17</b>
3.1.1	Subestación Barranco Colorado .....	17
<b>3.2</b>	<b>Situación después del terremoto.....</b>	<b>17</b>
3.2.1	Subestación Barranco Colorado .....	17
<b>3.3</b>	<b>Situación previa al terremoto.....</b>	<b>20</b>
3.3.1	Subestación Bellavista.....	20
<b>3.4</b>	<b>Situación después del terremoto.....</b>	<b>21</b>
3.4.1	Subestación Bellavista.....	21
<b>3.5</b>	<b>Situación previa al terremoto.....</b>	<b>24</b>
3.5.1	Subestación Colimes-Paján.....	24
<b>3.6</b>	<b>Situación después del terremoto.....</b>	<b>24</b>
3.6.1	Subestación Colimes .....	24
<b>3.7</b>	<b>Situación previa al terremoto.....</b>	<b>27</b>
3.7.1	Subestación Montecristi 2.....	27
<b>3.8</b>	<b>Situación después del terremoto.....</b>	<b>27</b>
3.8.1	Subestación Montecristi 2.....	27
<b>3.9</b>	<b>Situación previa al terremoto.....</b>	<b>31</b>
3.9.1	Subestación de Jipijapa.....	31
<b>3.10</b>	<b>Situación después del terremoto.....</b>	<b>31</b>
3.10.1	Subestación Jipijapa.....	31
<b>3.11</b>	<b>Situación previa al terremoto.....</b>	<b>34</b>

3.11.1	Subestación de Lodana .....	34
<b>3.12</b>	<b>Situación después del terremoto.....</b>	<b>35</b>
3.12.1	Subestación Lodana .....	35
<b>3.13</b>	<b>Situación previa al terremoto.....</b>	<b>38</b>
3.13.1	Subestación de Manta 1 .....	38
<b>3.14</b>	<b>Situación después del terremoto.....</b>	<b>39</b>
3.14.1	Subestación Manta 1 .....	39
<b>3.15</b>	<b>Situación previa al terremoto.....</b>	<b>42</b>
3.15.1	Subestación Manta 2 .....	42
<b>3.16</b>	<b>Situación después del terremoto.....</b>	<b>42</b>
3.16.1	Subestación Manta 2 .....	42
<b>3.17</b>	<b>Situación previa al terremoto.....</b>	<b>45</b>
3.17.1	Subestación Manta 3 .....	45
<b>3.18</b>	<b>Situación después del terremoto.....</b>	<b>46</b>
3.18.1	Subestación Manta 3 .....	46
<b>3.19</b>	<b>Situación previa al terremoto.....</b>	<b>49</b>
3.19.1	Subestación Manta 4 .....	49
<b>3.20</b>	<b>Situación después del terremoto.....</b>	<b>49</b>
3.20.1	Subestación Manta 4 .....	49
<b>3.21</b>	<b>Situación previa al terremoto.....</b>	<b>52</b>
3.21.1	Subestación Montecristi 1 .....	52
<b>3.22</b>	<b>Situación después del terremoto.....</b>	<b>53</b>
3.22.1	Subestación Montecristi 1 .....	53
<b>3.23</b>	<b>Situación previa al terremoto.....</b>	<b>56</b>
3.23.1	Playa Prieta .....	56
<b>3.24</b>	<b>Situación después del terremoto.....</b>	<b>56</b>



3.24.1	Subestación Playa Prieta.....	56
<b>3.25</b>	<b>Situación previa al terremoto.....</b>	<b>59</b>
3.25.1	Subestación de Portoviejo 1 .....	59
<b>3.26</b>	<b>Situación después del terremoto.....</b>	<b>60</b>
3.26.1	Subestación Portoviejo 1 .....	60
<b>3.27</b>	<b>Situación previa al terremoto.....</b>	<b>63</b>
3.27.1	Subestación Portoviejo 2 .....	63
<b>3.28</b>	<b>Situación después del terremoto.....</b>	<b>63</b>
3.28.1	Subestación Portoviejo 2 .....	63
<b>3.29</b>	<b>Situación previa al terremoto.....</b>	<b>66</b>
3.29.1	Subestación Portoviejo 3 .....	66
<b>3.30</b>	<b>Situación después del terremoto.....</b>	<b>67</b>
3.30.1	Subestación Portoviejo 3 .....	67
<b>3.31</b>	<b>Situación previa al terremoto.....</b>	<b>70</b>
3.31.1	Subestación Puerto Cayo .....	70
<b>3.32</b>	<b>Situación después del terremoto.....</b>	<b>70</b>
3.32.1	Subestación Puerto Cayo .....	70
<b>3.33</b>	<b>Situación previa al terremoto.....</b>	<b>73</b>
3.33.1	Subestación de Machalilla .....	73
<b>3.34</b>	<b>Situación después del terremoto.....</b>	<b>74</b>
3.34.1	Subestación Machalilla .....	74
<b>3.35</b>	<b>Situación previa al terremoto.....</b>	<b>77</b>
3.35.1	Subestación Río de Oro.....	77
<b>3.36</b>	<b>Situación después del terremoto.....</b>	<b>77</b>
3.36.1	Subestación Río de Oro.....	77
<b>3.37</b>	<b>Situación previa al terremoto.....</b>	<b>80</b>

3.37.1	Subestación Santa Ana .....	80
<b>3.38</b>	<b>Situación después del terremoto.....</b>	<b>81</b>
3.38.1	Subestación Santa Ana .....	81
<b>3.39</b>	<b>Situación previa al terremoto.....</b>	<b>84</b>
3.39.1	Subestación Bahía.....	84
<b>3.40</b>	<b>Situación después del terremoto.....</b>	<b>84</b>
3.40.1	Subestación Bahía.....	84
<b>3.41</b>	<b>Situación previa al terremoto.....</b>	<b>87</b>
3.41.1	Subestación Calceta.....	87
<b>3.42</b>	<b>Situación después del terremoto.....</b>	<b>88</b>
3.42.1	Subestación Calceta.....	88
<b>3.43</b>	<b>Situación previa al terremoto.....</b>	<b>91</b>
3.43.1	Subestación Chone .....	91
<b>3.44</b>	<b>Situación después del terremoto.....</b>	<b>92</b>
3.44.1	Subestación Chone .....	92
<b>3.45</b>	<b>Situación previa al terremoto.....</b>	<b>95</b>
3.45.1	Subestación Crucita.....	95
<b>3.46</b>	<b>Situación después del terremoto.....</b>	<b>96</b>
3.46.1	Subestación Crucita.....	96
<b>3.47</b>	<b>Situación previa al terremoto.....</b>	<b>99</b>
3.47.1	Subestación Estancilla.....	99
<b>3.48</b>	<b>Situación después del terremoto.....</b>	<b>99</b>
3.48.1	Subestación la Estancilla .....	99
<b>3.49</b>	<b>Situación previa al terremoto.....</b>	<b>102</b>
3.49.1	Subestación Jama .....	102
<b>3.50</b>	<b>Situación después del terremoto.....</b>	<b>103</b>

3.50.1	Subestación Jama .....	103
<b>3.51</b>	<b>Situación previa al terremoto.....</b>	<b>106</b>
3.51.1	Subestación Pedernales .....	106
<b>3.52</b>	<b>Situación después del terremoto.....</b>	<b>106</b>
3.52.1	Subestación Pedernales .....	106
<b>3.53</b>	<b>Situación previa al terremoto.....</b>	<b>109</b>
3.53.1	Subestación Rocafuerte.....	109
<b>3.54</b>	<b>Situación después del terremoto.....</b>	<b>110</b>
3.54.1	Subestación Rocafuerte.....	110
<b>3.55</b>	<b>Situación previa al terremoto.....</b>	<b>113</b>
3.55.1	Subestación Sesme .....	113
<b>3.56</b>	<b>Situación después del terremoto.....</b>	<b>113</b>
3.56.1	Subestación Sesme .....	113
<b>3.57</b>	<b>Situación previa al terremoto.....</b>	<b>116</b>
3.57.1	Subestación Tosagua .....	116
<b>3.58</b>	<b>Situación después del terremoto.....</b>	<b>117</b>
3.58.1	Subestación Tosagua .....	117
<b>3.59</b>	<b>Situación previa al terremoto.....</b>	<b>120</b>
3.59.1	Subestación San Vicente .....	120
<b>3.60</b>	<b>Situación después del terremoto.....</b>	<b>120</b>
3.60.1	Subestación San Vicente .....	120
<b>CAPÍTULO 4</b>	<b>.....</b>	<b>124</b>
<b>4</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>124</b>
<b>4.1</b>	<b>Conclusiones.....</b>	<b>124</b>

<b>4.2 Recomendaciones.....</b>	<b>125</b>
<b>• BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>126</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>128</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación en el mapa de las subestaciones de Manabí .....	16
Figura 2. Subestación Barranco Colorado .....	17
Figura 3. Bahía 13,8 KV.....	18
Figura 4. Base del transformador.....	18
Figura 5. Aislador 69 KV .....	19
Figura 6. Interruptor SF6.....	19
Figura 7. Conductor del transformador.....	19
Figura 8. Interruptor en vacío .....	19
Figura 9. Salida de bahía hacia los TC .....	20
Figura 10. Seccionador bahía 69 KV .....	20
Figura 11. Subestación Bellavista .....	21
Figura 12. Bahía 69 KV.....	22
Figura 13. Conexión entre barras.....	22
Figura 14. Transformador de potencial .....	22
Figura 15. Base del transformador de potencia.....	22
Figura 16. Cadena de aislador 69 KV .....	23
Figura 17. Estado de los conductores .....	23
Figura 18. Reconectador de bahía 13,8 KV .....	23
Figura 19. Seccionador de bahía 13,8 KV.....	23
Figura 20. Subestación Colimes-Pajan .....	24
Figura 21. Bahía 69 KV.....	25
Figura 22. Seccionador bahía 69 KV .....	25
Figura 23. Alimentación al transformador.....	25
Figura 24. Base del transformador.....	25
Figura 25. Bahía 13,8 KV.....	26
Figura 26. Alimentación hacia los ramales.....	26
Figura 27. Cabinas de control .....	26
Figura 28. Subestación Montecristi 2.....	27

Figura 29. TC averiados .....	29
Figura 30. Transformador de corrientes .....	29
Figura 31. Transformador de potencia .....	29
Figura 32. Alimentación bahía 13,8 KV.....	29
Figura 33. Interruptor en vacío.....	30
Figura 34. Interruptor SF6.....	30
Figura 35. Bahía 13,8 KV.....	30
Figura 36. Seccionador de 69 KV .....	30
Figura 37. Subestación de Jipijapa.....	31
Figura 38. Bahía 69 KV.. .....	32
Figura 39. Reforzamiento de columna de bahia 69 KV .....	32
Figura 40. Base del interruptor .....	33
Figura 41. Aislador 69 KV .....	33
Figura 42. Base del transformador de potencia .....	33
Figura 43. Conexión de barras .....	33
Figura 44. TP.....	34
Figura 45. Reconectador.....	34
Figura 46. Subestación de Lodana .....	35
Figura 47. Alimentación 69 KV.....	36
Figura 48. Poste virado del bahía 69 KV .....	36
Figura 49. Base de transformador .....	37
Figura 50. Puentes .....	37
Figura 51. Transformador de potencial .....	37
Figura 52. Aislador 69 KV.....	37
Figura 53. Cabina de control.....	38
Figura 54. Reconectador.....	38
Figura 55. Subestación Manta 1.....	39
Figura 56. Exterior del cuarto de control. ....	40
Figura 57. Bahías.....	40

Figura 58. Transformador de potencia .....	40
Figura 59. Sistema de bypass.....	40
Figura 60. Salida de la bahía 13,8 KV.....	41
Figura 61. Cajas portafusibles .....	41
Figura 62. Interruptor en vacío.....	41
Figura 63. Reconectador.....	41
Figura 64. Subestación Manta 2.....	42
Figura 65. Cuarto de equipos.....	43
Figura 66. Alimentador.....	43
Figura 67. Bahía 69 KV.....	44
Figura 68. Aisladores tipo poste .....	44
Figura 69. Transformador de potencia.....	44
Figura 70. Conexión de barras.....	44
Figura 71. Aislador de suspensión.....	45
Figura 72. Bahía 13,8 KV hacia un costado .....	45
Figura 73. Subestación Manta 3 .....	46
Figura 74. Bahía 13,8 KV.....	47
Figura 75. Base del poste bahía 13,8 KV.....	47
Figura 76. Bahía 69 KV.....	47
Figura 77. Base del transformador de potencia.....	47
Figura 78. Distancia entre aisladores .....	48
Figura 79. Conductores e interruptor .....	48
Figura 80. Alimentadores.....	48
Figura 81. Seccionador.....	49
Figura 82. Subestación Manta 4.....	49
Figura 83. Cerramiento de la subestación.....	50
Figura 84. Base de transformador.....	50
Figura 85. Base de interruptor.....	51
Figura 86. Alimentación hacia los TC.....	51

Figura 87. Aislador de bahía 69 KV..	51
Figura 88. Reconectador.....	51
Figura 89. Interruptor SF6.....	52
Figura 90. Seccionadores .....	52
Figura 91. Subestación Montecristi 1.....	53
Figura 92. Puente con conductor .....	54
Figura 93. Interruptor SF6.....	54
Figura 94. Alimentación hacia el disyuntor.....	54
Figura 95. Alimentación hacia bahia 69 KV..	54
Figura 96. Base del disyuntor y transformador.....	55
Figura 97. Aislador 69 KV.....	55
Figura 98. Unión de conductores .....	55
Figura 99. Base de cabina de control.....	55
Figura 100. Subestación Playa Prieta .....	56
Figura 101. Bahía 13,8 KV colapso.....	57
Figura 102. Equipos averiados .....	57
Figura 103. Bahía 13,8 KV provisional.....	58
Figura 104. Cimentación del transformador.....	58
Figura 105. Cimentación nueva de la subestación .....	58
Figura 106. TC y aisladores averiados.....	58
Figura 107. Base del transformador.....	59
Figura 108. Conductor al interruptor .....	59
Figura 109. Subestación Portoviejo 1.....	60
Figura 110. Barras de cobre. ....	61
Figura 111. Conductor del bahía 69 KV.....	61
Figura 112. Base del interruptor.....	61
Figura 113. Bahía 13,8 KV.....	61
Figura 114. Base del disyuntor .....	62
Figura 115. Base del transformador.....	62
Figura 116. Alimentación al transformador.....	62



Figura 117. Alimentación al reconectador.....	62
Figura 118. Subestación Portoviejo 2 .....	63
Figura 119. Aislador de 69 KV.....	64
Figura 120. Seccionador de 69 KV .....	64
Figura 121. Conductores de alimentación.....	65
Figura 122. Alimentación hacia el interruptor .....	65
Figura 123. Poste hacia un costado.....	65
Figura 124. Poste inclinado.....	65
Figura 125. Torre de alimentación .....	66
Figura 126. Conductor en buen estado.....	66
Figura 127. Subestación Portoviejo 3.....	67
Figura 128. Base de interruptor.....	68
Figura 129. Interruptor y conexión de barras.....	68
Figura 130. Transformador de corriente.....	68
Figura 131. Conexión de barras bahía 69.....	68
Figura 132. Base del transformador.....	69
Figura 133. Interruptor conexión.....	69
Figura 134. Alimentación a los TC .....	69
Figura 135. Reconectador.....	69
Figura 136. Subestación Puerto Cayo .....	70
Figura 137. Aislador 69 KV.....	71
Figura 138. Bahía 69 KV.....	71
Figura 139. Barras de bahía 69 KV.....	72
Figura 140. Conductores al interruptor.....	72
Figura 141. Base del transformador.....	72
Figura 142. Alimentación al transformador.....	72
Figura 143. TC.....	73
Figura 144. Alimentación al reconectador .....	73
Figura 145. Subestación Machalilla.....	74
Figura 146. Bahía 69 KV y bahía 13,8 KV.....	75

Figura 147. Base de transformador e interruptor .....	75
Figura 148. Conductor de alimentación.....	75
Figura 149. Conexión al interruptor.....	75
Figura 150. Bahía 13,8 KV .....	76
Figura 151. Seccionador 69 KV.....	76
Figura 152. Reconectador .....	76
Figura 153. Reconectador alimenta bahía 13,8 KV.....	76
Figura 154. Subestación Rio de Oro .....	77
Figura 155. Entrada de subestación .....	78
Figura 156. Conexión de barras.....	78
Figura 157. Conductor alimenta los TP.....	79
Figura 158. Conectores .....	79
Figura 159. Bahía 13,8 KV.....	79
Figura 160. Cajas portafusibles.....	79
Figura 161. Reconectador.....	80
Figura 162. Seccionador 69 KV .....	80
Figura 163. Subestación Santa Ana.....	81
Figura 164. Subestación .....	82
Figura 165. Conexión entre barras.....	82
Figura 166. Sistema de baypass.....	82
Figura 167. Base del transformador.....	82
Figura 168. Base del interruptor.....	83
Figura 169. Salida del transformador.....	83
Figura 170. Salida del reconectador .....	83
Figura 171. Transformador de corriente.....	83
Figura 172. Subestación de Bahia .....	84
Figura 173. Transformador movil.....	85
Figura 174. Aislador de alimentación .....	85
Figura 175. Cabinas de control.....	86
Figura 176. Base del transformador.....	86
Figura 177. Seccionador del transformador movil.....	86

Figura 178. Interruptor SF6.....	86
Figura 179. Terminal hacia el disyuntor.....	87
Figura 180. Aislador de alimentación bahía 13,8 KV.....	87
Figura 181. Subestación Calceta.....	88
Figura 182. Bahía 13,8 KV.....	83
Figura 183. Base de transformador.....	89
Figura 184. Alimentación hacia el interruptor.....	90
Figura 185. Barras de cobre.....	90
Figura 186. Base del interruptor.....	90
Figura 187. Cuarto de control.....	90
Figura 188. Conductor hacia la bahía.....	91
Figura 189. Seccionador 69 KV.....	91
Figura 190. Subestación Chone.....	92
Figura 191. Aislador 69 KV averiado.....	93
Figura 192. Aisladores remplazados.....	93
Figura 193. Bahía 13,8 KV.....	94
Figura 194 Salida del interruptor.....	94
Figura 195. Cuarto de control.....	94
Figura 196. Base del transformador 2.....	94
Figura 197. Reconectador de bahía 13,8 KV.....	95
Figura 198. Bahía 13,8 KV inclinada.....	95
Figura 199. Subestación Crucita.....	96
Figura 200. Barra del bahía 69 KV.....	97
Figura 201. Sistema de bypass.....	97
Figura 202. Base del transformador.....	97
Figura 203. Interruptor SF6.....	97
Figura 204. Interruptor e vacío.....	98
Figura 205. Reconectador.....	98
Figura 206. Bahía 13,8 KV.....	98
Figura 207. Conexión de barras.....	98
Figura 208. Subestación Estancillas.....	99

