



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE GUAYAQUIL

CARRERA DE ELECTRICIDAD

**USO DE CÁMARAS TERMOGRÁFICAS Y DE EFECTO CORONA PARA LA
PREVENCIÓN DE DAÑOS CAUSADOS POR LA SALINIDAD EN LOS EQUIPOS DE
MEDIA TENSIÓN ENTRE EL SECTOR PUNTA CARNERO Y PUNTILLA DE SANTA
ELENA**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
Título de Ingeniero Eléctrico

AUTOR: JORGE ALBERTO PEREZ ZEBALLOS

TUTOR: ING. JULIO MANUEL SILVA BECHERAN .MSC

GUAYAQUIL – ECUADOR

2024

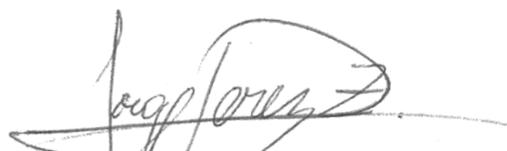
CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Jorge Alberto Pérez Zeballos con documento de identificación N° 0923797682; manifiesto que:

Soy el autor y responsable del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Guayaquil, 27 de agosto del año 2024

Atentamente,



Jorge Alberto Pérez Zeballos
0923797682

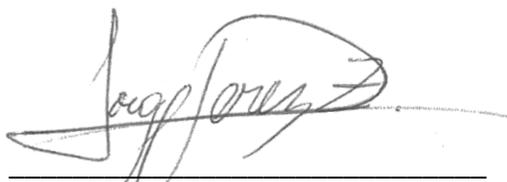
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Yo, Jorge Alberto Pérez Zeballos con documento de identificación No. 0923797682, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del proyecto técnico: USO DE CÁMARAS TERMOGRÁFICAS Y DE EFECTO CORONA PARA LA PREVENCIÓN DE DAÑOS CAUSADOS POR LA SALINIDAD EN LOS EQUIPOS DE MEDIA TENSIÓN ENTRE EL SECTOR PUNTA CARNERO Y PUNTILLA DE SANTA ELENA, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Eléctrico, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 27 de agosto del año 2024

Atentamente,



Jorge Alberto Pérez Zeballos
0923797682

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Julio Roberto Manuel Silva Becheran con documento de identificación N° 0959623422, docente de la Universidad Politécnica Salesiana declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: USO DE CÁMARAS TERMOGRÁFICAS Y DE EFECTO CORONA PARA LA PREVENCIÓN DE DAÑOS CAUSADOS POR LA SALINIDAD EN LOS EQUIPOS DE MEDIA TENSIÓN ENTRE EL SECTOR PUNTA CARNERO Y PUNTILLA DE SANTA ELENA realizado por Jorge Alberto Pérez Zeballos con documento de identificación N° 0923797682, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción proyecto técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 27 de agosto del año 2024



Julio Manuel Silva Becheran

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado principalmente a Dios que me ha dado las suficiente fuerzas y sabiduría para concluirlo, a mí por ser perseverante demostrarme que soy capaz de todo cuando me esfuerzo.

A mi abuela Francia Oviedo que desde niño me educo y enseño a ser una persona de bien y su deseo era que llegue a ser un gran profesional y verme graduado.

A mis tíos Cristóbal Mariscal y Celeste Oviedo que me han ayudado desde pequeño y me han enseñado que el estudio y ser un profesional es lo más importante que se puede enseñar. Y principalmente a todas las personas que creyeron en mí, apoyaron y motivado especialmente una gran mujer que en el proceso de este trabajo me ayudó y motivo a no rendirme y culminarlo gracias Alexis.

AGRADECIMINETO

Agradezco infinitamente a cada persona que estuvo en este proceso desde el inicio de mi carrera a mis compañeros, ex compañeros graduados y amigos.

A mis profesores por compartir sus conocimientos y a mi tutor de tesis el Ing. Julio Silva por su ayuda en terminar mi trabajo de titulación.

Agradezco infinitamente a la compañía IELCO y a sus directivos el Ing. Luis Cárdenas y al Ing. José Armijos los cuales me proporcionaron la información necesaria para el desarrollo de este trabajo de titulación, ya que sin su ayuda no hubiera sido posible realizar este trabajo, muchas gracias.

RESUMEN

El crecimiento urbano e industrial en las últimas décadas ha sido notorio entre el sector Punta Carnero y Puntilla de Santa Elena especialmente eléctrico, con un mayor aumento de la demanda energética principalmente en el sector industrial, el cual requiere mayor demanda de energía eléctrica para abastecer la carga requerida y para garantizar la calidad de energía los elementos eléctricos como los aisladores y portafusibles deben estar en buenas condiciones para garantizar que no ocurran fallas.

El comportamiento de todo elemento eléctrico se basa en su nivel de aislamiento para evitar fugas de corriente generando inconvenientes por desconexión. En este sector por su proximidad al mar se ve mayormente afectada por la salinidad generando desgaste no solo en los elementos eléctricos de la zona, sino también en los postes y sus demás estructuras, las cuales son visibles ante el ojo humano pero las más importantes como la pérdida de flujo eléctrico y puntos calientes no.

El objetivo principal de este estudio es proponer un plan de mantenimiento para evitar un daño total en la integridad de los postes, aisladores y portafusibles en la zona de estudio, originados principalmente por la corrosión causada por la salinidad, con esta propuesta se prevé mejorar la calidad energética de todos los clientes conectados a esta red de distribución, evitándoles daños a sus equipos y costos extras en sus planillas y principalmente beneficiando a todo el sector de evitar cortes de energía eléctrica por daños, mediante la toma de datos por medio de cámaras termográficas y de efecto corona con la ayuda de la inteligencia artificial programada en su sistema y empleando cálculos manuales para una propuesta idónea y exacta, cumpliendo estrictamente todos los estándares, especificaciones técnicas y normas establecidas.

ABSTRACT

Urban and industrial growth in recent decades has been notorious between the Punta Carnero and Puntilla de Santa Elena sectors, especially electrical, with a greater increase in energy demand mainly in the industrial sector, which requires greater demand for electricity to supply the required load and to ensure the quality of power electrical elements such as insulators and fuse holders must be in good condition to ensure that no failures occur.

The behavior of all electrical elements is based on their level of insulation to avoid current leakage generating inconveniences due to disconnection. In this sector, due to its proximity to the sea, it is mostly affected by salinity, generating wear not only in the electrical elements of the area, but also in the poles and other structures, which are visible to the human eye but the most important ones, such as loss of electrical flow and hot spots, are not.

The main objective of this study is to propose a maintenance plan to prevent total damage to the integrity of the poles, insulators and fuse holders in the study area, mainly caused by corrosion caused by salinity, with this proposal is expected to improve the power quality of all customers connected to this distribution network, avoiding damages to their equipment and extra costs in their bills and mainly benefiting the whole sector to avoid power outages due to damages, by taking data through thermographic and corona effect cameras with the help of artificial intelligence programmed in its system and using manual calculations for a suitable and accurate proposal, strictly complying with all standards, technical specifications and established norms.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	ii
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA.....	iii
CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMINETO.....	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT.....	viii
CAPÍTULO 1	1
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	1
1.2 JUSTIFICACIÓN.....	2
1.3 ALCANCE Y DELIMITACIÓN.....	2
1.4 OBJETIVOS.....	3
1.4.1 OBJETIVO GENERAL	3
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
CAPÍTULO 2	5
2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	5
2.1 TERMOGRAFÍA	5
2.1.1 APLICACIONES DE LA TERMOGRAFÍA EN REDES ELÉCTRICAS.....	5
2.1.2 INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA TERMOGRAFÍA.....	6
2.1.3 BENEFICIOS DE LA IA EN LA TERMOGRAFÍA	6
2.1.4 IMPORTANCIA DE LA TERMOGRAFÍA AL MOMENTO DE	

REALIZAR MANTENIMIENTOS PREDICTIVOS EN REDES ELECTRICAS	7
2.2 EFECTO CORONA	8
2.2.1 CÁMARA DE EFECTO CORONA.....	9
2.2.2 PÉRDIDAS POR EFECTO CORONA	9
2.2.3 MÉTODO DE PEEK.....	10
2.2.4 MÉTODO DE PETERSON	12
2.3 AISLAMIENTO ELECTRICO.....	16
2.4 SALINIDAD Y SU AFECTACIÓN EN LOS ELEMENTOS ELÉCTRICOS	18
2.4.1 SALINIDAD AMBIENTAL	19
2.4.2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	19
2.4.3 CAMBIO CLIMÁTICO.....	19
2.4.4 CONTAMINACIÓN INDUSTRIAL	19
2.4.5 EFECTOS CORROSIVOS DE LA SALINIDAD EN LOS MATERIALES METÁLICOS.....	20
2.4.6 MATERIALES METÁLICOS	20
2.4.7 ÓXIDO – REDUCCIÓN	21
2.4.8 FENÓMENO ELECTROQUÍMICO.....	21
2.5 DETERIORO DE LA ESTRUCTURA	22
2.5.1 ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN	22
2.5.2 CORROSIÓN DEL ACERO POR LAS CONDICIONES AMBIENTALES	22
2.5.3 NORMATIVAS DE CONSTRUCCIÓN DE POSTES DE HORMIGÓN EN ECUADOR.....	22
2.5.4 AFECTACIÓN DE LOS AISLADORES Y PORTA FUSIBLES.....	22
2.5.5 TIPOS DE CONTAMINANTES.....	23
2.6 MANTENIMIENTO PREDICTIVO.....	23

2.6.1	TECNICAS USADAS.....	24
2.6.2	INSPECCIÓN VISUAL	24
2.6.3	METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE DATOS	24
	CAPÍTULO 3	25
3.	DESCRIPCIÓN DE LA INSPECCIÓN TERMOGRÁFICA Y DE EFECTO ENTRE EL SECTOR PUNTA CARNERO Y MIRADOR PUNTILLA DE SANTA ELENA	25
3.1	UBICACIÓN DE LA INSPECCIÓN.....	25
3.2	DESCRIPCIÓN DE LA LONGITUD DEL RECORRIDO.....	26
3.3	ESPECIFICACIONES DE LOS TRAMOS.....	26
3.4	DESCRIPCIÓN DE LA TERMOGRAFÍA Y EFECTO CORONA	27
	CAPÍTULO 4.....	28
4.	METODOLOGÍA Y DESARROLLO.....	28
4.1	INSTRUMENTOS EMPLEADOS PARA LA MEDICIÓN.....	28
4.1.1	VEHÍCULO EMPLEADO EN LA INSPECCIÓN	28
4.1.2	CÁMARA TERMOGRÁFICA.....	29
4.1.3	CÁMARA DE EFECTO CORONA.....	29
4.1.4	CÁMARA RGB 5MP + LENTE DE 16mm	30
4.1.5	CPU INDUSTRIAL KI-014	31
4.2	PASOS PARA EL ENCENDIDO DE LOS EQUIPOS DE MEDICIÓN	32
4.3	INICIO DE LA INSPECCIÓN.....	32
4.3.1	POSICIÓN DE LAS CÁMARAS.....	33
4.3.2	ELEMENTOS INSPECCIONADOS CON LA CÁMARA TERMOGRÁFICA Y DE EFECTO CORONA.....	33
4.3.3	IDENTIFICACIÓN DE ELEMETOS POR PARTE DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL	34

4.3.4	EVALUACIÓN DE LOS DAÑOS CAUSADOS POR LA SALINIDAD Y LA CORROSIÓN EN POSTES, AISLADORES Y PORTAFUSIBLES.....	34
4.3.5	COMPARACIÓN DE LOS DATOS EVALUADOS CON LOS ESTÁNDARES Y NORMATIVAS.....	44
4.3.6	COMPARACIÓN DE LOS POSTES DE HORMIGÓN CON LOS ESTÁNDARES Y NORMATIVAS.....	45
4.3.7	CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES EN POSTES.....	45
4.3.8	ANOMALÍAS DETECTADAS	46
4.3.9	COMPARACIÓN DE LOS AISLADORES CON LOS ESTÁNDARES Y NORMATIVAS.....	52
4.3.10	CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES.....	52
4.3.11	ANOMALÍAS DETECTADAS	53
4.3.12	COMPARACIÓN DE LOS PORTAFUSIBLES CON LOS ESTÁNDARES Y NORMATIVAS.....	59
4.3.13	CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES.....	59
4.3.14	ANOMALIAS DETECTADAS	61
4.4	DETERMINAR LAS PÉRDIDAS DE ENERGÍA ELÉCTRICAS POR EFECTO CORONA EN LOS AISLADORES ENTRE EL SECTOR PUNTA CARNERO Y MIRADOR PUNTILLA DE SANTA ELENA.....	62
4.4.1	DATOS DEL CONDUCTOR EN CENTÍMETROS.....	62
4.4.2	DESARROLLO.....	62
4.5	PROPUESTA DEL PLAN DE MANTENIMIENTO.....	64
4.5.1	PREPARACIÓN Y PLANIFICACIÓN MEDIANTE LA REVISIÓN DE EVALUACIONES PREVIAS.....	64
4.5.2	DEFINICIÓN DE RECURSOS Y PERSONAL	65
4.5.3	INICIO DE LA INSPECCIÓN Y ASIGNACIÓN DE TAREAS ESPECÍFICAS.....	65