Figura 209. Aislador 69 KV.....	100
Figura 210. Conexión en buen estado .....	100
Figura 211. Base del transformador de potencia.....	101
Figura 212. Reconectador de bahía 13,8 KV .....	101
Figura 213. Seccionador .....	101
Figura 214. TP .....	101
Figura 215 Subestación hacia el interruptor.....	102
Figura 216. Grapas de retención.....	102
Figura 217. Subestación Jama .....	103
Figura 218. Bahía 34,5 y bahía 69 KV .....	101
Figura 219. Interruptor SF6.....	104
Figura 220. Base del transformador.....	104
Figura 221. Conexión de barras.....	104
Figura 222. TC.....	102
Figura 223. Reconectores.....	105
Figura 224 Aisladores de suspensión .....	105
Figura 225. Sistema de tierra.....	105
Figura 226. Subestación Pedernales .....	106
Figura 227. Bahía 34,5 KV.....	107
Figura 228. Bahía 69 KV.....	107
Figura 229. Interruptor en vacío .....	108
Figura 230. Interruptor SF6.....	105
Figura 231. Sistema bypass.....	108
Figura 232. Base del transformador.....	108
Figura 233. Alimentación del reconectador .....	109
Figura 234. Seccionador 34,5 KV .....	109
Figura 235. Subestación Rocafuerte.....	110
Figura 236. Aislador 69 KV .....	108
Figura 237. Bahía 69 KV.....	111
Figura 238. Interruptor SF6.....	109
Figura 239. Base del transformador.....	111

Figura 240. Conexión de barras.....	111
Figura 241. Conexión de disyuntor .....	112
Figura 242. Base de cabina de control.....	112
Figura 243. Subestación Sesme.....	113
Figura 244. Parte lateral del cerco .....	112
Figura 245. Esquina del cerco .....	112
Figura 246. Base del transformador.....	115
Figura 247. Conductor, flexibilidad.....	115
Figura 248. Base de transformador 2.....	115
Figura 249. Conexión del reconectador .....	115
Figura 250. Conexión de barras.....	116
Figura 251. TC.....	116
Figura 252. Subestación Tosagua .....	117
Figura 253. Nueva bahía 69 KV.....	118
Figura 254. Base de disyuntor.....	118
Figura 255. Alimentación a disyuntor .....	118
Figura 256. Bahía 13,8 KV.....	118
Figura 257. Base del transformador.....	118
Figura 258. Reconectador.....	119
Figura 259. Nueva bahía.....	119
Figura 260. Conexión de barras.....	119
Figura 261. Subestación San Vicente .....	119
Figura 262. Subestación .....	121
Figura 263. Aislador de suspensión 69 KV .....	121
Figura 264. Conexión del interruptor y disyuntor.....	122
Figura 265. Conexión de alimentación.....	122
Figura 266. Base del transformador.....	122
Figura 267. Bahía 13,8 KV .....	122
Figura 268. Base de interruptor SF6.....	123
Figura 269. Cabina de control.....	123

## **SÍNTESIS**

El presente trabajo de investigación titulado diagnóstico de las subestaciones de distribución eléctrica de Manabí antes y después del terremoto del 16 de abril del 2016, tuvo como finalidad aportar a la sociedad con una investigación de campo acerca de las condiciones de infraestructura y funcionamiento de las subestaciones ubicadas dentro de la provincia de Manabí, Ecuador, en virtud del evento sísmico ocurrido el 16 de abril de 2016. Para este fin se implementó una metodología de tipo descriptiva a través de un diagnóstico de campo que detalló el estado de la infraestructura de las subestaciones visitadas. Se determinó una población universo y un muestreo absoluto, determinado por 29 subestaciones. Como resultado se pudo evidenciar la existencia de daños de diferente nivel, a pesar de esto, la mayor parte de la estructura salió casi ilesa. Las protecciones actuaron correctamente en las subestaciones que no sufrieron ninguna avería. Se pudo establecer que algunas subestaciones sufrieron daños en su obra civil como es el cerramiento de mampostería. En la subestación de playa prieta, la bahía de 13,8 KV inicialmente estructurada de hormigón armado, colapsó por su rusticidad, averiándose todos los elementos que en ella estaban instalados. Como recomendaciones se estableció realizar un estudio del suelo previo a la cimentación de las bahías de una subestación eléctrica, así como la utilización de estructuras metálicas para la futura construcción de bahías, ya que el hormigón armado es más robusto y tiene menos flexibilidad que una estructura metálica.

### **PALABRAS CLAVE:**

Subestación de distribución eléctrica, diagnóstico, bahía, hormigón armado, estudio del suelo.

## **SUMMARY**

This research paper entitled diagnosis of Manabí's electrical distribution substations before and after the earthquake of April 16, 2016, aimed to contribute to society with field research on the infrastructure and operation of substations located in the operation of substations located in the province of Manabí, Ecuador, under seismic event occurred on April 16, 2016. For this purpose, descriptive methodology was implemented through a field diagnosis detailing the state of the infrastructure of the visited substations. One world population and an absolute sampling, determined by 29 substations. As a result was evident, the existence of different levels of damage, despite this, most of the structure left was not damage. The protections acted correctly in the substations that suffered no damage. It was established that some substations were damaged in the civil work is the masonry enclosure. In the brown beach substation, 13.8 KV bay initially structured reinforced concrete, collapsed for its hardness, damage to the appliance all the elements in it were installed. As recommendations was established to conduct a study prior to the foundation of the bays of an electrical substation ground, and the use of steel structures for the future construction of bays, as reinforced concrete is more robust and has less flexibility than a structure metal.

### **KEYWORDS:**

Power distribution substation, diagnosis, bay, reinforced concrete, soil survey.

## **CAPITULO 1**

### **1. DISEÑO METODOLÓGICO**

#### **1.1 Introducción**

Una de las prioridades de las últimas décadas en Ecuador, ha sido el sector energético. Miles de millones de dólares invertidos, miles de plazas de trabajo generadas, aporte al dinamismo de la economía de manera directa e indirecta, son algunos de los factores de desarrollo del sector, pero sin duda alguna, el indiscutible mejoramiento del sistema y de la calidad del servicio, ha sido la meta del estado en la última década.

No obstante, el mejoramiento integral del sistema y su funcionamiento en los últimos años, se ha visto afectado a partir del último sismo del 16 de abril, ha incrementado la frecuencia de fallas por desfases en la red transmisión y distribución por colapso parcial en unos casos y total en otros.

El presente estudio intenta diagnosticar de manera integral los problemas suscitados en las subestaciones eléctricas de la provincia de Manabí. La investigación se desprende a partir de la necesidad imperiosa de contar con una evaluación técnica acerca de daños y averías ocasionados por el terremoto del 16 abril en las subestaciones de distribución eléctrica de la provincia de Manabí.

Investigaciones relacionadas al diagnóstico de subestaciones eléctricas determinaron el ineficiente funcionamiento de parte del sistema dentro de cada entidad. De este modo, Bautista y Solís (2013) en su estudio desarrollo del mantenimiento predictivo mediante la técnica de la termografía para evaluar el correcto funcionamiento de la subestación oriente y alimentador totoras de la empresa eléctrica Ambato S.A., concluyeron:

“En la subestación se detectaron 12 puntos críticos con el 30%, 15 puntos medios con el 37,5 % y 13 puntos normales con el 32,5 % que representan el total



de los puntos 192 inspeccionados. Dentro de las anomalías térmicas encontradas en el barrido termográfico el 48 % corresponde a seccionadores. En el alimentador Totoras se encontraron 2 puntos críticos con el 6,25 %, 17 puntos normales con el 53,12 %, 13 puntos medios con el 40,62% que corresponden al total de puntos inspeccionados.”

Este estudio determinó el diagnóstico como mantenimiento preventivo de los sistemas eléctricos y su importancia para alargar la vida útil de los equipos inmersos en el proceso de transporte y empuje de la energía eléctrica. Con su aporte, estos revalorizan el valor de los equipos instalados, evitando la adquisición de nuevos aparatos y por ende el aumento del presupuesto de las empresas involucradas.

En relación a la problemática específica que ocupa el presente estudio, el diagnóstico tiene un valor incalculable debido a la situación post siniestro ocurrido el 16 de abril del 2016. Como consecuencia del movimiento telúrico registrado, las subestaciones eléctricas tienen un funcionamiento deficiente, en desmedro de la calidad del servicio para la cual fueron diseñadas y construidas.

Con esta información se pretende, determinar aspectos de importancia como la potencia instalada en las subestaciones de distribución eléctrica en la provincia, para de este modo diseñar una propuesta para la reparación emergente de las subestaciones colapsadas o averiadas.

## **DISEÑO TEÓRICO**

### **1.2 Problema**

¿Cuál es el estado de las subestaciones de distribución eléctrica Manabí antes y después del 16 de abril del 2016?

### **1.3 Objeto**

Subestaciones de distribución eléctrica

## **1.4 Campo**

Subestaciones eléctricas

## **1.5 Objetivo**

Realizar un diagnóstico del estado de las subestaciones de distribución eléctrica Manabí antes y después del 16 de abril.

## **1.6 Variables**

Variable independiente: Subestaciones de distribución eléctrica

Variable dependiente: Diagnóstico de daños y averías

## **1.7 Tareas Científicas**

- Efectuar un recorrido y diagnóstico de campo en las subestaciones de distribución eléctrica Manabí.
- Efectuar un levantamiento fotográfico de las subestaciones.
- Establecer los daños y averías ocasionados por el siniestro del 16A en las subestaciones de distribución eléctrica Manabí.
- Diseñar una propuesta para la reparación emergente de las subestaciones de distribución eléctrica Manabí.
- Determinar la potencia instalada en las subestaciones de distribución de Manabí.

## **1.8 METODOLOGÍA**

### **1.8.1 Ubicación del Estudio**

El presente estudio se ubicará dentro de los límites geográficos de la provincia de Manabí de manera general, y dentro de las subestaciones de distribución eléctrica de manera específica.

### **1.8.2 Tipo de Investigación**

El tipo de investigación a utilizar será el NO experimental, a través de un muestreo técnico-estadístico de campo.

### **1.8.3 Métodos**

El método a utilizar será el Científico: empírico-diagnóstico-hipotético-inductivo-deductivo, porque se plantea un problema, a través de un proceso de deducción este problema remite a una teoría, partir del marco teórico se plantea una hipótesis y mediante el razonamiento inductivo validará empíricamente la misma (Rodríguez, 2013).

## **1.9 Técnicas**

Una de las técnicas utilizadas será la observación de campo, la que permitirá observar y describir los fenómenos y hechos a investigar (Guzmán, 2010).

Además, se utilizará la encuesta, la misma que será aplicada a trabajadores y encargados de las subestaciones.

### **1.9.1 Análisis Estadístico**

Se utilizará herramientas de estadística inferencial para realizar comparativos entre variables (Guzmán, 2010). Se aplicarán los siguientes análisis estadísticos:

- Análisis de medias
- Promedios.
- Aproximaciones percentiles

### **1.9.2 Diseño Metódico del muestreo**

Metodología de muestreo no aleatorio, en el que se determinará la población total de objetos de estudio (subestaciones) dentro de la provincia de Manabí, para luego realizar un muestreo completo de las mismas.

### **1.9.3 Población y Muestra**

La provincia de Manabí cuenta con un total de 30 subestaciones de distribución eléctrica. La totalidad de las mismas serán evaluadas de manera integral con la finalidad de determinar su estado antes y después de 16A. Al mismo tiempo se encuestará a los trabajadores de las subestaciones.

Las subestaciones a estudiar serán:

- Subestación Manta 1 ubicada en Miraflores
- Subestación Manta 2 ubicada vía Manta-Rocafuerte
- Subestación Manta 3 ubicada en San Pedro
- Subestación Manta 4 ubicada vía a San Juan de Manta
- Subestación Montecristi 2 ubicada en la vía Manta Colorado
- Subestación Montecristi 1 ubicada frente al café vía Manta – Montecristi
- Subestación Rio de Oro ubicada en la por Cerro de Hojas
- Subestación Portoviejo 1 ubicada frente a la Bellavista

- Subestación Portoviejo 2 ubicada por el colegio 12 de Marzo
- Subestación Playa Prieta ubicada en Playa Prieta
- Subestación Crucita ubicada vía a Crucita
- Subestación Lodana ubicada en Lodana
- Subestación Barranco Colorado ubicada vía 24 de mayo
- Subestación Casa Lagarto ubicada en Santa Ana
- Subestación Bellavista ubicada entrada de Bellavista
- Subestación Puerto Cayo ubicada vía Puerto Cayo- Machalilla
- Subestación Machalilla ubicada en Machalilla
- Subestación Jipijapa ubicada en la entrada antigua de Jipijapa
- Subestación Paján-Colimes ubicada en antigua vía Paján- Cascol
- Subestación Rocafuerte ubicada en la vía Rocafuerte-Tosagua
- Subestación Tosagua ubicada en antiguo ingreso a Tosagua
- Subestación Calceta ubicada detrás del cementerio
- Subestación Chone ubicada en la entrada a Chone vía Tosagua-Chone
- Subestación Sesme ubicada en la vía Chone-Flavio Alfaro
- Subestación Pedernales ubicada en la entrada a pedernales vía Pedernales- Jama
- Subestación Jama ubicada en la salida de Jama vía Jama- Pedernales
- Subestación San Vicente ubicada en la vía San Vicente- San Antonio
- Subestación Bahía ubicada en Leónidas Plaza
- Subestación Estancilla ubicada en la Estancilla

## CAPÍTULO 2

### 2 MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Subestaciones eléctricas

Según Enríquez (2005): “Una subestación eléctrica es un conjunto de elementos o dispositivos que nos permiten cambiar las características de energía eléctrica (voltaje, corriente, frecuencia, etc.), tipo C.A. a C.C., o bien, conservarle dentro de ciertas características” (pág. 34).

Una subestación eléctrica se constituye por un conjunto conectado y articulado de máquinas, aparatos y circuitos, con la finalidad de modificar los parámetros de potencia eléctrica (corriente y voltaje), para de ésta manera producir un medio de interconexión y despacho entre las diferentes líneas de un sistema. A través de estas estructuras y mecanismos, se logra controlar el flujo de energía, brindando seguridad para el sistema eléctrico, para los mismos equipos y para el personal de operación y mantenimiento (Espeso, Fernández, Espeso, & Fernández, 2007, p. 21).

##### 2.1.1 Clasificación de las subestaciones eléctricas

###### a. Por su operación

De corriente alterna

De corriente continua

###### b. De acuerdo con la función que desempeñan, se clasifican en:

Subestaciones patios de distribución: Se encuentran adyacentes a las centrales eléctricas o plantas generadoras de electricidad, con el fin de modificar los parámetros de la potencia suministrada por los generadores para permitir la transmisión de alta tensión en líneas de transmisión. “A este respecto se puede mencionar que los generadores producen energía eléctrica a tensiones entre 5 y 25 KV y la transmisión dependiendo del volumen de energía y la distancia se

puede efectuar a (69, 85, 115, 138, 230, 400, 765 KV) en corriente alterna” (Enríquez, 2002, p. 37).

Subestaciones receptoras primarias: Son alimentadas directamente por líneas de transmisión y reducen la tensión a valores menores para la alimentación de los sistemas de subtransmisión o las redes de distribución, de manera que dependiendo de la tensión de transmisión pueden tener en su secundario tensiones del orden de 115,69 y eventualmente 34,5; 13,8; 6,9 o 4,16 KV. (Enríquez, 2005, p. 43)

Sawli (2011) define: “Subestaciones receptoras secundarias: Se alimentan de redes de subtransmisión y suministran la energía eléctrica a las redes de distribución a tensiones comprendidas entre 34,5 y 6,9 KV” (pág. 18).

### **c. Por su construcción se clasifica en:**

Enríquez (2002) afirma:

Subestaciones aisladas en aire: En este tipo de subestaciones, el aire sirve como medio aislante y, por lo tanto, se usan principalmente en exteriores. En el caso de subestaciones de alta y extra alta tensión, tiene el inconveniente de que ocupan un espacio importante para su construcción, por lo que su aplicación en áreas urbanas densamente pobladas está restringida a la disponibilidad de terrenos. (pág. 14)

Bayod (2008) establece:

Subestaciones tipo intemperie: Se construyen en terrenos o áreas expuestas al medio ambiente (intemperie) y por tanto requieren de un diseño, aparatos y máquinas capaces de soportar el funcionamiento en condiciones atmosféricas adversas como lluvia, viento, contaminación aérea, nieve, descargas atmosféricas, entre otras (Bayod, 2008). Por lo general se adaptan en los sistemas de alta y extra alta tensión (Enríquez, Elementos de diseño de subestaciones eléctricas, 2002).

Subestaciones de tipo interior: En este tipo de subestaciones los aparatos y máquinas que se usan están diseñados para operar en interiores. Esta es una solución que ha caído en desuso para las subestaciones aisladas en aire, con la creciente utilización de las subestaciones aisladas en hexafluoruro de azufre; sin embargo, como diseño, sigue siendo una opción en ciertos casos de subestaciones localizadas en áreas urbanas. En la actualidad son pocos los tipos de subestaciones tipo interior utilizadas, y son usadas mayormente en las industrias. (Enríquez, 2005, p. 16).