4.5.4 ANÁLISIS DE DATOS DEL ESTADO ACTUAL DE LOS ELEMENTOS INSPECCIONADOS EN COMPARACIÓN CON LOS ESTÁNDARES Y NORMATIVAS.....	65
4.5.5 REGISTRO DE LOS DATOS OBTENIDOS	65
4.5.6 ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS DATOS HISTÓRICOS Y LOS DATOS RECIENTES OBTENIDOS.....	65
4.5.7 EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE NORMAS.....	66
4.5.8 PROPUESTA PARA REALIZAR LA INSPECCIÓN TERMOGRÁFICA Y DE EFECTO CORONA.....	66
4.5.9 REGISTRO Y DOCUMENTACIÓN	66
4.5.10 GENERACIÓN DE INFORMES Y PROPUESTAS DE ACCIONES.....	66
CAPÍTULO 5	67
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	67
5.1 CONCLUISIONES.....	67
5.2 RECOMENDACIONES.....	67
REFERENCIAS.....	69
ANEXOS.....	72
ANEXO 1.....	72
ANEXO 2.....	72
ANEXO 3.....	73
ANEXO 4.....	73
ANEXO 5.....	74
ANEXO 6.....	74
ANEXO 7.....	74
ANEXO 8.....	76

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. Ubicación espacial del recorrido para el proyecto	3
FIGURA 2. Espectro visible de la luz	5
FIGURA 3. Reconocimiento de elementos por parte de la IA	6
FIGURA 4. Foto termográfica para determinar puntos calientes con una temperatura máxima de 33.48°C	7
FIGURA 5. Efecto corona a simple vista en líneas de transmisión causado por la ionización del aire	8
FIGURA 6. Cámara de efecto corona y RGB usada en el recorrido	9
FIGURA 7. Función de Peterson para el cálculo de pérdidas con razón <i>Ved</i> entre 0.6 y 2.6	15
FIGURA 8. Función de Peterson para el cálculo de pérdidas con razón <i>Ved</i> entre 1 y 21	15
FIGURA 9. Aisladores ANSI 56-2 y cadena de aisladores ANSI 52-2 con presencia de corrosión	17
FIGURA 10. Aislador destruido por la salinidad	18
FIGURA 11. En el trasfondo se observa las piscinas con agua de mar para su evaporación	20
FIGURA 12. Se observa el fenómeno electroquímico en los pernos de la cruceta y base de los fusibles	21
FIGURA 13. Poste plástico cubierto por una mancha de óxido causado por los elementos ferrosos instalados que han sido afectados por la salinidad al igual que en los aisladores ..	23
FIGURA 14. Recopilación de datos almacenados en Microsoft Excel para su posterior análisis	25
FIGURA 15. Distancia total aproximada del recorrido	26
FIGURA 16. Interfaz del sistema instalado en el CPU de la camioneta	27
FIGURA 17. Camioneta usada en el recorrido	28
FIGURA 18. Cámara termográfica Flir A70	29
FIGURA 19. Cámara de efecto corona Ofil DayCor® UV-Eye	29
FIGURA 20. Cámara RGB 5MP	30
FIGURA 21. Lente de 16mm	30

FIGURA 22. CPU INDUSTRIAL KI-014 usado en el recorrido.....	31
FIGURA 23. Mando para encender el CPU, la cámara termográfica, de efecto corona y para interactuar con las cámaras	32
FIGURA 24. Mapa del recorrido hecho por la camioneta.....	33
FIGURA 25. Identificación de elementos por parte de la IA	34
FIGURA 26. Reporte de la termografía en los postes (16021460 - 16021461).....	35
FIGURA 27. Efecto corona identificada	36
FIGURA 28. Reporte de la termografía en el poste 16021455	37
FIGURA 29. Efecto corona identificado	37
FIGURA 30. Reporte de la termografía en el poste 1604912	38
FIGURA 31. Reporte de la termografía en el poste OID20161	39
FIGURA 32. Reporte de la termografía en el poste 16048934	40
FIGURA 33. Efecto corona identificado	41
FIGURA 34. Reporte de la termografía en el poste 16048926	42
FIGURA 35. Efecto corona identificado	42
FIGURA 36. Termografía de los elementos eléctricos.....	43
FIGURA 37. Estado del poste 1604912	47
FIGURA 38. Estado del poste OID20161	47
FIGURA 39. Estado del poste 16048934	48
FIGURA 40. Estado del poste 16048926	49
FIGURA 41. Estado del poste 18320	49
FIGURA 42. Estado del poste 16049545	50
FIGURA 43. Estado del poste OID48395	51
FIGURA 44. Estado crítico por la profundidad de las grietas en el poste OID48395.....	51
FIGURA 45. Estado de los aisladores ANSI 56-2 y aisladores de polímero de suspensión DS-58.....	54
FIGURA 46. Evaluación de los aisladores instalados en el poste 16021455	54
FIGURA 47. Evaluación de los aisladores instalados en el poste 1604912	55
FIGURA 48. Evaluación de los aisladores instalados en el poste OID20161	55
FIGURA 49. Evaluación de los aisladores instalados en el poste 16021440	56
FIGURA 50. Evaluación de los aisladores instalados en el poste 16048934	57

FIGURA 51. Evaluación de los aisladores instalados en el poste 16048926	57
FIGURA 52. Evaluación de los aisladores instalados en el poste 16001914	58
FIGURA 53. Evaluación de los aisladores instalados en el poste 16021488	59
FIGURA 54. Conexión del CPU dentro de la camioneta	72
FIGURA 55. Ejemplo de poste y elementos eléctricos nuevos y en perfecto estado, el número de poste es OID87496 fue el último poste del recorrido	72
FIGURA 56. Fragmento de la base de un portafusible quemado por un arco eléctrico	73
FIGURA 57. Se evidencia el deterioro por la oxidación en otros elementos que no fueron el objeto de estudio	73
FIGURA 58. Poste OID48395 en estado crítico se observa que los portafusibles sus partes metálicas se encuentran totalmente corroídas y algunos no tienen el fusible	74
FIGURA 59. Acciones sugeridas basadas en el aumento de temperatura	74

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. Significado de la simbología de la fórmula de Peek	10
TABLA 2. Significado de la simbología de la fórmula de la tensión crítica disruptiva	11
TABLA 3. Factor "mc" superficial	11
TABLA 4. Factor "mt" superficial	11
TABLA 5. Significado de la simbología de las fórmulas 3, 4 y 5	12
TABLA 6. Significado de la simbología de la fórmula 6	12
TABLA 7. Significado de la simbología de la fórmula 8	13
TABLA 8. Factor m del método de Peterson	14
TABLA 9. Significado de la simbología de la fórmula 10	16
TABLA 10. Simbología de propiedades eléctricas, mecánicas y distancias críticas de un aislador.....	17
TABLA 11. Cantidad de elementos empleados en la inspección	28
TABLA 12. Ficha técnica del CPU INDUSTRIAL KI-014	31
TABLA 13. Elementos evaluados en los postes (16021460 - 16021461)	35
TABLA 14. Elementos evaluados en el poste 16021455	36
TABLA 15. Elementos evaluados en el poste 1604912	38
TABLA 16. Elementos evaluados en el poste OID20161	39
TABLA 17. Elementos evaluados en el poste 16048934	40
TABLA 18. Elementos evaluados en el poste 16048926	41
TABLA 19. Elementos evaluados en el poste 16001914	43
TABLA 20. Elementos evaluados en el poste 16021488	44
TABLA 21. Elementos evaluados en el poste OID48395	44
TABLA 22. Especificaciones técnicas y normativas de los postes de hormigón	45
TABLA 23. Especificaciones técnicas y normativas de los aisladores ANSI 56-2 y aisladores de polímero de suspensión DS-58	52
TABLA 24. Especificaciones técnicas y normativas de los portafusibles	59
TABLA 25. Programa de mantenimiento predictivo sugerido	74
TABLA 26. Registro de todos los elementos inspeccionados	76

ÍNDICE DE FÓRMULAS

FÓRMULA 1. Fórmula para calcular las pérdidas por la metodología de Peek	10
FÓRMULA 2. Fórmula para calcular la tensión crítica disruptiva	10
FÓRMULA 3. Densidad relativa del aire	11
FÓRMULA 4. Presión del aire en mmHg	11
FÓRMULA 5. Temperatura en °C	12
FÓRMULA 6. Tensión característica de fase	12
FÓRMULA 7. Tensión característica de la línea por fase para 12 a más hilos	13
FÓRMULA 8. Valor para calcular la ed de la fórmula 7	13
FÓRMULA 9. ed para conductores de 6 hilos en su última capa	14
FÓRMULA 10. Fórmula de Peterson para perdidas de potencia en KW/km/fase	16

Palabras Clave

Termografía, Efecto corona, Inspección, Aisladores, Salinidad, Corrosión.

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

El desarrollo urbano y la actividad industrial han crecido significativamente en las últimas décadas en zonas como Punta Carnero y el sector Mar Bravo en la provincia de Santa Elena, Ecuador. El problema de la salinidad en la región, causada por la cercanía del mar, podría causar daños irreparables en las infraestructuras y en los sistemas eléctricos. Para abordar este problema, es necesario comprender como actúa la salinidad ambiental[1] y la degradación del material eléctrico en el tiempo, así como identificar posibles medidas de mitigación que se puedan implementar para mantener la estabilidad y eficiencia del sistema eléctrico en esta zona costera[2].

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La corrosión y cristalización de la sal en los elementos eléctricos han sido las principales causas de averías en el sistema eléctrico entre el sector Punta Carnero y Puntilla de Santa Elena, provocando pérdidas por fuga de corriente y principalmente económicas ya sea por falta de la instrumentación necesaria para realizar inspecciones y su debido mantenimiento a los equipos eléctricos, hecho que genera un gasto adicional al cantón y a la empresa eléctrica en el cambio constante de dichos elementos eléctricos instalados en este tramo.[3] Los cuales son los principales afectados por la salinidad causada por la cercanía al mar y corrosión por oxido en el ambiente, de lo cual surge la siguiente pregunta:

¿Cómo influye la corrosión y la cristalización de la salinidad en los elementos eléctricos del sistema eléctrico de potencia instalados entre el sector Punta Carnero y Puntilla de Santa Elena?

Cuya respuesta es encontrar una pronta solución ante esta grave problemática que ha causado muchas pérdidas económicas en el sector urbano e industrial como a la empresa eléctrica.

1.2 JUSTIFICACIÓN

Para la ejecución de este proyecto técnico se plantea un plan de mantenimiento y prevención de fallas en los equipos eléctricos instalados incluyendo los daños a los postes causados por la salinidad y la degradación progresiva en el tiempo y así evitar daños a futuro en las instalaciones, por medio de, inspecciones realizadas con la ayuda de cámaras termográficas y de efecto corona integradas con inteligencia artificial. Con esto se beneficia el servicio al público evitando daños en su infraestructura eléctrica mejorando la actividad económica.

1.3 ALCANCE Y DELIMITACIÓN

Se tiene como finalidad evaluar las condiciones físicas de los aisladores y fusibles con cámaras termográficas, de efecto corona y fotográficas y proponer un plan de mantenimiento predictivo para evitar daños permanentes y energéticas. Cabe recalcar que este proyecto se limitará a la zona de asignada en realizar la inspección y basados en los datos obtenidos por medio de imágenes tomadas por las cámaras termográficas y de efecto corona con la ayuda de la inteligencia artificial integrada en su sistema.

Solo serán analizados los aisladores y portafusibles con termografía y efecto corona y los postes únicamente con termografía.

Para este estudio se limitará únicamente desde el fin del tramo del alimentador “S/E Carolina – Carolina” y número de poste “16021460”, hasta un tramo del alimentador “S/E Salinas - Bases Militares” y numero de poste “OID87496”, ubicados entre la Av. Punta Carnero hasta el punto llamado mirador “Puntilla de Santa Elena”.

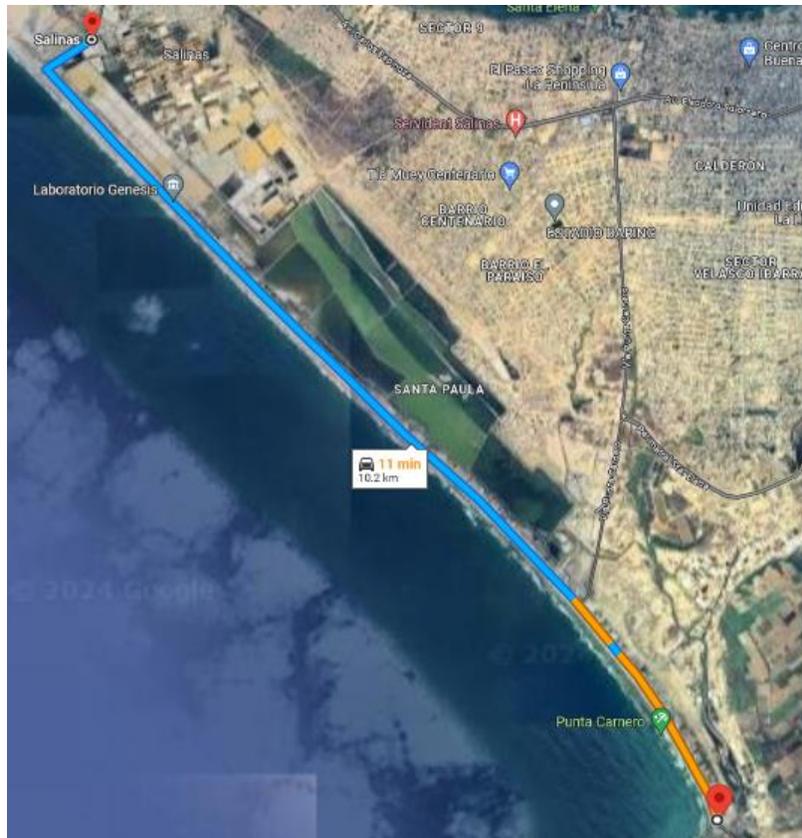


FIGURA 1. Ubicación espacial del recorrido para el proyecto

FUENTE: Google Maps

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar el estado técnico de los elementos instalados en el sistema eléctrico de distribución entre el sector Punta Carnero y Puntilla de Santa Elena, con la ayuda de cámaras termográficas, de efecto corona e inteligencia artificial mediante la planificación de inspecciones periódicas para prevenir daños a futuro en los equipos eléctricos instalados, causados por la corrosión y salinidad.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar mediciones con equipos termográficos y de efecto corona en el sistema eléctrico de distribución entre el sector Punta Carnero y Puntilla de Santa Elena, con la ayuda de la inteligencia artificial programada en los equipos de medición.
- Evaluar los daños causados por la salinidad y la corrosión en los equipos eléctricos instalados comparando con los estándares y normas establecidas.
- Determinar las pérdidas de flujo de energía eléctrica en las instalaciones.
- Proponer un plan de mantenimiento óptimo garantizando la vida útil de los equipos eléctricos a partir de los resultados obtenidos.