Trashorras (2015) define:

Subestaciones tipo blindado: En estas subestaciones, los aparatos y las máquinas se encuentran muy protegidos y el espacio necesario es muy reducido en comparación con las construcciones de subestaciones convencionales, por lo general se usan en el interior de fábricas, hospitales, auditorios, edificios y centros comerciales que requieren de poco espacio para esas instalaciones. (pág. 365)

Subestaciones compactas o unitarias: Las subestaciones unitarias reciben también el nombre de compactas, debido al poco espacio que ocupan dentro de una instalación, y se puede agrupar básicamente en dos tipos: Primarias y secundarias. Las primarias se construyen en tipo intemperie y tipo interior, operando con tensiones superiores a 600 V, ya sea para la alimentación de subestaciones secundarias o para interconectarse entre subestaciones, o bien, para alimentar directamente cargas grandes, como por ejemplo grandes motores eléctricos. Generalmente están cerradas completamente por medio de placas metálicas, de manera que no tienen partes vivas o energizadas expuestas al contacto de las personas (Enríquez, 2002, p. 17).

**d. De acuerdo al voltaje que manejan, se clasifican en:**

Las subestaciones elevadoras son analizadas desde la perspectiva de De Jesus, Ynzunza, & Olivares (2013), quien estima: “Este tipo de subestaciones se usa normalmente en las centrales eléctricas, cuando se trata de elevar los voltajes de generación a valores de voltajes de transmisión” (pág. 37).



Las subestaciones reductoras aparecen cuando los transformadores de potencia reducen los niveles de tensión, por ejemplo, de transmisión (400, 230, 115 KV) a subtransmisión (85, 69 KV) o de subtransmisión a distribución (23, 13.8, 6.6), o bien, a utilización (6.6, 4.16, 2.4, 0.48, 0.44, 0.22 KV) (Enríquez, 2005, p. 13).

Enríquez (2005) sostiene:

Subestaciones de enlace: En los sistemas eléctricos se requiere tener mayor flexibilidad de operación para incrementar la continuidad del servicio y consecuentemente la confiabilidad, por lo que es conveniente el uso de las llamadas subestaciones de enlace. Subestaciones en anillo: Estas subestaciones se usan con frecuencia en los sistemas de distribución para interconectar subestaciones que están interconectadas a su vez con otras. Subestaciones radiales: Es cuando una subestación tiene un solo punto de alimentación y no se interconecta con otras. (pág. 13-14)

Subestaciones de switcheo: En estas subestaciones no se tienen transformadores de potencia, ya que no se requiere modificar el nivel de voltaje de las fuentes de alimentación y solo se hacen operaciones de conexión y desconexión (Enríquez, 2002, p. 14).

### **2.1.2 Elementos constitutivos de una subestación**

Los elementos que constituyen una subestación se pueden clasificar en elementos principales y elementos secundarios (De Jesus, Ynzunza, & Olivares, 2013, p. 39).

#### **a. Elementos principales**

- Transformador
- Interruptor de potencia
- Restaurador
- Cuchillas fusibles

- Cuchillas desconectadoras y cuchillas de prueba
- Pararrayos o Equipos de protección contra descargas atmosféricas
- Tableros dúplex de control
- Condensadores
- Transformadores para instrumentos (De Jesus, Ynzunza, & Olivares, 2013, p. 40).

**b. Elementos secundarios**

- Cables de potencia.
- Cables de control.
- Alumbrado.
- Estructura.
- Herrajes.
- Equipo contra incendio.
- Equipo de filtrado de aceite.
- Sistema de tierras.
- Carrier.
- Intercomunicación.
- Trincheras, conducto, drenajes.
- Cercas (De Jesus, Ynzunza, & Olivares, 2013, p. 43).

## **2.1.3 Sistema eléctrico ecuatoriano**

### **2.1.3.1 Generalidades**

El abastecimiento eléctrico se provee a través de tres etapas, generación, transmisión y distribución, siendo esta última la encargada de llevar la energía eléctrica a los consumidores finales en forma eficiente y bajo estándares de calidad de servicio dentro de regulaciones nacionales. Este proceso, realizado vía redes de alimentación y subestaciones, debe ser continuamente modificado con el fin de mantener el sistema permanentemente adaptado, producto de los constantes cambios de la demanda. (Cenace;, 2008)

La planificación tanto de la operación y expansión de los sistemas de distribución eléctricos en el largo plazo es una tarea altamente compleja, que involucra altos costos de inversión y una gran diversidad de alternativas posibles. (Cenace;, 2008)

De acuerdo con lo que establece el artículo 34 de la Ley de Régimen del Sector Eléctrico (LRSE), que dice: (Cenace;, 2008)

“La Distribución y Comercialización de la energía eléctrica se lleva a cabo en el país a través de empresas eléctricas distribuidoras, que tienen un área geográfica de concesión específica; estas empresas no pueden realizar actividades de generación o transmisión, salvo en aquellos casos de excepción que contempla la Ley”.

El funcionamiento de las empresas de distribución se rige por los reglamentos correspondientes, principalmente los de Concesiones, Suministro de Servicio, Tarifas y Mercado Eléctrico Mayorista; también forma parte de la normativa que rige a las Empresas Distribuidoras, la Ley Especial de Electrificación Rural, su reglamento y procedimientos de aplicación. (Cenace;, 2008)

### **2.1.3.2 CNEL EP Manabí**

#### **Reseña Histórica**

CNELEP (2016) sostiene:

CNEL EP es la mayor Empresa de Distribución y Comercialización de energía eléctrica en el Ecuador, se constituyó en sociedad anónima como CNEL S.A. mediante escritura pública de fusión el 15 de diciembre de 2008; y, estuvo integrada por las disueltas empresas eléctricas de distribución: Bolívar S.A., Regional El Oro S.A., Regional Esmeraldas S.A., Regional Guayas-Los Ríos S.A., Manabí S.A., Milagro C.A., Los Ríos S.A., Santo Domingo S.A., Península de Santa Elena S.A. y, Regional Sucumbíos S.A. (web)

La Empresa Eléctrica Pública Estratégica Corporación Nacional de Electricidad CNEL EP, se constituyó mediante Decreto Ejecutivo No. 1459, emitido el 13 de marzo de 2013 por el Presidente de la República, Rafael Correa Delgado, con el fin de prestar los servicios públicos de distribución y comercialización de energía eléctrica, actualmente tiene la responsabilidad de servir a más de 2,3 millones de clientes, con una cobertura del 95% dentro de su área de servicio. (CNELEP, 2016, p. web)

El 17 de septiembre de 2014, se integró la Unidad de Negocio Guayaquil, y el 5 de marzo de 2015 mediante Resolución se creó la Unidad de Eficiencia Energética sumado así 12 las Unidades de Negocio que conforman actualmente la Corporación, su equipo gerencial, así como sus técnicos planifican y ejecutan actividades con miras a convertirla en una empresa pública sostenible, alineada a la planificación nacional, intersectorial y sectorial, con énfasis en la calidad de los servicios técnicos y comerciales. (CNELEP, 2016, p. web)

En los últimos años CNEL EP, con una fuerte inversión en el desarrollo de proyectos, ha fortalecido la infraestructura civil, tecnológica y el sistema eléctrico de subtransmisión, distribución y alumbrado público en las 10 provincias a las cuales sirve, lo que sumado a las políticas, planes de operación, mantenimiento y

comerciales, así como la incorporación de nuevos técnicos capacitados y debidamente equipados, ha hecho posible mejorar los indicadores de calidad del servicio y de pérdidas de energía eléctrica, lo que ha permitido contribuir y apoyar el desarrollo del Plan Nacional del Buen Vivir, que impulsa el Gobierno Nacional.

Actualmente, CNEL EP, es por su nivel de ingresos, la cuarta mayor empresa del país, cubre con su servicio el 44,5% del territorio nacional y provee de energía eléctrica al 50% de la población ecuatoriana. (CNELEP, 2016, p. web)

### **Unidad de negocio EP Manabí**

#### **Misión**

Brindar el servicio público de distribución y comercialización de energía eléctrica para generar bienestar a nuestros consumidores y contribuir al desarrollo del país, con talento humano comprometido, tecnología de punta, innovación y respeto al ambiente. (CNELEP, 2016, p. web)

#### **Visión**

Al 2017 ser una Empresa líder en la prestación del servicio eléctrico en el Ecuador, reconocida por su calidad, cobertura y eficiencia. (CNELEP, 2016, p. web)

## **CAPÍTULO III**

### **3 DIAGNÓSTICO O ESTUDIO DE CAMPO**

La provincia de Manabí tiene una extensión de 18940 Km<sup>2</sup>, limita al norte con la provincia de esmeraldas, al sur con las provincias de Santa Elena y Guayas, al este con las provincias de Guayas, Los Ríos y Santo Domingo de los Tsáchilas, y al oeste con el Océano Pacífico. ([www.manabi.gob.ec](http://www.manabi.gob.ec))

El océano Pacífico baña 350 Kilómetros de costa manabita. Los accidentes geográficos de mayor importancia son de norte a sur: la península de Cojimíes; los Cabos Pasados, San Mateo y San Lorenzo, las puntas Cojimíes, de Caráquez y Manta, las ensenadas: Jama, Crucita, Cayo o Machalilla. Frente a Cayo, a una distancia de 15 km., de la costa se encuentra la isla de la Plata, que tiene una extensión de 4,5 Km., de largo por 1,5 Km., de ancho. Otra isla más pequeña que la anterior es la de Cojines. ([www.manabi.gob.ec](http://www.manabi.gob.ec))

Según el último censo realizado en el 2010, Manabí tiene 1.369.780 habitantes (<http://www.ecuadorencifras.gob.ec>)

La implementación del estudio de diagnóstico, comprendió en primera instancia, el mapeo de las subestaciones de la provincia de Manabí. Para este fin fue necesario indagar esta información en las entidades competentes en la ciudad de Manta y Portoviejo. A continuación, se efectuó la planificación para el estudio de campo, que comprendió el diseño de una ruta estratégica que contuvo los sitios exactos donde muestrear.

De este modo se pudo obtener el siguiente mapa de ruta:

Figura 1. Ubicación en el mapa de las subestaciones de Manabí



([www.manabi.gob.ec](http://www.manabi.gob.ec))

Ciudades con más de una subestación

S/E MANTA	S/E MONTECRISTI	S/E PORTOVIEJO
MANTA 1	MONTECRISTI 1	PORTOVIEJO 1
MANTA 2	MONTECRISTI 2	PORTOVIEJO 2
MANTA 3		PORTOVIEJO 3
MANTA 4		PLAYA PRIETA
		RIO DE ORO
		CRUCITA

Fuente: Autor

### 3.1 Situación previa al terremoto

#### 3.1.1 Subestación Barranco Colorado

Transformador de potencia de 10 a 12,5 MVA. Voltaje 69 KV / 13.8 KV

CANTIDAD	EQUIPOS
1	Interruptor SF6
1	Interruptor en vacío
3	Reconectores en vacío
9	TC
3	TP
9	Cajas portafusibles

Fuente: Autor

Figura 2. Subestación Barranco Colorado



Fuente: Autor

### 3.2 Situación después del terremoto

#### 3.2.1 Subestación Barranco Colorado

- Transformador de potencia posee riel que es la parte constitutiva del transformador, la cual está directamente a la cimentación por lo que su desplazamiento fue mínimo.
- Los interruptores y los reconectores no presentaron afectación, estimamos por que la conexión eléctrica se realiza con conductor flexible



evitando la tensión mecánica y además los anclajes se realizó con pernos a la base de la cimentación.

- Barras de bahía 69 KV y bahía 13,8 KV están con regulación técnica aceptables por lo que no permitió tener contacto físico con barra cercana entre sí.
- Conexiones entre barras en buen estado, las cuales están reguladas con conductor de aluminio con aleación.
- Conductor de alimentación del transformador de 69 KV y la alimentación 13,8 KV no presentaron afectación durante el terremoto por que el conductor es flexible y los esfuerzos longitudinales no tuvieron afectación en la entrada y salida de los busshing del transformador por la tensión mecánica ejercida.
- Los Transformadores de corriente no sufrieron daños durante el terremoto, porque el conductor es flexible y tienen el desplazamiento necesario, lo que no permitieron que estos se averiaran por los esfuerzos longitudinales y la tensión mecánica ejercida sobre ellos.

Figura 3. Bahía 13,8 KV



Fuente: Autor

Figura 4. Base de transformador



Fuente: Autor

Figura 5. Aisladores 69 KV



Fuente: Autor

Figura 6. Interruptor SF6



Fuente: Autor

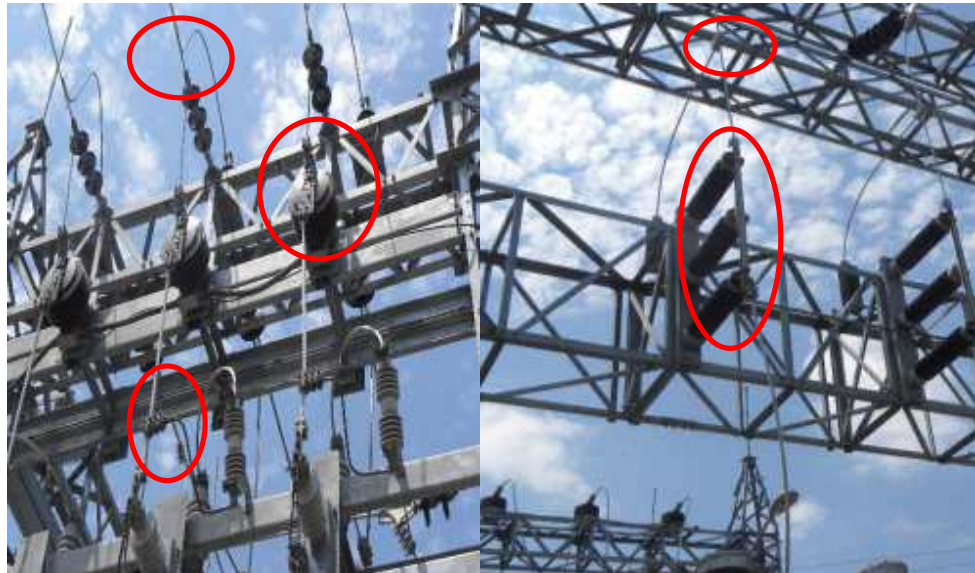
Figura 7. Conductor de transformador. Figura 8. Interruptor en vacío.



Fuente: Autor

Fuente: Autor

Figura 9. Salida de bahía hacia los TC    Figura 10. Seccionador del bahía 69 KV



Fuente: Autor

Fuente: Autor

### 3.3 Situación previa al terremoto

#### 3.3.1 Subestación Bellavista

Transformador de potencia de 5 a 6,25 MVA. Voltaje 69 KV / 13.8 KV

CANTIDAD	EQUIPOS
1	Interruptor SF6
3	Reconectores en vacío
6	TC
3	TP
6	Cajas portafusibles

Fuente: Autor

Figura 11. Subestación Bellavista



Fuente: Autor

### 3.4 Situación después del terremoto

#### 3.4.1 Subestación Bellavista

- Transformador de potencia posee riel que es la parte constitutiva del transformador, la cual está directamente a la cimentación por lo que su desplazamiento fue mínimo.
- El interruptor y los reconectores no presentaron afectación, estimamos por que la conexión eléctrica se realiza con conductor flexible evitando la tensión mecánica y además los anclajes se realizó con pernos a la base de la cimentación.
- Barras de bahía 69 KV y bahía 13,8 KV están con regulación técnicamente aceptables por lo que no permitió tener contacto físico con barra cercana entre sí.
- Conexiones entre barras en buen estado, las cuales están reguladas con conductor de aluminio con aleación.
- Conductor de alimentación del transformador de 69 KV y la alimentación 13,8 KV no presentaron afectación durante el terremoto por que el conductor es flexible y los esfuerzos longitudinales no tuvieron afectación en la entrada y salida de los busshing del transformador por la tensión mecánica ejercida.



- Los transformadores potenciales no sufrieron daños durante el terremoto, porque el conductor es flexible y tienen el desplazamiento necesario, lo que no permitieron que estos se averiaran por los esfuerzos longitudinales y la tensión mecánica ejercida.

Figura 12. Bahía 69 KV



Fuente: Autor

Figura 13. Conexión entre barras



Fuente: Autor

Figura 14. Transformador de potencial



Fuente: Autor

Figura 15. Base de transformador de potencia



Fuente: Autor

Figura 16. Cadena de aislador 69 KV    Figura 17. Estado de los conductores.



Fuente: Autor

Fuente: Autor

Figura 18. Reconector de bahía 13,8 KV    Figura 19. Seccionadores de bahía 13,8 KV



Fuente: Autor

Fuente: Autor

### 3.5 Situación previa al terremoto

#### 3.5.1 Subestación Colimes-Paján

Transformador de potencia de 10 a 12,5 MVA. Voltaje 69 KV / 13.8 KV

CANTIDAD	EQUIPOS
3	Seccionador 69 KV
9	TC
3	TP
3	Alimentadores

Fuente: Autor

Figura 20. Subestación Colimes-Paján



Fuente: Autor

### 3.6 Situación después del terremoto

#### 3.6.1 Subestación Colimes

- Transformador de potencia posee riel que es la parte constitutiva del transformador, la cual está directamente a la cimentación por lo que su desplazamiento fue mínimo.
- Barras de bahía 69 KV y bahía 13,8 KV están con regulación técnicamente aceptables por lo que no permitió tener contacto físico con barra cercana entre sí.

- Conexiones entre barras en buen estado, las cuales están reguladas con conductor de aluminio con aleación.
- Conductor de alimentación del transformador de 69 KV y la alimentación 13,8 KV no presentaron afectación durante el terremoto por que el conductor es flexible y los esfuerzos longitudinales no tuvieron afectación en la entrada y salida de los busshing del transformador por la tensión mecánica ejercida.

Figura 21. Bahía de 69 KV



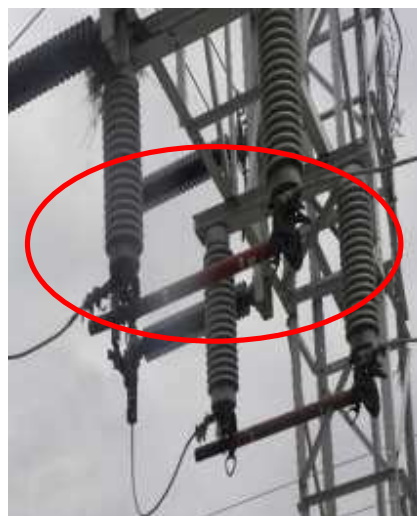
Fuente: Autor

Figura 22. Seccionador bahía 69 KV



Fuente: Autor

Figura 23. Alimentación del transformador



Fuente: Autor

Figura 24. Base de transformador



Fuente: Autor



Figura 25. Bahía 13,8 Kv con Mampostería      Figura 26. Alimentación hacia los ramales



Fuente: Autor

Fuente: Autor

Figura 27. Cabinas de control



Fuente: Autor

### 3.7 Situación previa al terremoto

#### 3.7.1 Subestación Montecristi 2

Transformador de potencia de 16 a 20 MVA. Voltaje de 69 KV / 13,8 KV

CANTIDAD	EQUIPOS
3	Interruptor SF6
1	Interruptor en vacío
4	Reconectores en vacío
12	TC
3	TP
12	Cajas portafusibles

Fuente: Autor

Figura 28. Subestación Montecristi 2



Fuente: Autor

### 3.8 Situación después del terremoto

#### 3.8.1 Subestación Montecristi 2

- Transformador de potencia posee riel que es la parte constitutiva del transformador, la cual está directamente a la cimentación por lo que su desplazamiento fue mínimo.
- Los interruptores y los reconectores no presentaron afectación, estimamos por que la conexión eléctrica se realiza con conductor flexible

evitando la tensión mecánica y además los anclajes se realizó con pernos a la base de la cimentación.

- Barras de bahía 69 KV y bahía 13,8 KV están con regulación técnicamente aceptables por lo que no permitió tener contacto físico con barra cercana entre sí.
- Conexiones entre barras en buen estado, las cuales están reguladas con conductor de aluminio con aleación.
- Conductor de alimentación del transformador de 69 KV y la alimentación 13,8 KV no presentaron afectación durante el terremoto por que el conductor es flexible y los esfuerzos longitudinales no tuvieron afectación en la entrada y salida de los busshing del transformador por la tensión mecánica ejercida.
- Los transformadores de corriente sufrieron daño durante el terremoto, estimamos que el esfuerzo de la barra de conexión del conductor no tenía el desplazamiento necesario (tensión mecánica) para poder soportar los esfuerzos longitudinales del terremoto por lo que se averiaron los busshing del transformador de corriente.
- Los transformadores potenciales no sufrieron daños durante el terremoto, porque el conductor es flexible y tienen el desplazamiento necesario, lo que no permitieron que estos se averiaran por los esfuerzos longitudinales y la tensión mecánica ejercida.
- Equipos utilizados para la sustitución de los averiados.

CANTIDAD	EQUIPOS
2	TC

Fuente: Autor

Figura 29. TC averiados



Fuente: Autor

Figura 30. Transformador de corriente.



Fuente: Autor

Figura 31. Transformador de potencia



Fuente: Autor

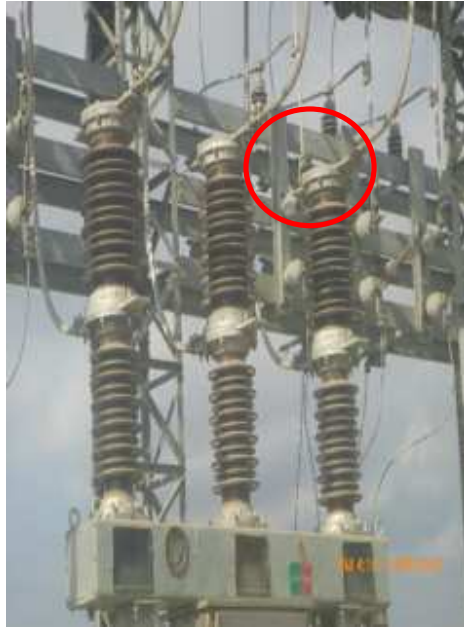
Figura 32. Alimentación a bahía 13,8 KV



Fuente: Autor



Figura 33. Interruptor en vacío



Fuente: Autor

Figura 34. Interruptor SF6



Fuente: Autor

Figura 35. Alimentación al Transformador



Fuente: Autor

Figura 36. Seccionador de 69 KV



Fuente: Autor

### 3.9 Situación previa al terremoto

#### 3.9.1 Subestación de Jipijapa

Transformador de potencia de 10 a 12,5 MVA. Voltaje de 69 KV/13,8 KV

CANTIDAD	EQUIPOS
3	Interruptor SF6
1	Interruptor en vacío
3	Reconectores en vacío
9	TC
3	TP
9	Cajas portafusibles

Fuente: Autor

Figura 37. Subestación de Jipijapa



Fuente: Autor

### 3.10 Situación después del terremoto

#### 3.10.1 Subestación Jipijapa

- Columnas de la Bahía 69 KV sufrieron afectación durante el terremoto del 16 de abril por lo que fueron reforzadas sus bases.
- Transformador de potencia posee riel que es la parte constitutiva del transformador, la cual está directamente a la cimentación por lo que su desplazamiento fue mínimo.

- Los interruptores y los reconectores no presentaron afectación, estimamos por que la conexión eléctrica se realiza con conductor flexible evitando la tensión mecánica y además los anclajes se realizó con pernos a la base de la cimentación.
- Barras de bahía 69 KV y bahía 13,8 KV están con regulación técnica aceptables por lo que no permitió tener contacto físico con barra cercana entre sí.
- Conexiones entre barras en buen estado, las cuales están reguladas con conductor de aluminio con aleación.
- Conductor de alimentación del transformador de 69 KV y la alimentación 13,8 KV no presentaron afectación durante el terremoto por que el conductor es flexible y los esfuerzos longitudinales no tuvieron afectación en la entrada y salida de los busshing del transformador por la tensión mecánica ejercida.
- Los transformadores potenciales no sufrieron daños durante el terremoto, porque el conductor es flexible y tienen el desplazamiento necesario, lo que no permitieron que estos se averiaran por los esfuerzos longitudinales y la tensión mecánica ejercida sobre ellos.

Figura 38. Bahía 69 KV



Fuente: Autor

Figura 39. Reforzamiento de columna



Fuente: Autor

Figura 40. Base de interruptor



Fuente: Autor

Figura 41. Aislador den 69 KV



Fuente: Autor

Figura 42. Base de transformador



Fuente: Autor

Figura 43. Conexión de barras



Fuente: Autor



Figura 44. TP

Figura 45. Reconectador



Fuente: Autor

Fuente: Autor

### 3.11 Situación previa al terremoto

#### 3.11.1 Subestación de Lodana

Trasformador de potencia de 5MVA y 2,5 MVA. Voltaje 69KV/13,8KV

CANTIDAD	EQUIPOS
2	Interruptor SF6
1	Interruptor en vacío
1	Reconectores en vacío
9	TC
3	TP

Fuente: Autor

Figura 46. Subestación de Lodana



Fuente: Autor

### 3.12 Situación después del terremoto

#### 3.12.1 Subestación Lodana

- Transformadores de potencia posee riel que es la parte constitutiva del transformador, la cual está directamente a la cimentación por lo que su desplazamiento fue mínimo.
- Los interruptores y los reconectador no presentaron afectación, estimamos por que la conexión eléctrica se realiza con conductor flexible evitando la tensión mecánica y además los anclajes se realizó con pernos a la base de la cimentación.
- Barras de bahía 69 KV y bahía 13,8 KV están con regulación técnicamente aceptables por lo que no permitió tener contacto físico con barra cercana entre sí.
- Conexiones entre barras en buen estado, las cuales están reguladas con conductor de aluminio con aleación.
- Conductor de alimentación del transformador de 69 KV y la alimentación 13,8 KV no presentaron afectación durante el terremoto por que el conductor es flexible y los esfuerzos longitudinales no tuvieron afectación

en la entrada y salida de los busshing del transformador por la tensión mecánica ejercida.

- Postes del castillo de 69 KV sufrieron daño durante el terremoto por los esfuerzos longitudinales y transversales de las barras, llevando a que estos se viren.
- Los transformadores potenciales no sufrieron daños durante el terremoto, porque el conductor es flexible y tienen el desplazamiento necesario, lo que no permitieron que estos se averiaran por los esfuerzos longitudinales y la tensión mecánica ejercida sobre ellos.

Figura 47. Alimentación 69 KV

Figura 48. Poste virado de la bahía 69KV



Fuente: Autor

Fuente: Autor

Figura 49. Base de transformador



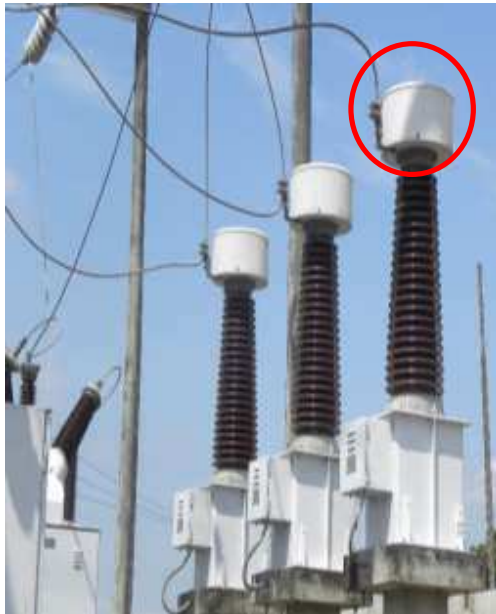
Fuente: Autor

Figura 50. Puentes



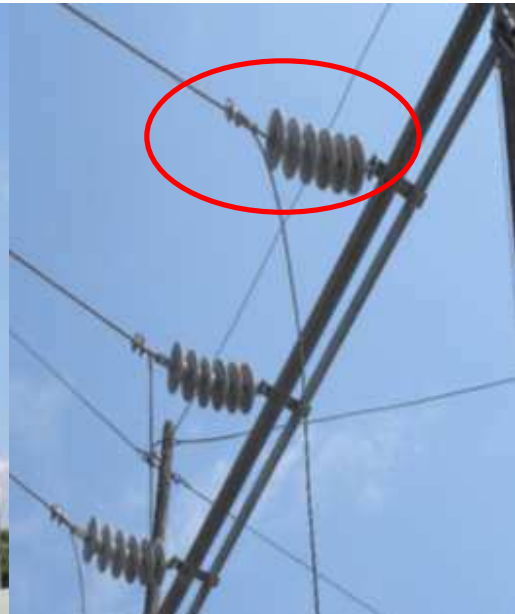
Fuente: Autor

Figura 51. Transformadores de potencial



Fuente: Autor

Figura 52. Aislador 69 KV



Fuente: Autor



Figura 53. Cabina de control



Fuente: Autor

Figura 54. Reconectores



Fuente: Autor

### 3.13 Situación previa al terremoto

#### 3.13.1 Subestación de Manta 1

Transformador de 16 a 20 MVA. Transformador de 25 MVA. Transformador de 25 MVA. Voltaje 69 KV/13,8 KV.

CANTIDAD	EQUIPOS
5	Interruptor SF6
3	Interruptor en vacío
9	Reconectores en vacío
27	TC
3	TP
27	Cajas portafusibles

Fuente: Autor

Figura 55. Subestación de Manta 1



Fuente: Autor

### **3.14 Situación después del terremoto**

#### **3.14.1 Subestación Manta 1**

- Cuarto de equipos de control y monitoreo presento afectación en obra civil durante el terremoto del 16 de abril.
- Transformador de potencia posee riel que es la parte constitutiva del transformador, la cual está directamente a la cimentación por lo que su desplazamiento fue mínimo.
- Los interruptores y los reconectores no presentaron afectación, estimamos por que la conexión eléctrica se realiza con conductor flexible evitando la tensión mecánica y además los anclajes se realizó con pernos a la base de la cimentación.
- Barras de bahía 69 KV y bahía 13,8 KV están con regulación técnicamente aceptables por lo que no permitió tener contacto físico con barra cercana entre sí.
- Conexiones entre barras en buen estado, las cuales están reguladas con conductor de aluminio con aleación.
- Conductor de alimentación del transformador de 69 KV y la alimentación 13,8 KV no presentaron afectación durante el terremoto por que el conductor es flexible y los esfuerzos longitudinales no tuvieron afectación

en la entrada y salida de los busshing del transformador por la tensión mecánica ejercida.

- Los Transformadores de corriente y los transformadores potenciales no sufrieron daños durante el terremoto, porque el conductor es flexible y tienen el desplazamiento necesario, lo que no permitieron que estos se averiaran por los esfuerzos longitudinales y la tensión mecánica ejercida sobre ellos.

Figura 56. Exterior del cuarto control

Figura 57. Bahías



Fuente: Autor

Fuente: Autor

Figura 58. Transformador de potencia

Figura 59. Sistema bypass



Fuente: Autor

Fuente: Autor

Figura 60. Salida de la bahía 13,8 KV hacia los TC

Figura 61. Cajas Portafusibles.



Fuente: Autor

Fuente: Autor

Figura 62. Interruptor en vacío

Figura 63. Reconector



Fuente: Autor

Fuente: Autor



### 3.15 Situación previa al terremoto

#### 3.15.1 Subestación Manta 2

Transformador de potencia de 25 MVA. Voltaje 69 KV/13,8 KV

CANTIDAD	EQUIPOS
2	Interruptor SF6
3	Alimentadoras
9	TC
3	TP
9	Cajas portafusibles

Fuente: Autor

Figura 64. Subestación Manta 2



Fuente: Autor

### 3.16 Situación después del terremoto

#### 3.16.1 Subestación Manta 2

- Cuarto de equipos de control y monitoreo presenta afectación en obra civil durante el terremoto del 16 de abril.
- Bahía de 13,8 KV esta hacia un costado ya que este es poste de hormigón, estimamos que son por los esfuerzos longitudinales y transversales de las barras que sufrieron durante el terremoto.

- Transformador de potencia posee riel que es la parte constitutiva del transformador, la cual está directamente a la cimentación por lo que su desplazamiento fue mínimo.
- Los interruptores no presentaron afectación, estimamos por que la conexión eléctrica se realiza con conductor flexible evitando la tensión mecánica y además los anclajes se realizó con pernos a la base de la cimentación.
- Barras de castillo 69 KV y bahía 13,8 KV están con regulación técnica aceptables por lo que no permitió tener contacto físico con barra cercana entre sí.
- Conexiones entre barras en buen estado, las cuales están reguladas con conductor de aluminio con aleación.
- Conductor de alimentación del transformador de 69 KV y la alimentación 13,8 KV no presentaron afectación durante el terremoto por que el conductor es flexible y los esfuerzos longitudinales no tuvieron afectación en la entrada y salida de los busshing del transformador por la tensión mecánica ejercida.

Figura 65. Cuarto de equipos de control

Figura 66. Alimentador



Fuente: Autor



Fuente: Autor

Figura 67. Bahía de 69 KV



Fuente: Autor

Figura 68. Aislador tipo poste



Fuente: Autor

Figura 69. Transformador de potencia



Fuente: Autor

Figura 70. Conexión de barras



Fuente: Autor

Figura 71. Aislador de suspensión



Fuente: Autor

Figura 72. Bahía 13,8 KV Hacia un costado



Fuente: Autor

### 3.17 Situación previa al terremoto

#### 3.17.1 Subestación Manta 3

Transformador de potencia de 25 MVA. Voltaje 69 KV / 13,8 KV

CANTIDAD	EQUIPOS
1	Interruptor SF6
1	Interruptor en vacío
9	TC
3	TP
3	Alimentadores

Fuente: Auto

Figura 73. Subestación Manta 3



Fuente: Autor

### **3.18 Situación después del terremoto**

#### **3.18.1 Subestación Manta 3**

- Bahía de 13,8 KV esta hacia un costado ya que este es poste de hormigón, estimamos que son por los esfuerzos longitudinales y transversales de las barras que sufrieron durante el terremoto del 16 de abril.
- Transformador de potencia posee riel que es la parte constitutiva del transformador, la cual está directamente a la cimentación por lo que su desplazamiento fue mínimo.
- El interruptor de potencia no presentaron afectación, estimamos por que la conexión eléctrica se realiza con conductor flexible evitando la tensión mecánica y además los anclajes se realizó con pernos a la base de la cimentación.
- Barras de castillo 69 KV y bahía 13,8 KV están con regulación técnicamente aceptables por lo que no permitió tener contacto físico con barra cercana entre sí.
- Conexiones entre barras en buen estado, las cuales están reguladas con conductor de aluminio con aleación.
- Conductor de alimentación del transformador de 69 KV y la alimentación 13,8 KV no presentaron afectación durante el terremoto por que el conductor es flexible y los esfuerzos longitudinales no tuvieron afectación



en la entrada y salida de los busshing del transformador por la tensión mecánica ejercida.

- Los transformadores potenciales no sufrieron daños durante el terremoto, porque el conductor es flexible y tienen el desplazamiento necesario, lo que no permitieron que estos se averiaran por los esfuerzos longitudinales y la tensión mecánica ejercida sobre ellos.

Figura 74. Bahía 13,8 KV

Figura 75. Base del poste de bahía 13,8 KV



Fuente: Autor



Fuente: Autor

Figura 76. Bahía 69 KV

Figura 77. Base de transformador



Fuente: Autor



Fuente: Autor

Figura 78. Distancia entre aisladores

Figura 79. Conductores e interruptor



Fuente: Autor

Fuente: Autor

Figura 80. Alimentadores

Figura 81. Seccionador



Fuente: Autor

Fuente: Autor

### 3.19 Situación previa al terremoto

#### 3.19.1 Subestación Manta 4

Transformador de potencia de 16 a 20 MVA. Voltaje 69 KV/ 13,8 KV

CANTIDAD	EQUIPOS
3	Interrupor SF6
1	Interrupor en vacío
12	TC
3	TP
4	Reconectores

Fuente: Autor

Figura 82. Subestación Manta 4



Fuente: Autor

### 3.20 Situación después del terremoto

#### 3.20.1 Subestación Manta 4

- Cerramiento de la subestación se cuarteo durante el terremoto del 16 de abril.
- Transformador de potencia posee riel que es la parte constitutiva del transformador, la cual está directamente a la cimentación por lo que su desplazamiento fue mínimo.



- Los interruptores y reconectores no presentaron afectación, estimamos por que la conexión eléctrica se realiza con conductor flexible evitando la tensión mecánica y además los anclajes se realizó con pernos a la base de la cimentación.
- Barras de castillo 69 KV y bahía 13,8 KV están con regulación técnicamente aceptables por lo que no permitió tener contacto físico con barra cercana entre sí.
- Conexiones entre barras en buen estado, las cuales están reguladas con conductor de aluminio con aleación.
- Conductor de alimentación del transformador de 69 KV y la alimentación 13,8 KV no presentaron afectación durante el terremoto por que el conductor es flexible y los esfuerzos longitudinales no tuvieron afectación en la entrada y salida de los busshing del transformador por la tensión mecánica ejercida.
- Los Transformadores de corriente y los transformadores potenciales no sufrieron daños durante el terremoto, porque el conductor es flexible y tienen el desplazamiento necesario, lo que no permitieron que estos se averiaran por los esfuerzos longitudinales y la tensión mecánica ejercida sobre ellos.