CAPÍTULO 2

2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1 TERMOGRAFÍA

Todos los elementos del universo emiten radiación electromagnética en su gran mayoría radiación no visible para el ojo humano la cual puede ser calculada y observada por instrumentos que nos facilitan observar esa información que no se puede ver a simple vista. La termografía es un método de medición de la temperatura para captar la radiación infrarroja del espectro electromagnético sin necesidad de infringir un contacto físico y sin interrumpir a la operación del equipo a medir. Se puede saber la temperatura de los cuerpos mediante la energía irradiada en ellos[4].

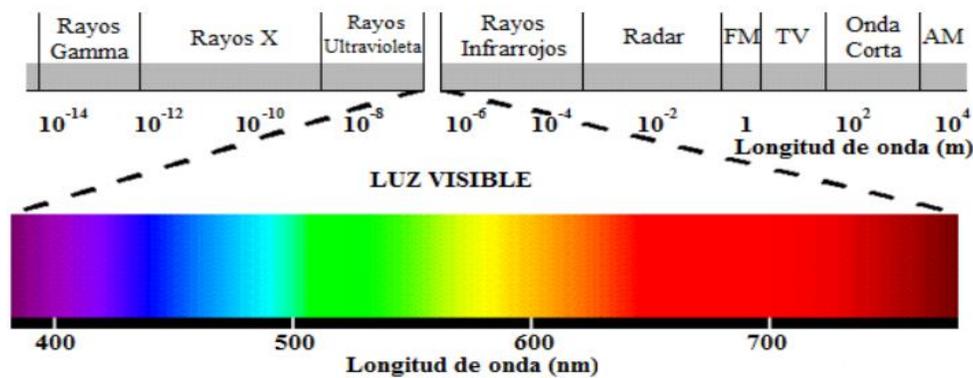


FIGURA 2. Espectro visible de la luz

FUENTE: Trabajo de grado Correa J, Aguirre C

2.1.1 APLICACIONES DE LA TERMOGRAFÍA EN REDES ELÉCTRICAS

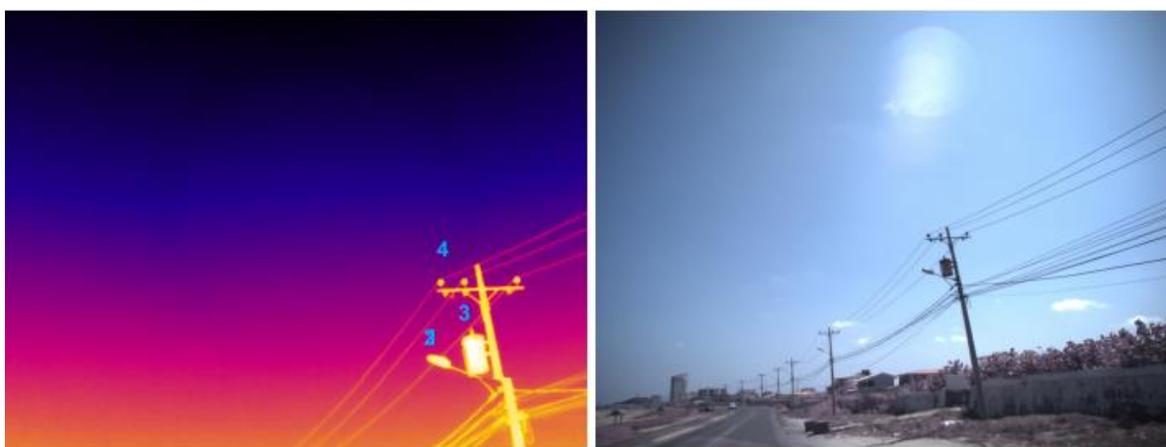
La termografía es usada desde hace muchos años atrás, pero con el avance de la tecnología y la disminución del volumen de los instrumentos de antaño, hoy en día se facilita el uso y transporte de cámaras termográficas ya que pueden ser instaladas en vehículos, drones y cámaras manuales.

En los sistemas eléctricos de potencia las fallas por temperatura son las más comunes provocadas por múltiples razones. Una de ellas, basándonos en la Ley de Ohm y la Ley de Joule, se tiene que dependiendo del voltaje suministrado a mayor resistencia en un conductor

la corriente aumentara produciendo energía térmica en ese punto el cual se puede llamar “punto caliente” [5].

2.1.2 INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA TERMOGRAFÍA

La evolución tecnológica a lo largo de los años ha dado como resultado una herramienta muy útil a la hora de realizar proyectos como es este caso de estudio, al de la inteligencia artificial (IA), la cual, por medio de un análisis de imágenes almacenadas en su software, identifica mucho más rápido los elementos que se encuentran instalados en condiciones ambientales favorables [6].



N. Op.	Elemento	Temp	Método	T. Delta	T. Abs	Acción	Estado
N/A	Brazo (1)	33.43°C	-	-	-	- (-)	-
N/A	Lampara (2)	31.22°C	-	-	-	- (-)	-
N/A	Trafo (3)	33.46°C	42.47°C	-	-	Sin acción (-)	Sin acción
N/A	Poste (4)	33.46°C	-	-	-	- (-)	-

FIGURA 3. Reconocimiento de elementos por parte de la IA

FUENTE: Software implementado por la compañía IELCO

2.1.3 BENEFICIOS DE LA IA EN LA TERMOGRAFÍA

Con la IA es posible automatizar el proceso de interpretación de datos termográficos, minimizar los errores humanos, y mejorar la eficiencia al momento de realizar la inspección. Esto conduce a una optimización en el uso de recursos y tiempo.

2.1.4 IMPORTANCIA DE LA TERMOGRAFÍA AL MOMENTO DE REALIZAR MANTENIMIENTOS PREDICTIVOS EN REDES ELECTRICAS

Todos los elementos eléctricos al ser atravesados por un flujo eléctrico este se convierte en energía térmica, el que a temperatura de trabajo nominal e incluso a temperaturas elevadas no se puede ver a simple vista. Un flujo no controlado provoca que existan perdidas de energía, desgastes en la infraestructura del material ocasionando fallas eléctricas o daños permanentes, por lo que para evitar estas fallas se debe realizar un correcto mantenimiento con la ayuda de la termografía ya que ella ayuda a visualizar con precisión en donde se encuentra los puntos calientes[7].