Figura 83. Cerramiento de la subestación Figura 84. Base de transformador de potencia



Fuente: Autor

Fuente: Autor

Figura 85. Base interruptor

Figura 86. Alimentación de los TC



Fuente: Autor



Fuente: Autor

Figura 87. Aislador del castillo 69 KV

Figura 88. Reconector



Fuente: Autor



Fuente: Autor

Figura 89. Interruptor SF6.



Fuente: Autor

Figura 90. Seccionadores



Fuente: Autor

### 3.21 Situación previa al terremoto

#### 3.21.1 Subestación Montecristi 1

Transformador de potencia de 10 a 12,5 MVA. Transformador de potencia de 2,5 a 2,8 MVA. Voltaje 69 KV/13,8 KV

CANTIDAD	EQUIPOS
2	Interruptor SF6
12	TC
3	TP
3	Alimentadoras

Fuente: Autor

Figura 91. Subestación Montecristi 1



Fuente: Autor

### 3.22 Situación después del terremoto

#### 3.22.1 Subestación Montecristi 1

- Transformador de potencia posee riel que es la parte constitutiva del transformador, la cual está directamente a la cimentación por lo que su desplazamiento fue mínimo.
- El interruptor no presentaron afectación, estimamos por que la conexión eléctrica se realiza con conductor flexible evitando la tensión mecánica y además los anclajes se realizó con pernos a la base de la cimentación.
- Barras de castillo 69 KV y bahía 13,8 KV están con regulación técnicamente aceptables por lo que no permitió tener contacto físico con barra cercana entre sí.
- Conexiones entre barras en buen estado, las cuales están reguladas con conductor de aluminio con aleación.
- Conductor de alimentación del transformador de 69 KV y la alimentación 13,8 KV no presentaron afectación durante el terremoto por que el conductor es flexible y los esfuerzos longitudinales no tuvieron afectación en la entrada y salida de los busshing del transformador por la tensión mecánica ejercida.



- Los transformadores potenciales no sufrieron daños durante el terremoto, porque el conductor es flexible y tienen el desplazamiento necesario, lo que no permitieron que estos se averiaran por los esfuerzos longitudinales y la tensión mecánica ejercida sobre ellos.

Figura 92. Puentes con conductor.    Figura 93. Interruptor SF6



Fuente: Autor

Fuente: Autor

Figura 94. Alimentación del disyuntor    Figura 95. Alimentación hacia la bahía 69 KV



Fuente: Autor

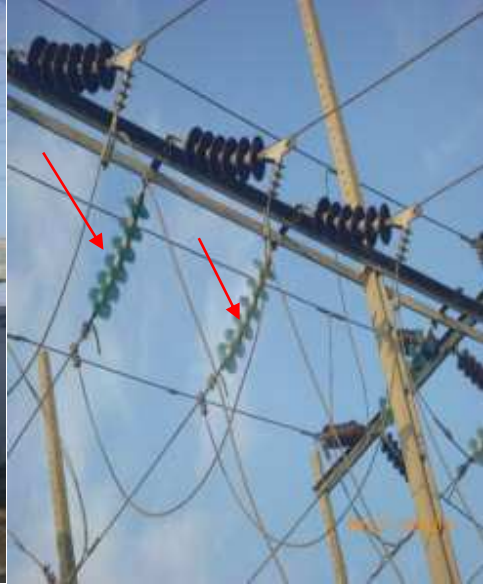
Fuente: Autor

Figura 96. Base del disyuntor y transformador

Figura 97. Aisladores 69 KV



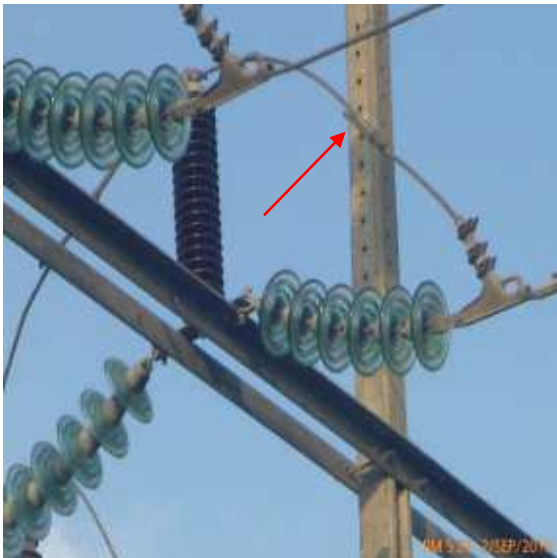
Fuente: Autor



Fuente: Autor

Figura 98. Unión de conductores

Figura 99. Base de cabina de control



Fuente: Autor



Fuente: Autor

### 3.23 Situación previa al terremoto

#### 3.23.1 Playa Prieta

Transformador de potencia de 12,5 MVA. Voltaje 69 KV/ 13,8 KV

CANTIDAD	EQUIPOS
1	Interruptor SF6
9	TC
3	TP
3	Reconectador en vacío

Fuente: Autor

Figura 100. Subestación de Playa Prieta



Fuente: Autor

### 3.24 Situación después del terremoto

#### 3.24.1 Subestación Playa Prieta

- Durante el terremoto colapso la bahía 13,8 KV, ya que por la rusticidad de la bahía que era de hormigón.
- Cimentación donde se ubicaba el transformador se realiza una nueva cimentación.
- Postes de alimentación 69 KV no sufrió afectación.



- Transformador de potencia posee riel que es la parte constitutiva del transformador, la cual está directamente a la cimentación por lo que su desplazamiento fue mínimo.
- Los transformadores potenciales no sufrieron daños durante el terremoto, porque el conductor es flexible y tienen el desplazamiento necesario, lo que no permitieron que estos se averiaran por los esfuerzos longitudinales y la tensión mecánica ejercida sobre ellos.
- Los equipos y elementos utilizados para la continuidad del servicio fueron:

CANTIDAD	EQUIPOS
15	Juegos de Aisladores de suspensión 13,8 KV
9	Seccionador 13,8 KV
3	Reconectador en vacío
8	Poste
	Herrajes
	Conductor

Fuente: Autor

Figura 101. Bahía 13,8 KV colapsada Figura 102. Equipos averiados TC



Fuente: Autor

Fuente: Autor



Figura 103. Bahía Provisional 13,8 KV    Figura 104. Cimentación del transformador



Fuente: Autor



Fuente: Autor

Figura 105. Cimentación nueva para subestación    Figura 106. TC y aisladores averiados



Fuente: Autor



Fuente: Autor

Figura 107. Base del transformador



Fuente: Autor

Figura 108. Conductor al interruptor



Fuente: Autor

### 3.25 Situación previa al terremoto

#### 3.25.1 Subestación de Portoviejo 1

Transformador de potencia de 16 a 20 MVA. Transformador de potencia de 10 a 12,5 MVA. Transformador de potencias de 16 a 20 MVA. Transformador móvil de 10 MVA. Voltaje 69 KV/ 13,8 KV

CANTIDAD	EQUIPOS
9	Interruptor SF6
3	interruptor en vacío
27	TC
3	TP
9	Reconectador en vacío

Fuente: Autor

Figura 109. Subestación de Portoviejo 1



Fuente: Autor

### 3.26 Situación después del terremoto

#### 3.26.1 Subestación Portoviejo 1

- Transformador de potencia posee riel que es la parte constitutiva del transformador, la cual está directamente a la cimentación por lo que su desplazamiento fue mínimo.
- Los interruptores de potencia, disyuntores y reconectores no presentaron afectación, estimamos por que la conexión eléctrica se realiza con conductor flexible evitando la tensión mecánica y además los anclajes se realizó con pernos a la base de la cimentación.
- Barras de cobre del castillo 69 KV en la parte de fijación del aislador permitió el desplazamiento longitudinal y temperatura estimada que favoreció para que no se averiaran durante el terremoto. Bahía 13,8 KV están con regulación técnicamente aceptables por lo que no permitió tener contacto físico con barra cercana entre sí.
- Conexiones entre barras en buen estado, las cuales están reguladas con conductor de aluminio con aleación.
- Conductor de alimentación del transformador de 69 KV y la alimentación 13,8 KV no presentaron afectación durante el terremoto por que el



conductor es flexible y los esfuerzos longitudinales no tuvieron afectación en la entrada y salida de los busshing del transformador por la tensión mecánica ejercida.

Figura 110. Barras de cobre

Figura 111. Conductores de la bahía 69 KV



Fuente: Autor



Fuente: Autor

Figura 112. Base del interruptor

Figura 113. Bahía 13,8 KV



Fuente: Autor



Fuente: Autor

Figura 114. Base del disyuntor



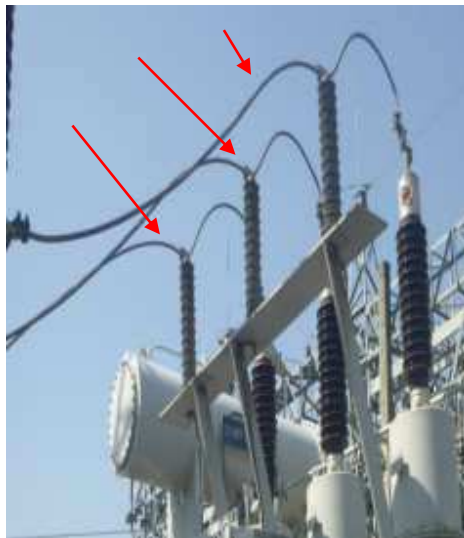
Fuente: Autor

Figura 115. Base del transformador



Fuente: Autor

Figura 116. Alimentación al transformador Figura 117. Alimentación al Reconector



Fuente: Autor



Fuente: Autor

### 3.27 Situación previa al terremoto

#### 3.27.1 Subestación Portoviejo 2

Transformador de potencia de 12,5 MVA. Voltaje 69 KV/ 13,8 KV

CANTIDAD	EQUIPOS
1	Interrupor SF6
1	interrupor en vacío
9	TC
3	TP
3	Alimentador

Fuente: Autor

Figura 118. Subestación Portoviejo 2



Fuente: Autor

### 3.28 Situación después del terremoto

#### 3.28.1 Subestación Portoviejo 2

- Poste de hormigón que sirve como bahía de 13,8 KV esta hacia un costado, estimamos que son por los esfuerzos transversales del conductor que sufrieron durante el terremoto del 16 de abril.
- Transformador de potencia posee riel que es la parte constitutiva del transformador, la cual está directamente a la cimentación por lo que su desplazamiento fue mínimo.



- El interruptor no presento afectación, estimamos por que la conexión eléctrica se realiza con conductor flexible evitando la tensión mecánica y además los anclajes se realizó con pernos a la base de la cimentación.
- Barras de castillo 69 KV y bahía 13,8 KV están con regulación técnica mente aceptables por lo que no permitió tener contacto físico con barra cercana entre sí.
- Conexiones entre barras en buen estado, las cuales están reguladas con conductor de aluminio con aleación.
- Conductor de alimentación del transformador de 69 KV y la alimentación 13,8 KV no presentaron afectación durante el terremoto por que el conductor es flexible y los esfuerzos longitudinales no tuvieron afectación en la entrada y salida de los busshing del transformador por la tensión mecánica ejercida.
- Los transformadores potenciales no sufrieron daños durante el terremoto, porque el conductor es flexible y tienen el desplazamiento necesario, lo que no permitieron que estos se averiaran por los esfuerzos longitudinales y la tensión mecánica ejercida sobre ellos.

Figura 119. Aislador de 69 KV

Figura 120. Seccionador de 69 KV



Fuente: Autor

Fuente: Autor

Figura 121. Conductores de alimentación

Figura 122. Alimentación al interruptor



Fuente: Autor



Fuente: Autor

Figura 123. Poste hacia un costado

Figura 124. Postes inclinados



Fuente: Autor

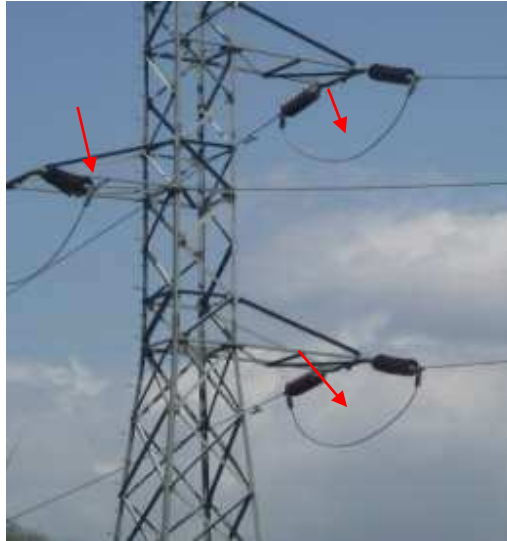


Fuente: Autor

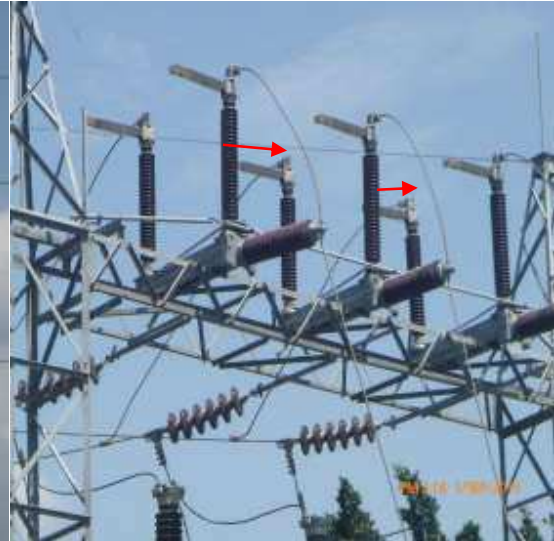


Figura 125. Torre de alimentación

Figura 126. Conductores en buen estado



Fuente: Autor



Fuente: Autor

### 3.29 Situación previa al terremoto

#### 3.29.1 Subestación Portoviejo 3

Transformador de potencia de 10 a 12,5 MVA. Transformador de potencia de 16 a 20 MVA. Voltaje de 69 KV/ 13,8 KV

CANTIDAD	EQUIPOS
4	Interruptor SF6
2	interruptor en vacío
9	TC
3	TP
3	Reconectador en vacío

Fuente: Autor

Figura 127. Subestación Portoviejo 3



Fuente: Autor

### 3.30 Situación después del terremoto

#### 3.30.1 Subestación Portoviejo 3

- Transformador de potencia posee riel que es la parte constitutiva del transformador, la cual está directamente a la cimentación por lo que su desplazamiento fue mínimo.
- Los interruptores y los reconectores no presentaron afectación, estimamos por que la conexión eléctrica se realiza con conductor flexible evitando la tensión mecánica y además los anclajes se realizó con pernos a la base de la cimentación.
- Barras de bahía 69 KV y bahía 13,8 KV están con regulación técnicamente aceptables por lo que no permitió tener contacto físico con barra cercana entre sí.
- Conexiones entre barras en buen estado, las cuales están reguladas con conductor de aluminio con aleación.
- Conductor de alimentación del transformador de 69 KV y la alimentación 13,8 KV no presentaron afectación durante el terremoto por que el conductor es flexible y los esfuerzos longitudinales no tuvieron afectación en la entrada y salida de los busshing del transformador por la tensión mecánica ejercida.

- Los Transformadores de corriente y los transformadores potenciales no sufrieron daños durante el terremoto, porque el conductor es flexible y tienen el desplazamiento necesario, lo que no permitieron que estos se averiaran por los esfuerzos longitudinales y la tensión mecánica ejercida sobre ellos.

Figura 128. Base del interruptor



Fuente: Autor

Figura 129. Interruptor y conexión de barras



Fuente: Autor

Figura 130. Transformadores de corriente



Fuente: Autor

Figura 131. Conexión de barras de la bahía 69



Fuente: Autor

Figura 132. Base de transformador

Figura 133. Interruptor Conexión



Fuente: Autor



Fuente: Autor

Figura 134. Alimentación de TC

Figura 135. Reconectador



Fuente: Autor



Fuente: Autor



### 3.31 Situación previa al terremoto

#### 3.31.1 Subestación Puerto Cayo

Transformador de potencia de 2,5 MVA. Voltaje 69 KV/ 13,8 KV

CANTIDAD	EQUIPOS
2	Interrupor SF6
1	interrupor en vacío
9	TC
3	TP
3	Reconector en vacío

Fuente: Autor

Figura 136. Subestación Puerto Cayo



Fuente: Autor

### 3.32 Situación después del terremoto

#### 3.32.1 Subestación Puerto Cayo

- Transformador de potencia posee riel que es la parte constitutiva del transformador, la cual está directamente a la cimentación por lo que su desplazamiento fue mínimo.
- Los interruptores y los reconectores no presentaron afectación, estimamos por que la conexión eléctrica se realiza con conductor flexible

evitando la tensión mecánica y además los anclajes se realizó con pernos a la base de la cimentación.

- Barras de castillo 69 KV y bahía 13,8 KV están con regulación técnica aceptables por lo que no permitió tener contacto físico con barra cercana entre sí.
- Conexiones entre barras en buen estado, las cuales están reguladas con conductor de aluminio con aleación.
- Conductor de alimentación del transformador de 69 KV y la alimentación 13,8 KV no presentaron afectación durante el terremoto por que el conductor es flexible y los esfuerzos longitudinales no tuvieron afectación en la entrada y salida de los busshing del transformador por la tensión mecánica ejercida.
- Los Transformadores de corriente no sufrieron daños durante el terremoto, porque el conductor es flexible y tienen el desplazamiento necesario, lo que no permitieron que estos se averiaran por los esfuerzos longitudinales y la tensión mecánica ejercida sobre ellos.

Figura 137. Aislador 69 KV



Fuente: Autor

Figura 138. Castillo de 69 KV



Fuente: Autor

Figura 139. Barras del castillo 69 KV



Fuente: Autor

Figura 140. Conductores al interruptor



Fuente: Autor

Figura 141. Base de transformador



Fuente: Autor

Figura 142. Alimentación del transformador



Fuente: Autor

Figura 143. Los TC



Fuente: Autor

Figura 144. Alimentación del Reconector



Fuente: Autor

### 3.33 Situación previa al terremoto

#### 3.33.1 Subestación de Machalilla

Transformador de potencia de 5 a 5,6 MVA. Voltaje 69 KV/13,8 KV

CANTIDAD	EQUIPOS
1	Interruptor SF6
6	TC
3	TP
2	Reconector en vacío

Fuente: Autor



Figura 145. Subestación de Machalilla



Fuente: Autor

### 3.34 Situación después del terremoto

#### 3.34.1 Subestación Machalilla

- Transformador de potencia posee riel que es la parte constitutiva del transformador, la cual está directamente a la cimentación por lo que su desplazamiento fue mínimo.
- El interruptor y los reconectores no presentaron afectación, estimamos por que la conexión eléctrica se realiza con conductor flexible evitando la tensión mecánica y además los anclajes se realizó con pernos a la base de la cimentación.
- Barras de castillo 69 KV y bahía 13,8 KV están con regulación técnicamente aceptables por lo que no permitió tener contacto físico con barra cercana entre sí.
- Conexiones entre barras en buen estado, las cuales están reguladas con conductor de aluminio con aleación.
- Conductor de alimentación del transformador de 69 KV y la alimentación 13,8 KV no presentaron afectación durante el terremoto por que el conductor es flexible y los esfuerzos longitudinales no tuvieron afectación

en la entrada y salida de los bushing del transformador por la tensión mecánica ejercida.

- Los Transformadores de corriente no sufrieron daños durante el terremoto, porque el conductor es flexible y tienen el desplazamiento necesario, lo que no permitieron que estos se averiaran por los esfuerzos longitudinales y la tensión mecánica ejercida sobre ellos.

Figura 146. Bahía 69 KV y bahía 13,8 KV Figura 147. Base de transformador e interruptor

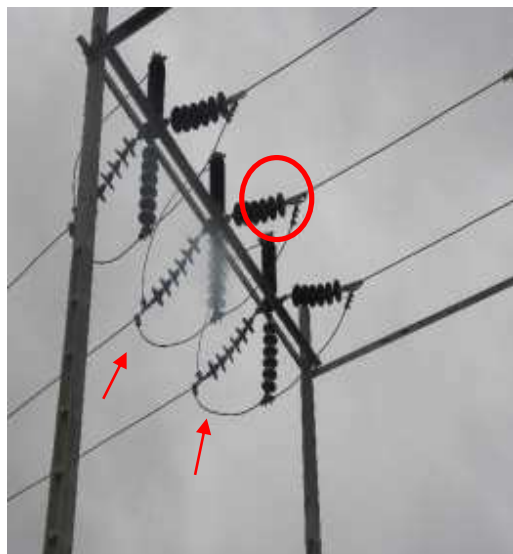


Fuente: Autor

Fuente: Autor

Figura 148. Conductor de alimentación

Figura 149. Conexión al interruptor



Fuente: Autor



Fuente: Autor

Figura 150. Bahía 13,8 KV



Fuente: Autor

Figura 151. Seccionador



Fuente: Autor

Figura 152. Reconector salida



Fuente: Autor

Figura 153. Reconector alimenta bahía



Fuente: Autor

### 3.35 Situación previa al terremoto

#### 3.35.1 Subestación Río de Oro

Transformador de potencia de 2,5 A 2,8MVA. Transformador de potencia de 2,5 a 2,8 MVA. Voltaje 69 KV/ 13,8 KV.

CANTIDAD	EQUIPOS
1	Interruptor SF6
1	Interruptor en vacío
15	TC
3	TP
5	Reconectador en vacío

Fuente: Autor

Figura 154. Subestación Río de Oro



Fuente: Autor

### 3.36 Situación después del terremoto

#### 3.36.1 Subestación Río de Oro

- Transformador de potencia posee riel que es la parte constitutiva del transformador, la cual está directamente a la cimentación por lo que su desplazamiento fue mínimo.
- Los interruptores y los reconectores no presentaron afectación, estimamos por que la conexión eléctrica se realiza con conductor flexible

evitando la tensión mecánica y además los anclajes se realizó con pernos a la base de la cimentación.

- Barras de bahía 69 KV y bahía 13,8 KV están con regulación técnica aceptables por lo que no permitió tener contacto físico con barra cercana entre sí.
- Conexiones entre barras en buen estado, las cuales están reguladas con conductor de aluminio con aleación.
- Conductor de alimentación del transformador de 69 KV y la alimentación 13,8 KV no presentaron afectación durante el terremoto por que el conductor es flexible y los esfuerzos longitudinales no tuvieron afectación en la entrada y salida de los busshing del transformador por la tensión mecánica.
- Los Transformadores de corriente y los transformadores potenciales no sufrieron daños durante el terremoto, porque el conductor es flexible y tienen el desplazamiento necesario, lo que no permitieron que estos se averiaran por los esfuerzos longitudinales y la tensión mecánica ejercida sobre ellos.

Figura 155. Entrada subestación



Fuente: Autor

Figura 156. Conexión de barras



Fuente: Autor



Figura 157. Conductor alimenta los TP.



Fuente: Autor

Figura 158. Conectores



Fuente: Autor

Figura 159. Bahía de 13,8 KV



Fuente: Autor

Figura 160. Caja porta fusibles



Fuente: Autor

Figura 161. Reconector



Fuente: Autor

Figura 162. Seccionador de 69 KV



Fuente: Autor

### 3.37 Situación previa al terremoto

#### 3.37.1 Subestación Santa Ana

Transformador de potencia de 10 a 12,5 MVA. Voltaje 69 KV / 13,8 KV

CANTIDAD	EQUIPOS
3	Interruptor SF6
1	Interruptor en vacío
12	TC
3	TP
4	Reconector en vacío

Fuente: Autor

Figura 163. Subestación Santa Ana



Fuente: Autor

### 3.38 Situación después del terremoto

#### 3.38.1 Subestación Santa Ana

- Transformador de potencia posee riel que es la parte constitutiva del transformador, la cual está directamente a la cimentación por lo que su desplazamiento fue mínimo.
- Los interruptores y los reconectores no presentaron afectación, estimamos por que la conexión eléctrica se realiza con conductor flexible evitando la tensión mecánica y además los anclajes se realizó con pernos a la base de la cimentación.
- Barras de bahía 69 KV y bahía 13,8 KV están con regulación técnicamente aceptables por lo que no permitió tener contacto físico con barra cercana entre sí.
- Conexiones entre barras en buen estado, las cuales están reguladas con conductor de aluminio con aleación.
- Conductor de alimentación del transformador de 69 KV y la alimentación 13,8 KV no presentaron afectación durante el terremoto por que el conductor es flexible y los esfuerzos longitudinales no tuvieron afectación en la entrada y salida de los busshing del transformador por la tensión mecánica.



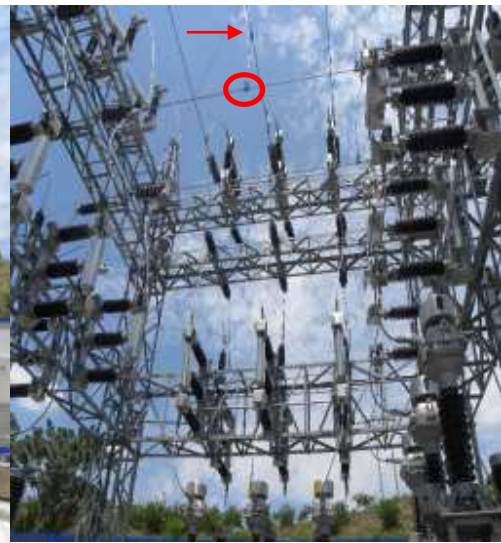
- Los Transformadores de corriente y los transformadores potenciales no sufrieron daños durante el terremoto, porque el conductor es flexible y tienen el desplazamiento necesario, lo que no permitieron que estos se averiaran por los esfuerzos longitudinales y la tensión mecánica ejercida sobre ellos.

Figura 164. Subestación



Fuente: Autor

Figura 165. Conexión entre barras



Fuente: Autor

Figura 166. Sistema bypass



Fuente: Autor

Figura 167. Base de transformador



Fuente: Autor

Figura 168. Base de interruptor



Fuente: Autor

Figura 169. Salida del transformador



Fuente: Autor

Figura 170. Salida del Reconectador



Fuente: Autor

Figura 171. Transformador de corriente



Fuente: Autor

### 3.39 Situación previa al terremoto

#### 3.39.1 Subestación Bahía

Transformador de potencia de 10 MVA. Transformador de potencia de 5 MVA.  
Voltaje 69 KV/ 13,8 KV

CANTIDAD	EQUIPOS
2	Interruptor SF6
2	Interruptor en vacío
12	TC
3	TP
4	Reconectador en vacío

Fuente: Autor

Figura 172. Subestación Bahía



Fuente: Autor

### 3.40 Situación después del terremoto

#### 3.40.1 Subestación Bahía

- Transformador de potencia posee riel que es la parte constitutiva del transformador, la cual está directamente a la cimentación por lo que su desplazamiento fue mínimo.
- Los interruptores y los reconectores no presentaron afectación, estimamos por que la conexión eléctrica se realiza con conductor flexible



evitando la tensión mecánica y además los anclajes se realizó con pernos a la base de la cimentación.

- Barras de bahía 69 KV y bahía 13,8 KV están con regulación técnicamente aceptables por lo que no permitió tener contacto físico con barra cercana entre sí.
- Conexiones entre barras en buen estado, las cuales están reguladas con conductor de aluminio con aleación.
- Conductor de alimentación del transformador de 69 KV y la alimentación 13,8 KV no presentaron afectación durante el terremoto por que el conductor es flexible y los esfuerzos longitudinales no tuvieron afectación en la entrada y salida de los busshing del transformador por la tensión mecánica.

Figura 173. Transformador móvil



Fuente: Autor

Figura 174. Aislador de alimentación



Fuente: Autor

Figura 175. Cabina de control

Figura 176. Base del transformador



Fuente: Autor



Fuente: Autor

Figura 177. Seccionador del transformador móvil

Figura 178. Interruptor SF6



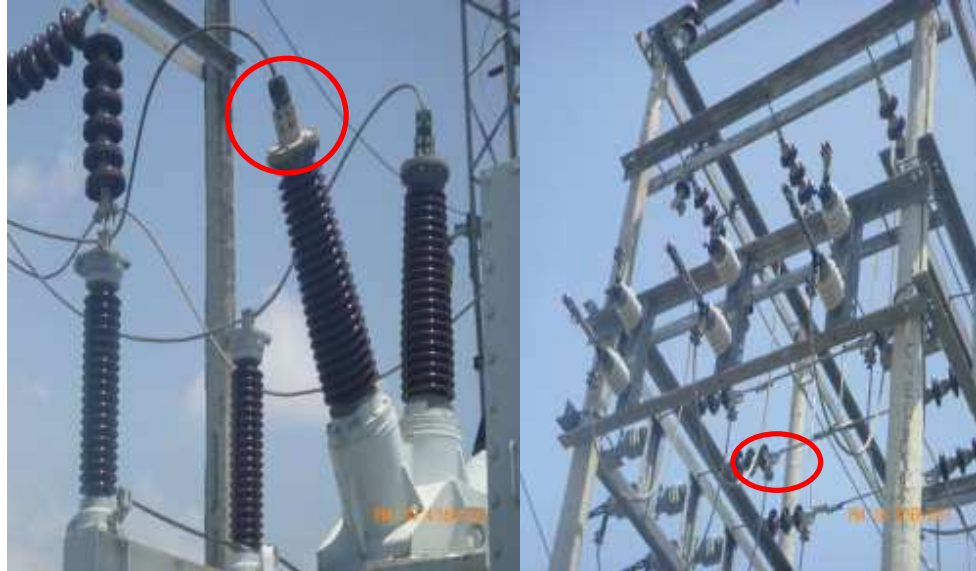
Fuente: Autor



Fuente: Autor

Figura 179. Terminal hacia el disyuntor

Figura 180. Aislador de la bahía 13,8 KV



Fuente: Autor

Fuente: Autor

### 3.41 Situación previa al terremoto

#### 3.41.1 Subestación Calceta

Transformador de potencia de 10 a 12,5 MVA. Voltaje de 69 KV/13,8 KV

CANTIDAD	EQUIPOS
2	Interruptor SF6
1	Interruptor en vacío
9	TC
3	TP
3	Alimentador

Fuente: Autor

Figura 181. Subestación Calceta



Fuente: Autor

### **3.42 Situación después del terremoto**

#### **3.42.1 Subestación Calceta**

- Transformador de potencia posee riel que es la parte constitutiva del transformador, la cual está directamente a la cimentación por lo que su desplazamiento fue mínimo.
- Los interruptores no presentaron afectación, estimamos por que la conexión eléctrica se realiza con conductor flexible evitando la tensión mecánica y además los anclajes se realizó con pernos a la base de la cimentación.
- Barras de bahía 69 KV y bahía 13,8 KV están con regulación técnicamente aceptables por lo que no permitió tener contacto físico con barra cercana entre sí.
- Conexiones entre barras en buen estado, las cuales están reguladas con conductor de aluminio con aleación.
- Conductor de alimentación del transformador de 69 KV y la alimentación 13,8 KV no presentaron afectación durante el terremoto por que el conductor es flexible y los esfuerzos longitudinales no tuvieron afectación en la entrada y salida de los busshing del transformador por la tensión mecánica.



- Los Transformadores de corriente y los transformadores potenciales no sufrieron daños durante el terremoto, porque el conductor es flexible y tienen el desplazamiento necesario, lo que no permitieron que estos se averiaran por los esfuerzos longitudinales y la tensión mecánica ejercida sobre ellos.

Figura 182. Bahía 13,8 KV



Fuente: Autor

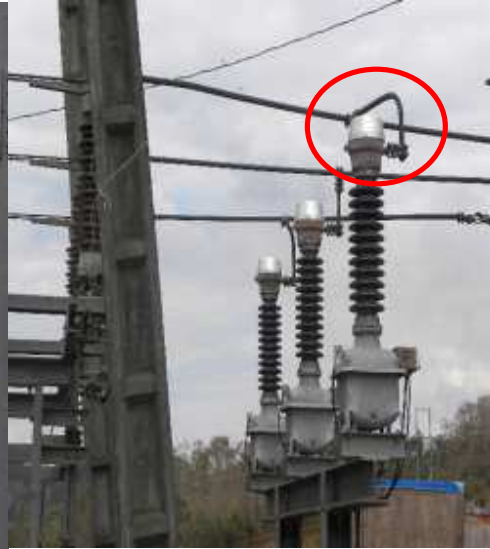
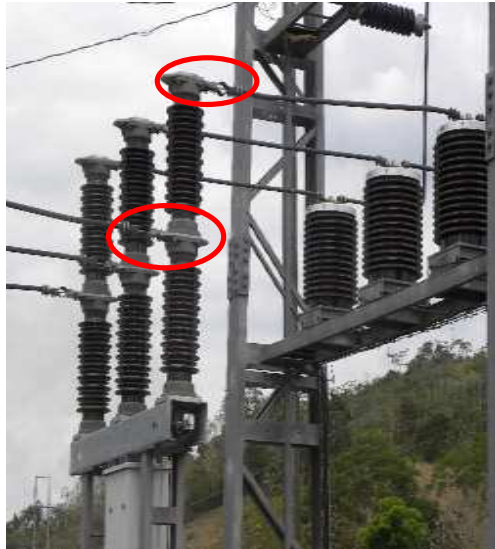
Figura 183. Base de transformador



Fuente: Autor

Figura 184. Alimentación hacia interruptor

Figura 185. Barras de cobre



Fuente: Autor

Fuente: Autor

Figura 186. Base de interruptor

Figura 187. Cuarto de control



Fuente: Autor

Fuente: Autor

Figura 188. Conductor al castillo

Figura 189. Switch 69 KV



Fuente: Autor

Fuente: Autor

### 3.43 Situación previa al terremoto

#### 3.43.1 Subestación Chone

Transformador de potencia de 10 a 12,5 MVA. Transformador de potencia de 10 a 12,5 MVA. Voltaje de 69 KV/13,8 KV

CANTIDAD	EQUIPOS
2	Interruptor SF6
1	Interruptor en vacío
15	TC
3	TP
5	Reconectador en vacío

Fuente: Autor

Figura 190. Subestación Chone



Fuente: Autor

### 3.44 Situación después del terremoto

#### 3.44.1 Subestación Chone

- Aisladores de 69 KV fueron reemplazados por estar averiadas, ya que en el terremoto no tenían la regulación técnica aceptables lo que permitió tener contacto físico entre sí.
- Bahía de 13,8 KV esta hacia un costado ya que este es poste de hormigón, estimamos que son por los esfuerzos longitudinales y transversales de las barras que sufrieron durante el terremoto del 16 de abril.
- Transformador de potencia posee riel que es la parte constitutiva del transformador, la cual está directamente a la cimentación por lo que su desplazamiento fue mínimo.
- Los interruptores de potencia, y reconectores no presentaron afectación, estimamos por que la conexión eléctrica se realiza con conductor flexible evitando la tensión mecánica y además los anclajes se realizó con pernos a la base de la cimentación.
- Bahía 13,8 KV están con regulación técnicamente aceptables por lo que no permitió tener contacto físico con barra cercana entre sí.