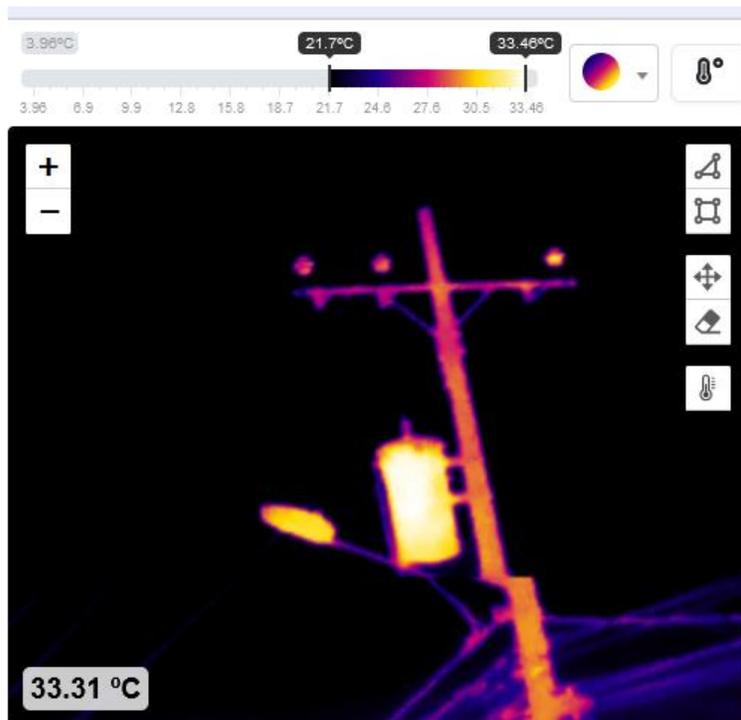


FIGURA 4. Foto termográfica para determinar puntos calientes con una temperatura máxima de 33.48°C

FUENTE: Software implementado por la compañía IELCO

2.2 EFECTO CORONA

Es la derivación del campo eléctrico existente en un conductor hacia los extremos más superficiales del elemento conductor. Este efecto es directamente proporcional al nivel de voltaje inyectado en la red, causando una ionización en el área circundante del elemento[8]. El efecto corona ocurre principalmente en los conductores aéreos, los aisladores y generalmente donde se supera el gradiente de potencial mínimo[9], cabe recalcar que no siempre aparece y se deben cumplir las condiciones climáticas y un nivel de potencial alto en las líneas para poder observar este fenómeno.

El efecto corona, en el espectro electromagnético, no genera radiación infrarroja, por el contrario, emite radiación UV, específicamente la UV-A ubicada entre los 300 a 380 nm. Los cuales los equipos de medición como las cámaras termográficas que son las más usadas para este tipo de mediciones, no son capaces de poder observar este espectro[10] .



FIGURA 5. Efecto corona a simple vista en líneas de transmisión causado por la ionización del aire

FUENTE: Voltimum

2.2.1 CÁMARA DE EFECTO CORONA

Con este instrumento somos capaces de visualizar con precisión donde se encuentra la fuga de energía en un elemento eléctrico, evitando su degradación a través del tiempo, fallos eléctricos y mecánicos. La desventaja es que no podemos observar si el elemento ha sufrido daños físicos en su infraestructura o desgaste parcial en su capacidad de aislamiento ya que solo es una medición cualitativa[10] .



FIGURA 6. Cámara de efecto corona y RGB usada en el recorrido

FUENTE: El Autor

2.2.2 PÉRDIDAS POR EFECTO CORONA

Las pérdidas por este fenómeno son muy importantes a la hora de garantizar el transporte de energía, ya que se puede generar fallos eléctricos o en los aislamientos de los instrumentos instalados presentando micro fisuras y para el caso del aire se produce la ionización del aire o flameo el cual lo podemos calcular de dos maneras distintas recalando que usando el método de Peek es para conductores de varias ternas por fase y Peterson para un solo conductor por fase[11].

2.2.3 MÉTODO DE PEEK

Alrededor de los años 20 el ingeniero estadounidense Frederic W. Peek estudió y desarrolló un nuevo método para calcular el voltaje crítico, también llamado tensión disruptiva, causado por el efecto corona en líneas de alta y muy alta tensión, basándose en la experimentación visual[12] Esta ley solo aplicable únicamente para conductores cilíndricos en paralelo y su fórmula mostrada a continuación.

$$P_{peek} = \frac{241}{\delta} * (f + 25) * \sqrt{\frac{r}{DMG}} * \left(\frac{V_s}{\sqrt{3}} - V_c \right)^2 * 10^{-5}$$

FÓRMULA 1. Fórmula para calcular las pérdidas por la metodología de Peek

TABLA 1. Significado de la simbología de la fórmula de Peek

	Donde
δ	Densidad relativa del aire FÓRMULA 3
f	Frecuencia de la red (Hz)
r	Radio del subconductor en centímetros
DMG	Distancia media geométrica entre fases en centímetros
V_s	Voltaje máximo de la línea en kilovoltios
V_c	Voltaje crítico disruptivo en kilovoltios

Para encontrar las pérdidas totales primero debemos encontrar el valor de la tensión crítica disruptiva la cual va a variar según su entorno, sus condiciones climáticas y el estado del conductor, la cual se la calcula con la siguiente fórmula:

$$V_c = mt * mc * Ep * \delta * r * \ln \left(\frac{DMG}{req} \right) * n$$

FÓRMULA 2. Fórmula para calcular la tensión crítica disruptiva

TABLA 2. Significado de la simbología de la fórmula de la tensión crítica disruptiva

	Donde
m_c	Factor superficial TABLA 3
m_t	Factor ambiental TABLA 4
E_p	21,21 Kvr rms/cm
r_{eq}	Radio equivalente del haz (cm)
n	Número de subconductores

TABLA 3. Factor "mc" superficial

	Factor " m_c " Superficial
1	Conductor liso ideal
0.88 - 0.96	Conductor nuevo y limpio
0.8 - 0.87	Conductor envejecido
0.5 - 0.7	Conductor tratado deficientemente

TABLA 4. Factor "mt" superficial

	Factor " m_t " Ambiental
1	Ambiente seco
0.8	Ambiente húmedo
0.16 - 0.25	Ambiente lluvioso

$$\delta = \frac{0.3921 * P}{273 + T}$$

FÓRMULA 3. Densidad relativa del aire

$$P = 10^{\log(760) - \frac{y}{18336}}$$

FÓRMULA 4. Presión del aire en mmHg

$$T = 25 - \frac{y}{200}$$

FÓRMULA 5. Temperatura en °C**FUENTE:** Tesis de R. F. Sabaj Saavedra**TABLA 5.** Significado de la simbología de las fórmulas 3, 4 y 5**FUENTE:** Tesis de R. F. Sabaj Saavedra

	Donde
P	Presión del aire (mmHg)
T	Temperatura del aire en grados centígrados (°C)
Y	Altura

2.2.4 MÉTODO DE PETERSON

Fue desarrollado por Harold A. Peterson por la década de los 30 dando un gran avance para poder encontrar las pérdidas por efecto corona, pero a diferencia del método de Peek, el método de Peterson se compone de 3 etapas[13].