- Conexiones entre barras en buen estado, las cuales están reguladas con conductor de aluminio con aleación.
- Conductor de alimentación del transformador de 69 KV y la alimentación 13,8 KV no presentaron afectación durante el terremoto por que el conductor es flexible y los esfuerzos longitudinales no tuvieron afectación en la entrada y salida de los busshing del transformador por la tensión mecánica.
- Los Transformadores de corriente y los transformadores potenciales no sufrieron daños durante el terremoto, porque el conductor es flexible y tienen el desplazamiento necesario, lo que no permitieron que estos se averiaran por los esfuerzos longitudinales y la tensión mecánica ejercida sobre ellos.
- Material utilizado para la puesta en servicio de la subestación:

CANTIDAD	EQUIPOS
6	Cadenas de aisladores 69 KV

Fuente: Autor

Figura 191. Aisladores 69 KV averiados    Figura 192. Aisladores remplazados de 69 KV



Fuente: Autor



Fuente: Autor



Figura 193. Bahía 13,8 KV



Fuente: Autor

Figura 194. Salida del interruptor



Fuente: Autor

Figura 195. Cuarto de control



Fuente: Autor

Figura 196. Base de transformador 2



Fuente: Autor

Figura 197. Reconector de bahía 13,8 KV    Figura 198. Bahía 13,8 KV inclinada



Fuente: Autor

Fuente: Autor

### 3.45 Situación previa al terremoto

#### 3.45.1 Subestación Crucita

Transformador de potencia de 20 MVA. Voltaje 69 KV/13,8 KV

CANTIDAD	EQUIPOS
1	Interruptor SF6
1	Interruptor en vacío
12	TC
3	TP
4	Reconector en vacío

Fuente: Autor



Figura 199. Subestación Crucita



Fuente: Autor

### 3.46 Situación después del terremoto

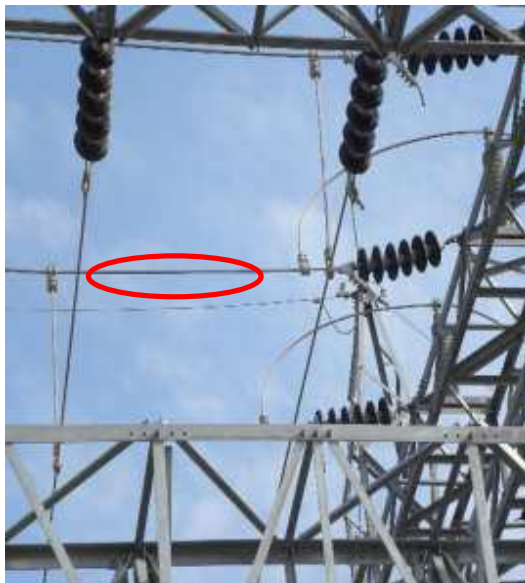
#### 3.46.1 Subestación Crucita

- Transformador de potencia posee riel que es la parte constitutiva del transformador, la cual está directamente a la cimentación por lo que su desplazamiento fue mínimo.
- Los interruptores y los reconectores no presentaron afectación, estimamos por que la conexión eléctrica se realiza con conductor flexible evitando la tensión mecánica y además los anclajes se realizó con pernos a la base de la cimentación.
- Bahía 13,8 KV están con regulación técnicamente aceptables por lo que no permitió tener contacto físico con barra cercana entre sí.
- Conexiones entre barras en buen estado, las cuales están reguladas con conductor de aluminio con aleación.
- Conductor de alimentación del transformador de 69 KV y la alimentación 13,8 KV no presentaron afectación durante el terremoto por que el conductor es flexible y los esfuerzos longitudinales no tuvieron afectación en la entrada y salida de los busshing del transformador por la tensión mecánica.

- Los Transformadores de corriente no sufrieron daños durante el terremoto, porque el conductor es flexible y tienen el desplazamiento necesario, lo que no permitieron que estos se averiaran por los esfuerzos longitudinales y la tensión mecánica ejercida sobre ellos.

Figura 200. Barra del castillo 69 KV

Figura 201. Sistema de bypass



Fuente: Autor



Fuente: Autor

Figura 202. Base del transformador

Figura 203. Interruptor SF6

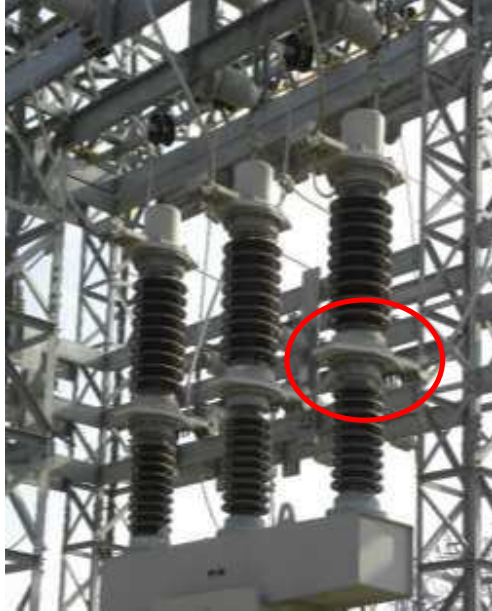


Fuente: Autor



Fuente: Autor

Figura 204. Interruptor en vacío



Fuente: Autor

Figura 205. Reconectador



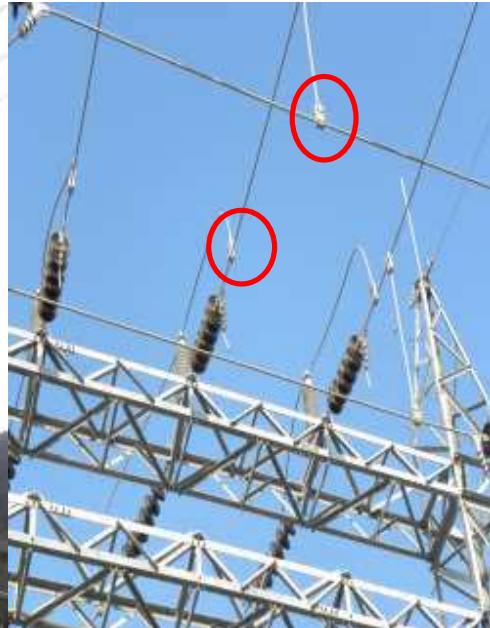
Fuente: Autor

Figura 206. Bahía 13,8 KV



Fuente: Autor

Figura 207. Conexión de barras



Fuente: Autor



### 3.47 Situación previa al terremoto

#### 3.47.1 Subestación Estancilla

Transformador de potencia de 10 a 12,5 MVA. Voltaje 69 KV/13,8 KV

CANTIDAD	EQUIPOS
1	Interrupor SF6
1	Interrupor en vacío
6	TC
3	TP
2	Reconector en vacío

Fuente: Autor

Figura 208. Subestación Estancilla



Fuente: Autor

### 3.48 Situación después del terremoto

#### 3.48.1 Subestación la Estancilla

- Transformador de potencia posee riel que es la parte constitutiva del transformador, la cual está directamente a la cimentación por lo que su desplazamiento fue mínimo.
- Los interruptores y los reconectores no presentaron afectación, estimamos por que la conexión eléctrica se realiza con conductor flexible

evitando la tensión mecánica y además los anclajes se realizó con pernos a la base de la cimentación.

- Bahía 13,8 KV están con regulación técnicamente aceptables por lo que no permitió tener contacto físico con barra cercana entre sí.
- Conexiones entre barras en buen estado, las cuales están reguladas con conductor de aluminio con aleación.
- Conductor de alimentación del transformador de 69 KV y la alimentación 13,8 KV no presentaron afectación durante el terremoto por que el conductor es flexible y los esfuerzos longitudinales no tuvieron afectación en la entrada y salida de los busshing del transformador por la tensión mecánica.
- Los Transformadores de corriente y los transformadores potenciales no sufrieron daños durante el terremoto, porque el conductor es flexible y tienen el desplazamiento necesario, lo que no permitieron que estos se averiaran por los esfuerzos longitudinales y la tensión mecánica ejercida sobre ellos.

Figura 209. Aislador de 69 KV

Figura 210. Conexión en buen estado



Fuente: Autor



Fuente: Autor

Figura 211. Base de transformador



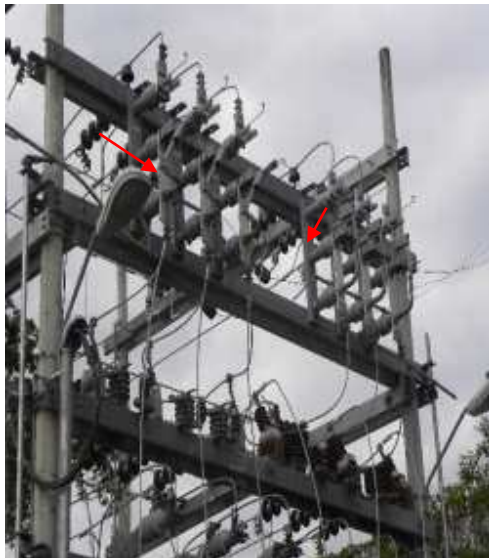
Fuente: Autor

Figura 212. Reconector bahía 13,8 KV



Fuente: Autor

Figura 213. Seccionador



Fuente: Autor

Figura 214. TP



Fuente: Autor



Figura 215. Alimentación a interruptor

Figura 216. Grapas de retención



Fuente: Autor



Fuente: Autor

### 3.49 Situación previa al terremoto

#### 3.49.1 Subestación Jama

Transformador de potencia de 10 a 12,5 MVA. Voltaje 69 KV/ 34,5 KV

CANTIDAD	EQUIPOS
2	Interruptor SF6
1	Interruptor en vacío
9	TC
3	TP
3	Reconector en vacío

Fuente: Autor

Figura 217. Subestación Jama



Fuente: Autor

### 3.50 Situación después del terremoto

#### 3.50.1 Subestación Jama

- Transformador de potencia posee riel que es la parte constitutiva del transformador, la cual está directamente a la cimentación por lo que su desplazamiento fue mínimo.
- Los interruptores de potencia y los reconectores no presentaron afectación, estimamos por que la conexión eléctrica se realiza con conductor flexible evitando la tensión mecánica y además los anclajes se realizó con pernos a la base de la cimentación.
- Bahía 34,5 KV están con regulación técnicamente aceptables por lo que no permitió tener contacto físico con barra cercana entre sí.
- Conexiones entre barras en buen estado, las cuales están reguladas con conductor de aluminio con aleación.
- Conductor de alimentación del transformador de 69 KV y la alimentación 34,5 KV no presentaron afectación durante el terremoto por que el conductor es flexible y los esfuerzos longitudinales no tuvieron afectación en la entrada y salida de los busshing del transformador por la tensión mecánica.

- Los Transformadores de corriente y los transformadores potenciales no sufrieron daños durante el terremoto, porque el conductor es flexible y tienen el desplazamiento necesario, lo que no permitieron que estos se averiaran por los esfuerzos longitudinales y la tensión mecánica ejercida sobre ellos.

Figura 218. Bahía 69 KV y bahía 34,5 KV

Figura 219. Interruptor SF6



Fuente: Autor



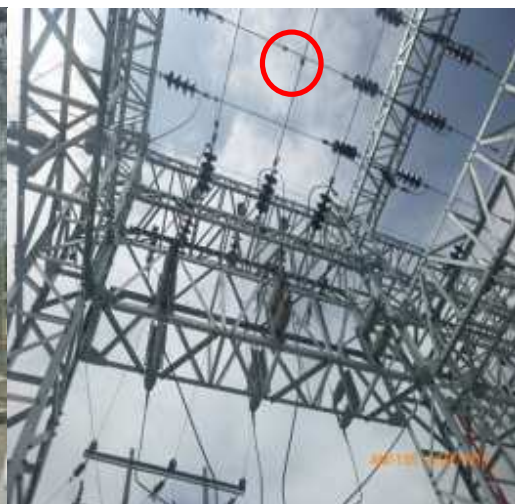
Fuente: Autor

Figura 220. Base del transformador

Figura 221. Conexión de barras



Fuente: Autor



Fuente: Autor

Figura 222. TC



Fuente: Autor

Figura 223. Reconectador



Fuente: Autor

Figura 224. Aisladores de suspensión



Fuente: Autor

Figura 225. Sistema de tierra



Fuente: Autor



### 3.51 Situación previa al terremoto

#### 3.51.1 Subestación Pedernales

Transformador de potencia de 10 a 12,5 MVA. Voltaje 69 KV/34,5 KV

CANTIDAD	EQUIPOS
1	Interruptor SF6
1	Interruptor en vacío
12	TC
3	TP
4	Reconectador en vacío

Fuente: Autor

Figura 226. Subestación Pedernales



Fuente: Autor

### 3.52 Situación después del terremoto

#### 3.52.1 Subestación Pedernales

- Transformador de potencia posee riel que es la parte constitutiva del transformador, la cual está directamente a la cimentación por lo que su desplazamiento fue mínimo.
- Los interruptores y los reconectores no presentaron afectación, estimamos por que la conexión eléctrica se realiza con conductor flexible

evitando la tensión mecánica y además los anclajes se realizó con pernos a la base de la cimentación.

- Bahía 34,5 KV están con regulación técnicamente aceptables por lo que no permitió tener contacto físico con barra cercana entre sí.
- Conexiones entre barras en buen estado, las cuales están reguladas con conductor de aluminio con aleación.
- Conductor de alimentación del transformador de 69 KV y la alimentación 34,5 KV no presentaron afectación durante el terremoto por que el conductor es flexible y los esfuerzos longitudinales no tuvieron afectación en la entrada y salida de los busshing del transformador por la tensión mecánica.
- Los Transformadores de corriente y los transformadores potenciales no sufrieron daños durante el terremoto, porque el conductor es flexible y tienen el desplazamiento necesario, lo que no permitieron que estos se averiaran por los esfuerzos longitudinales y la tensión mecánica ejercida sobre ellos.

Figura 227. Bahía 34,5 KV



Fuente: Autor

Figura 228. Bahía 69 KV



Fuente: Autor



Figura 229. Interruptor en vacío



Fuente: Autor

Figura 230. Interruptor SF6



Fuente: Autor

Figura 231. Sistema de bypass



Fuente: Autor

Figura 232. Base del transformador



Fuente: Autor

Figura 233. Alimentación al Reconectador



Fuente: Autor

Figura 234. Seccionador 34,5 KV



Fuente: Autor

### 3.53 Situación previa al terremoto

#### 3.53.1 Subestación Rocafuerte

Transformador de potencia de 5 MVA. Voltaje 69 KV/13,8 KV

CANTIDAD	EQUIPOS
1	Interruptor SF6
1	Interruptor en vacío
12	TC
3	TP
4	Alimentador

Fuente: Autor

Figura 235. Subestación Rocafuerte



Fuente: Autor

### 3.54 Situación después del terremoto

#### 3.54.1 Subestación Rocafuerte

- Transformador de potencia posee riel que es la parte constitutiva del transformador, la cual está directamente a la cimentación por lo que su desplazamiento fue mínimo.
- Los interruptores no presentaron afectación, estimamos por que la conexión eléctrica se realiza con conductor flexible evitando la tensión mecánica y además los anclajes se realizó con pernos a la base de la cimentación.
- Bahía 13,8 KV están con regulación técnicamente aceptables por lo que no permitió tener contacto físico con barra cercana entre sí.
- Conexiones entre barras en buen estado, las cuales están reguladas con conductor de aluminio con aleación.
- Conductor de alimentación del transformador de 69 KV y la alimentación 13,8 KV no presentaron afectación durante el terremoto por que el conductor es flexible y los esfuerzos longitudinales no tuvieron afectación

en la entrada y salida de los bushing del transformador por la tensión mecánica.

- Los transformadores potenciales no sufrieron daños durante el terremoto, porque el conductor es flexible y tienen el desplazamiento necesario, lo que no permitieron que estos se averiaran por los esfuerzos longitudinales y la tensión mecánica ejercida sobre ellos.

Figura 236. Aislador de 69 KV alimentación

Figura 237. Bahía 69 KV



Fuente: Autor

Fuente: Autor

Figura 238. Interruptor SF6

Figura 239. Base del transformador



Fuente: Autor

Fuente: Autor



Figura 240. Conexión de barra



Fuente: Autor

Figura 241. Conexión de disyuntor



Fuente: Autor

Figura 242. Base de cabina de control



Fuente: Autor



### 3.55 Situación previa al terremoto

#### 3.55.1 Subestación Sesme

Transformador de potencia de 6,25 MVA. Voltaje 69 KV/13,8 KV. Transformador de potencia de 2,5 MVA. Voltaje 69 KV/34,5 KV

CANTIDAD	EQUIPOS
1	Interruptor SF6
1	Interruptor en vacío
12	TC
3	TP
4	Alimentador

Fuente: Autor

Figura 243. Subestación Sesme



Fuente: Autor

### 3.56 Situación después del terremoto

#### 3.56.1 Subestación Sesme

- Presento afectación en el cerramiento del cerco de manposteria, obra civil.
- Transformador de potencia posee riel que es la parte constitutiva del transformador, la cual está directamente a la cimentación por lo que su desplazamiento fue mínimo.

- Los interruptores y el reconectador no presentaron afectación, estimamos por que la conexión eléctrica se realiza con conductor flexible evitando la tensión mecánica y además los anclajes se realizó con pernos a la base de la cimentación.
- Bahía 13,8 KV y 34,5 KV están con regulación técnicamente aceptables por lo que no permitió tener contacto físico con barra cercana entre sí.
- Conexiones entre barras en buen estado, las cuales están reguladas con conductor de aluminio con aleación.
- Conductor de alimentación del transformador de 69 KV y la alimentación 13,8/34,5 KV no presentaron afectación durante el terremoto por que el conductor es flexible y los esfuerzos longitudinales no tuvieron afectación en la entrada y salida de los busshing del transformador por la tensión mecánica.
- Los transformadores potenciales y de corrientes no sufrieron daños durante el terremoto, porque el conductor es flexible y tienen el desplazamiento necesario, lo que no permitieron que estos se averiaran por los esfuerzos longitudinales y la tensión mecánica ejercida sobre ellos.

Figura 244. Parte lateral del cerco averiado    Figura 245. Esquina del cerco se averió



Fuente: Autor

Fuente: Autor

Figura 246. Base de transformador 1      Figura 247. Conductor flexibilidad



Fuente: Autor



Fuente: Autor

Figura 248. Base del transformador 2

Figura 249. Conexión Reconector



Fuente: Autor



Fuente: Autor

Figura 250. Conexión de barra



Fuente: Autor

Figura 251. TC



Fuente: Autor

### 3.57 Situación previa al terremoto

#### 3.57.1 Subestación Tosagua

Transformador de potencia de 5 a 6,25 MVA. Voltaje 69 KV/13,8 KV

CANTIDAD	EQUIPOS
2	Interruptor SF6
1	Interruptor en vacío
9	TC
3	TP
3	Reconectador en vacío

Fuente: Autor

Figura 252. Subestación Tosagua



Fuente: Autor

### 3.58 Situación después del terremoto

#### 3.58.1 Subestación Tosagua

- Transformador de potencia posee riel que es la parte constitutiva del transformador, la cual está directamente a la cimentación por lo que su desplazamiento fue mínimo.
- Los interruptores y los reconectores no presentaron afectación, estimamos por que la conexión eléctrica se realiza con conductor flexible evitando la tensión mecánica y además los anclajes se realizó con pernos a la base de la cimentación.
- Bahía 13,8 KV están con regulación técnicamente aceptables por lo que no permitió tener contacto físico con barra cercana entre sí.
- Conexiones entre barras en buen estado, las cuales están reguladas con conductor de aluminio con aleación.
- Conductor de alimentación del transformador de 69 KV y la alimentación 13,8 KV no presentaron afectación durante el terremoto por que el conductor es flexible y los esfuerzos longitudinales no tuvieron afectación en la entrada y salida de los busshing del transformador por la tensión mecánica.