- Etapa 1: Se calcula el voltaje característico de la línea por fase.

Para el cálculo de e_d se diferencian en tres situaciones, de las cuales podemos calcular las pérdidas de efecto corona si un conductor es liso, de 6 hilos o de 12 en adelante.

- a. Conductores circulares que sean de superficie limpia y lisa

$$ed = 48.6 * 3 * \delta^{2/3} * R \log\left(\frac{D}{R}\right)$$

FÓRMULA 6. Tensión característica de fase**TABLA 6.** Significado de la simbología de la fórmula 6

Donde	
δ	Densidad relativa del aire
R	radio del conductor en centímetros
D	Distancia entre fases en centímetros
e_d	tensión característica de la línea por fase en kilovoltios

b. Conductores con 12 o más hilos en la última capa

$$e_d = 48.6 * m * \delta^{2/3} \frac{\log_{10} \left(\frac{D}{C * Rh} \right) + (nh - 1) * \log_{10} \left(\frac{D}{R - c * Rh} \right)}{\frac{1}{c * Rh} + \frac{nh - 1}{2(R - c * Rh)}}$$

FÓRMULA 7. Tensión característica de la línea por fase para 12 a más hilos

Donde:

$$c = 1 - \frac{\sin \left(\frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{nh} \right)}{\frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{nh}}$$

FÓRMULA 8. Valor para calcular la e_d de la fórmula 7

TABLA 7. Significado de la simbología de la fórmula 8

Donde	
n_h	Número de hilos en la capa exterior
R_h	Radio hilo capa exterior en centímetros
R	Radio del conductor en centímetros

c. Conductores con 6 hilos en la última capa

$$ed = 35.47 * m * \delta^{2/3} * R * \left[\log_{10} \left(\frac{D}{R} \right) + 0.0677 \right]$$

FÓRMULA 9. ed para conductores de 6 hilos en su última capa

TABLA 8. Factor m del método de Peterson

m	Condiciones
0.87 – 0.9	Para condiciones comunes.
0.67 - 0.74	Para conductores no lavados
0.912 - 0.93	Para conductores lavados con un disolvente de grasas
0.885	Escobillados con una escobilla de alambre
1	Conductor pulido (un solo conductor sin hilos)
0.72 - 0.75	Conductores arrastrados y sucios con polvo
0.945	Después de 150 días expuestos a la acción ambiental
0.92	Sometido a la acción atmosférica, humedad baja de día
0.78	Sometido a la acción atmosférica, humedad baja de noche

II. Etapa 2: Cálculo de la razón entre la tensión por fase de servicio de la línea y la tensión característica.

Esta etapa consiste en el cálculo entre la razón entre V y e_d , para luego calcular el factor ϕ , el cual se muestra a continuación en la FIGURA 7 y FIGURA 8.

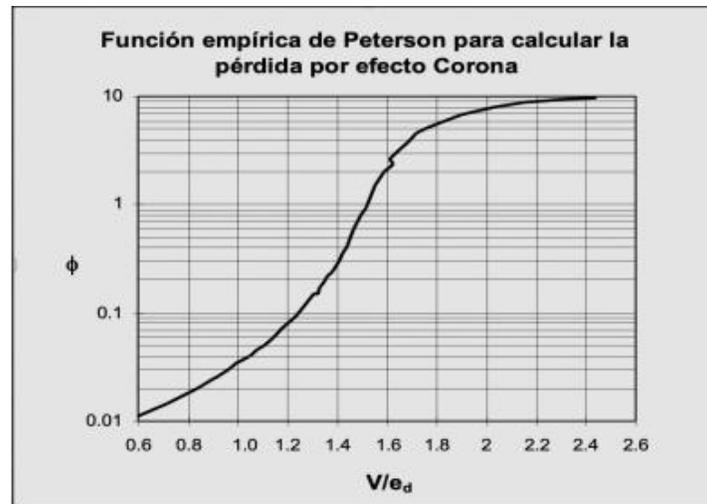


FIGURA 7. Función de Peterson para el cálculo de pérdidas con razón $\frac{V}{e_d}$ entre 0.6 y 2.6

FUENTE: Tesis de R. F. Sabaj Saavedra

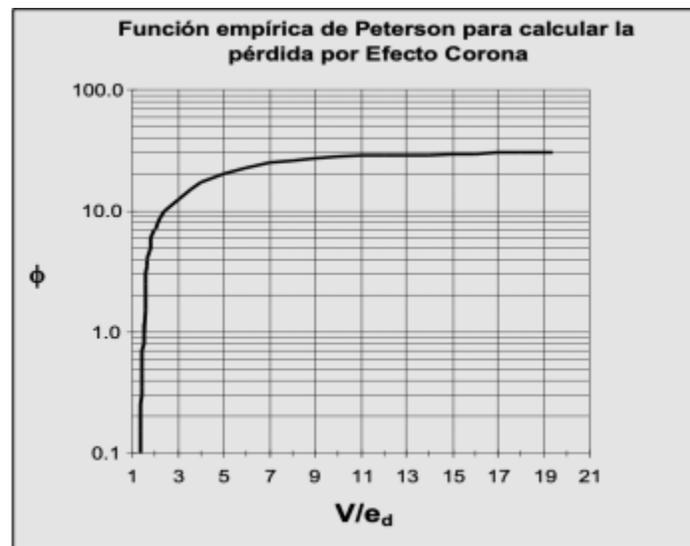


FIGURA 8. Función de Peterson para el cálculo de pérdidas con razón $\frac{V}{e_d}$ entre 1 y 21

FUENTE: Tesis de R. F. Sabaj Saavedra

III. Etapa 3: Pérdidas de potencia

En esta última etapa calculamos las pérdidas usando la fórmula de Peterson:

$$P_{peterson} = \frac{20.95 * 10^{-6} * F * V^2}{\left(\log_{10} \left(\frac{D}{R}\right)\right)^2} * \phi$$

FÓRMULA 10. Fórmula de Peterson para pérdidas de potencia en KW/km/fase

FUENTE: Tesis de R. F. Sabaj Saavedra

TABLA 9. Significado de la simbología de la fórmula 10

FUENTE: Tesis de R. F. Sabaj Saavedra

	Donde
f	Frecuencia de la red eléctrica (Hz)
V	Voltaje de la fase-neutro en kV
P _{Peterson}	Potencia de pérdidas en kW/km/fase

2.3 AISLAMIENTO ELECTRICO

El aislamiento es la capacidad de cualquier objeto para soportar un flujo eléctrico y determinado nivel de tensión o voltaje para la cual está diseñado, evitando una falla a tierra o hacia las demás líneas del sistema. Están diseñados para soportar voltaje nominal, sobrevoltajes por maniobras, sobrevoltajes por descargas atmosféricas, entre otros[14].