Figura 253. Nueva Bahía 69 KV



Fuente: Autor

Figura 254. Base de disyuntor



Fuente: Autor

Figura 255. Alimentación a disyuntor



Fuente: Autor

Figura 256. Bahía 13,8 KV



Fuente: Autor

Figura 257. Base de transformador



Fuente: Autor

Figura 258. Entrada de Reconectador



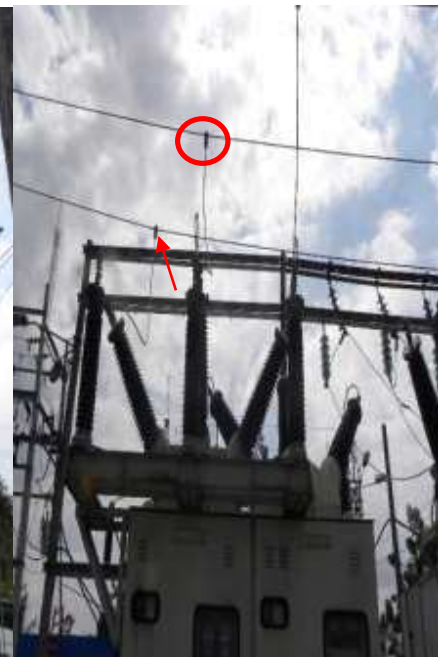
Fuente: Autor

Figura 259. Nueva bahía 13,8 KV



Fuente: Autor

Figura 260. Conexión de barra



Fuente: Autor

### 3.59 Situación previa al terremoto

#### 3.59.1 Subestación San Vicente

Transformador de potencia de 5 MVA. Voltaje 69 KV /13,8 KV

CANTIDAD	EQUIPOS
1	Interruptor SF6
1	Interruptor en vacío
9	TC
3	TP
3	Alimentador

Fuente: Autor

Figura 261. Subestación San Vicente



Fuente: Autor

### 3.60 Situación después del terremoto

#### 3.60.1 Subestación San Vicente

- Transformador de potencia posee riel que es la parte constitutiva del transformador, la cual está directamente a la cimentación por lo que su desplazamiento fue mínimo.
- El interruptor de potencia, y disyuntor no presentaron afectación, estimamos por que la conexión eléctrica se realiza con conductor flexible evitando la

tensión mecánica y además los anclajes se realizó con pernos a la base de la cimentación.

- Bahía 13,8 KV están con regulación técnicamente aceptables por lo que no permitió tener contacto físico con barra cercana entre sí.
- Conexiones entre barras en buen estado, las cuales están reguladas con conductor de aluminio con aleación.
- Conductor de alimentación del transformador de 69 KV y la alimentación 13,8 KV no presentaron afectación durante el terremoto por que el conductor es flexible y los esfuerzos longitudinales no tuvieron afectación en la entrada y salida de los busshing del transformador por la tensión mecánica.

Figura 262. Subestación



Fuente: Autor

Figura 263. Aislador de suspensión 69 KV



Fuente: Autor



Figura 264. Conexión del interruptor    Figura 265. Conexión de alimentación



Fuente: Autor



Fuente: Autor

Figura 266. Base del transformador

Figura 267. Bahía 13,8 KV



Fuente: Autor



Fuente: Autor



Figura 268. Base de interruptor SF6    Figura 269. Cabina de control



Fuente: Autor

Fuente: Autor

SUBESTACIONES QUE SUFRIENRON DAÑOS DURANTE EL TERREMOTO	
SUBESTACION	DETALLE
MONTECRISTI 2	2 Transformadores de corriente
JIPIJAPA	Columnas de la bahía 69 KV
LODANA	Bahía 69 KV
MANTA 1	Cuarto de equipos de control
MANTA 2	Cuarto de equipos de control
MANTA 3	Bahía 13,8 KV hacia un costado
MANTA 4	Cerramiento de la subestación
PLAYA PRIETA	Bahía 13,8 KV colapso
PORTOVIEJO 2	Poste de alimentación 13,8 KV inclinados
CHONE	Aisladores 69 KV y bahía 13,8 KV hacia un costado
SESME	Cerramiento de la subestación

Fuente: Autor

## CAPÍTULO 4

### 4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1 Conclusiones

Durante la realización de este trabajo de titulación, se abordaron diferentes objetivos, los cuales se plantearon desde el inicio.

- En primer lugar, se realizó un recorrido por todas las subestaciones de Manabí, con la finalidad de recabar información fotográfica de todos los elementos que componen una subestación eléctrica de distribución, a la vez mediante la fotografía poder analizar y diagnosticar si los equipos y elementos constitutivos de las subestaciones sufrieron averías durante el terremoto del 16 de abril del 2016.
- Además, se pudo conocer por parte de los operadores de las subestaciones que las protecciones actuaron correctamente en las subestaciones que no sufrieron ninguna avería durante el terremoto.
- Se pudo observar que algunas subestaciones sufrieron daños en su obra civil como es el cerramiento de mampostería, en la subestación de playa prieta la bahía de 13,8 KV, el cual era de hormigón armado colapso por lo robusta que era dicha bahía averiándose todos los elementos que en ella estaban instalado.
- También se determinó la potencia instalada en la provincia de Manabí por parte de CNEL EP la cual es de 507,75 MVA a nivel de transformadores de potencia.
- Se determinó que las subestaciones que poseen estructura metálica no sufrieron afectaciones.

## 4.2 Recomendaciones

- Realizar un estudio y análisis del suelo por un ingeniero civil donde se va ubicar las bahías de una subestación eléctrica, como lo indica el informe técnico realizado en Playa Prieta, de acuerdo al resultado se hacen las correcciones necesarias para poder obtener una buena cimentación.
- Se recomienda la utilización de estructuras metálicas como bahía ya que el hormigón armado es más robusto y tiene menos flexibilidad que una estructura metálica.
- Al realizar la instalación de las barras tener en cuenta las regulaciones técnicas para evitar que los movimientos longitudinales y transversales por efectos de viento o cualquier movimiento afecten a los elementos eléctricos entre diferentes barras.
- Se recomienda que las bahías que son de poste de hormigón, sean remplazadas por estructuras metálicas, previo estudio y análisis de suelo, para una mayor seguridad y continuidad del servicio.
- Utilizar conductor de material flexible y blando como son los cables de aluminio puro de multihebras para entrada y salidas de los equipos, también utilizar conectores de expansión para las conexiones de los transformadores e interruptores y otros equipos.
- Los pernos de anclaje deberán ser dúctiles y tener resistencia, esta resistencia deberá ser garantizada mediante el ensayo escogida al azar, la cual se deberá realizar en laboratorio.
- Que en el momento de realizar la instalación de una subestación eléctrica aplicar todas las normativas existentes, supervisados por los ingenieros diseñadores para un buen funcionamiento de la misma.
- Se recomienda que todas las subestaciones deben de contar con un operador para solucionar cualquier percance que pueda ocurrir y a fin de garantizar la operatividad de las subestaciones.

## • BIBLIOGRAFÍA

- Bautista, J., & Solís, V. (2013). *Desarrollo del mantenimiento predictivo mediante la técnica de la termografía para evaluar el correcto funcionamiento de la subestación oriente y alimentador totoras de la empresa eléctrica Ambato S.A.* . Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Bayod, Á. (2008). *Fundamentos de sistemas eléctricos*. Zaragoza: Prensas Universitarias de Zaragoza.
- Cenace;. (2008). Obtenido de <http://www.cenace.org.ec/>
- CNELEP. (2016). *Corporación Nacional de Electricidad*. Obtenido de <http://www.cnelep.gob.ec/>
- De Jesus, M., Ynzunza, C., & Olivares, . (2013). *Mantenimiento de Subestaciones Eléctricas Industriales*. Madrid: Académica Española.
- Enríquez, G. (2002). *Elementos de diseño de subestaciones eléctricas*. México D.F.: Limusa. Noriega Editores.
- Enríquez, G. (2005). *Fundamentos de instalaciones eléctricas de mediana y alta tensión*. México D.F.: Limusa.
- Espeso, J., Fernández, F., Espeso, M., & Fernández, B. (2007). *Seguridad en el trabajo: manual para la formación del especialista*. Valladolid: Lex Nova.
- Guzmán, Á. (2010). Ensayos Experimentales. *Aplicaciones de Investigación Científica* (págs. 17-19). Calceta: ESPAM.
- Meza, S. (2009). *Modernización de la subestación eléctrica de la empresa helisold de Venezuela*. Puerto La Cruz: Universidad de Oriente. Puerto la Cruz: Universidad de Oriente.

Rodríguez, A. (2013). Conferencias de metodología de la Investigación. *Módulo de Metodología de la Investigación*, Capó, José. (2013),. Guayaquil: UAE.

Sawli, J. (2011). *Eléctrico*; México D.F.: Atlas.

Sotuyo, J. (2016). *Técnico electricista 8 - Generación y transmisión de energía*. RedUsers.

Trashorras, J. (2015). *Subestaciones eléctricas*. Madrid: Paraninfo.



## ANEXOS

CNEL EP MANABI		
ETAPA FUNCIONAL	INFRAESTRUCTURA ELECTRICA A DICIEMBRE DEL 2015	
SUBTRANSMISION	SUBESTACIONES 69/13,8 KV	30 UNIDADES
	CAPACIDAD INSTALADA	303,35 MVA (OA)
		318,75 MVA (FOA)
	LINEAS EN 69 KV	638,94 KM
DISTRIBUCION	ALIMENTADORAS PRIMARIOS	91 UNIDADES
	REDES DE DISTRIBUCION DE MEDIO VOLTAJE	70142,05 KM
	TRANSFORMADORES DISTRIBUCION	24612 UNIDADES
	POTENCIA INSTALADA	652,88 MVA
	REDES DE BAJO VOLTAJE	17498,78 KM
	LUMINARIAS DE ALUMBRADO PUBLICO	101307 UNIDADES
COMERCIALIZACION	MEDIDORES	293130 UNIDADES
	ACOMETIDAS	293966 UNIDADES



<http://www.cnelep.gob.ec/>

## **INFORME TECNICO**

**PROYECTO : TORRE METÁLICA**

**PLAYA PRIETA**

**ASUNTO : ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS Y  
FUNDACIONES.**

**DE : ING. JORGE LUIS PÉREZ OSTAIZA**

**FECHA : PORTOVIEJO, 18 DE SEPTIEMBRE 2016**

El estudio que se presenta mediante este informe se lo efectuó, teniendo en cuenta los términos de referencia relativa a este proyecto, y que se relaciona con una edificación tipo metálica, para lo cual se realizaron cuatro perforaciones de 4 m. de profundidad cada una, en el terreno ubicado en el sector de Playa Prieta, parroquia Río Chico, cantón Portoviejo

En cada una de las perforaciones se efectuaron ensayos de penetración standart, cada metro de avance de profundidad y que consiste en contar el número de golpes (N) que se requiere para hincar el tubo sacamuestra 30 cm. (después de penetrar 15 cm.) en el terreno, con un peso de 140 Lbs, y una altura de caída libre de 75 cm. determinando así el grado de consistencia y compacidad del suelo encontrado.

En estas perforaciones in situ se recuperó la muestra de suelo respectiva que fue sometida a ensayos clasificatorios en el laboratorio, a partir de las propiedades índices (humedad natural, granulometría y límites de atterberg), y determinar el tipo de suelo existente.

Anexo a este informe se presenta un resumen de los resultados tanto del sitio como de laboratorio, así como también la posible conformación del perfil estratigráfico.

Mediante un examen de los resultados obtenidos, se deduce que el subsuelo de manera general, está definido por dos tipos de capas de suelos, la primera que corresponde a limosos arenosos y arcillas arenosas, de alta y mediana plasticidad, consistencia entre media, firmes y muy firmes, y de espesores que varían entre 0.80 y 3.30 m.

Como segundo tipo de estrato, se encuentran suelos arenosos (arenas arcillosas y arenas limosas), de mediana plasticidad y no plásticas, y de compacidades medias.

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

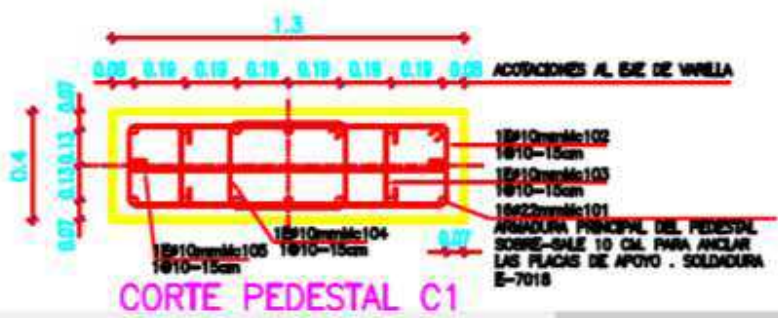
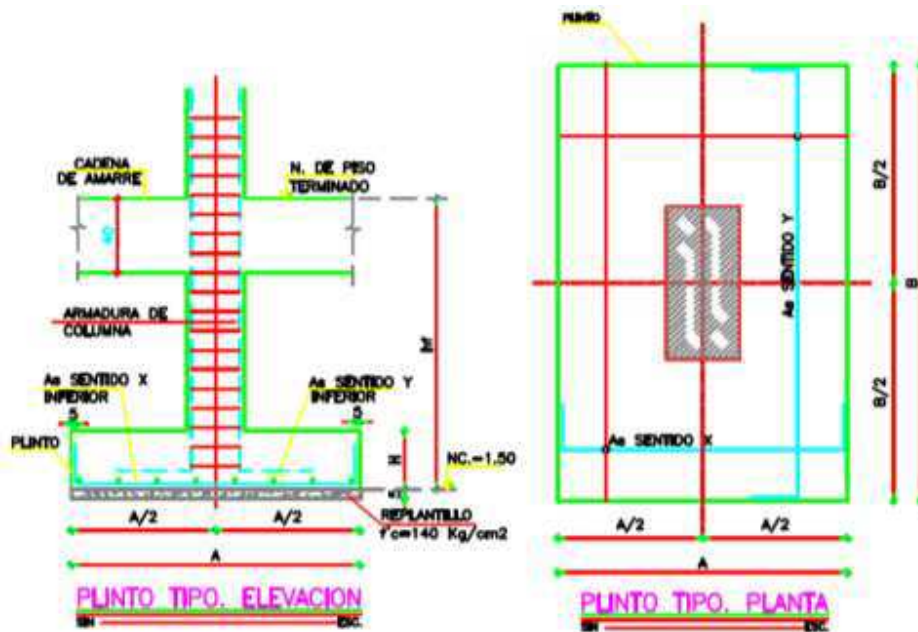
Considerando el relieve del sector y el tipo de edificación a construirse, se recomienda lo siguiente:

- 1.- Toda la construcción con su respectivo sobre ancho, estará implantada sobre un relleno granular de 1.00 m. medidos a partir del nivel de contra piso. El material de relleno será granular (lastre) y se colocará debidamente controlada su humedad y compactación, en capas no mayores a 0.20 m.
- 2.- El tipo de cimentación será de zapatas aisladas y/o zapatas corridas (muro de cimentación). Se deberá mejorar el suelo debajo de la cimentación en un espesor no menor a 0.80 m., y con un sobre ancho de 0,20 m. El material empleado será granular (lastre), y se colocará debidamente hidratado y compactado en capas no mayores a 0.20 m.
- 3.- La resistencia del suelo para el cálculo de cimentación será  $q_a = 1.4 \text{ K/cm}^2 = 14 \text{ T/m}^2$ .
- 4.- Es importante impedir las filtraciones de agua en el área de la construcción; mediante trabajos de impermeabilización, veredas y drenes perimetrales. Así como también efectuar un control y pruebas hidrosanitarias de las instalaciones a realizarse

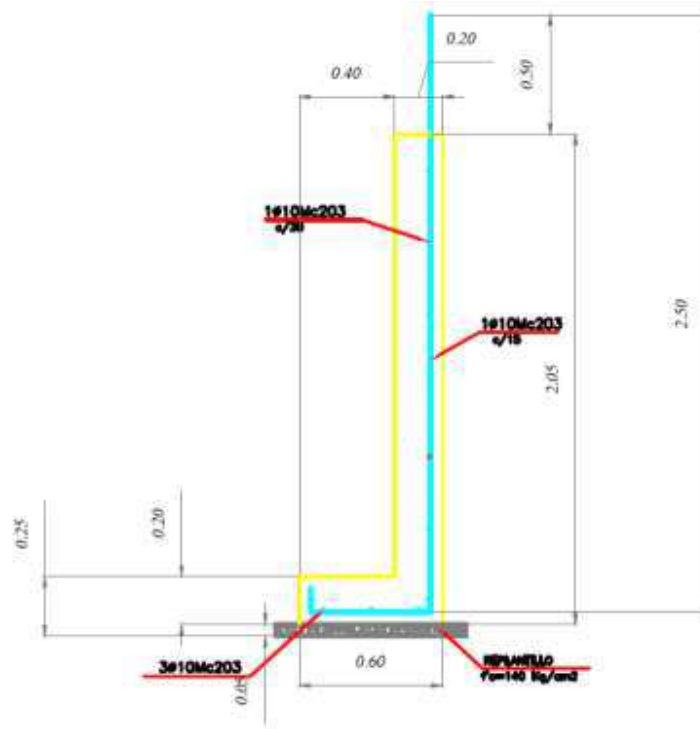
Es importante resaltar que el éxito que se logre en el comportamiento de las cimentaciones, depende de la fidelidad con que se cumplan las recomendaciones aquí expresadas.

Atentamente

**Ing. Jorge Luis Pérez Ostaiza**







DISEÑO DE MURO