Pero para este caso de estudio en específico hablaremos sobre el aislamiento en los aisladores, los cuales encontramos en el mercado los siguientes tipos para un nivel de voltaje de 13.8 Kv y 25 Kv.

- Aisladores cerámicos.
- Aisladores tipo disco de porcelana.
- Aisladores tipo pin.
- Aisladores tipo doble pin.
- Aisladores tipo polímero.
- Aisladores compuestos.



FIGURA 9. Aisladores ANSI 56-2 y cadena de aisladores ANSI 52-2 con presencia de corrosión

FUENTE: El Autor

Todos los aisladores deben cumplir con las normativas establecidas para garantizar sus propiedades dieléctricas y mecánicas, cada aislador debe tener una tolerancia hacia los siguientes niveles de voltajes y tensiones mecánicas como se muestra en la TABLA 10[15]. Para el caso de estudio los aisladores usados son los ANSI 56-2 y aisladores de suspensión de polímero DS-58.

TABLA 10. Simbología de propiedades eléctricas, mecánicas y distancias críticas de un aislador

FUENTE: O. W. ASTUDILLO A

TCF (WET)	Tensión crítica de flameo a baja frecuencia en húmedo	Propiedades eléctricas
TCF (DRY)	Tensión crítica de flameo a baja frecuencia en seco	
TCF (rayos positivos)	Tensión crítica de flameo ante rayos positivos	
TCF (rayos negativos)	Tensión crítica de flameo ante rayos negativos	
h	Altura o longitud del aislador	Distancias críticas
D	Diámetro del aislador	
D.fuga	Distancia de fuga	
R.elect	Resistencia electromecánica	Propiedades mecánicas
R.imp	Resistencia al impacto	
P.car.rut	Prueba de carga de rutina	
P.car.sost	Prueba de carga sostenida	

2.4 SALINIDAD Y SU AFECTACIÓN EN LOS ELEMENTOS ELÉCTRICOS

La contaminación siempre será un factor muy importante a la hora de realizar cálculos, aproximaciones y tomar decisiones especialmente en la rama de la electricidad ya que juega un papel crucial al momento de proyectar el tipo y nivel de aislamiento que se requerirá para proteger y aislar los equipos o elementos eléctricos[16].

Es muy importante considerar el nivel de contaminación ambiental a la hora de realizar nuevos proyectos es el tipo y nivel de contaminación que, varía constantemente según la ubicación y la altura en la cual se va a ejecutar el proyecto[17] .



FIGURA 10. Aislador destruido por la salinidad

FUENTE: El Autor

2.4.1 SALINIDAD AMBIENTAL

La salinidad ambiental es la existencia de sales disueltas ya sea en el agua, suelo y en el aire, que afectan las actividades humanas, infraestructuras y como en este caso de estudio los elementos eléctricos instalados en los postes. Este fenómeno se produce principalmente en zonas cercanas al mar gracias al rocío y dispersión de partículas de agua con sal disuelta en el ambiente; otra causa es por la evaporación de aguas subterráneas ricas en sales lo que causa daños en el suelo y en estructuras de hormigón y por la contaminación atmosférica.[18]

2.4.2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

Las zonas costeras son las regiones con mayor vulnerabilidad a causa de la salinidad, debido a su proximidad con el mar. El viento, las mareas y la rotura de las olas, transportan micro partículas de agua y sales disueltas depositándolas en las superficies de las infraestructuras eléctricas. La contaminación salina va variando con la cercanía al mar y el tipo de materiales empleados en la construcción.

2.4.3 CAMBIO CLIMÁTICO

El cambio en los patrones de precipitación y el aumento del nivel del mar, incrementan las áreas afectadas y la salinización ambiental. Esto ocurre por una intermitencia de las lluvias y la temporada seca, lo cual en tiempos secos el nivel salino en el ambiente aumenta debido al incremento de la evaporación del mar y cristalización de la sal.

2.4.4 CONTAMINACIÓN INDUSTRIAL

Las actividades industriales, en especial las que están ubicadas en proximidad al mar, muchas de ellas liberan compuestos químicos que contribuyen al aumento del salitre en el entorno[19]. Por ejemplo, las cantidades de industrias camaroneras y especialmente industrias salineras las cuales evaporan el agua del mar en piscinas poco profundas y las cuales muchas de ellas están ubicadas muy cerca de la playa las cuales por sus características liberan más salinidad al ambiente, afectando las infraestructuras de los edificios y elementos eléctricos.



FIGURA 11. En el trasfondo se observa las piscinas con agua de mar para su evaporación

FUENTE: El Autor

2.4.5 EFECTOS CORROSIVOS DE LA SALINIDAD EN LOS MATERIALES METÁLICOS

La corrosión es un proceso de deterioro que afecta a los metales cuando estos se encuentran en contacto con gases o fluidos del ambiente como por ejemplo el oxígeno, ozono y agua suspendida en el ambiente con sales disueltas, etc. Esto se produce mediante diversas reacciones químicas y electroquímicas que alteran tanto como la estructura química y física del metal desencadenando una pérdida parcial de su superficie, dureza y resistencia mecánica.[20]

2.4.6 MATERIALES METÁLICOS

Los materiales metálicos se clasifican en dos categorías, según el metal predominante en su composición. Por un lado, tenemos a los materiales férricos, que están compuestos mayormente de hierro los cuales por su estructura atómica pueden ser magnetizados. Por otro lado, tenemos a los materiales no férricos los cuales por su composición química no pueden ser magnetizados, estos los conforman el aluminio, cobre, zinc, plomo, que generalmente son más ligeros y resistentes a la corrosión ya que se forma una fina capa de óxido en su superficie

la cual impide seguir formando óxido y los protege y destacando sus propiedades eléctricas y conductoras superando a los materiales férricos.

2.4.7 ÓXIDO – REDUCCIÓN

Una reacción redox u oxido - reducción es un proceso físico y químico donde los electrones se intercambian entre los reactivos, produciendo un cambio del estado de oxidación. Para que se produzca esta reacción debe estar presente un agente oxidante el cual recibe los electrones y un reductor el cual libera los electrones.

2.4.8 FENÓMENO ELECTROQUÍMICO

La corrosión es un proceso electroquímico en el que ciertas áreas de la superficie metálica van convirtiéndose en ánodos, y estas áreas son donde ocurre la oxidación y otras que actúan como cátodos, donde se produce la reducción como se puede ver en la FIGURA 12.



FIGURA 12. Se observa el fenómeno electroquímico en los pernos de la cruceta y base de los fusibles

FUENTE: El Autor

2.5 DETERIORO DE LA ESTRUCTURA

El deterioro de la estructura es la degradación gradual que manifiestan las estructuras a lo largo del tiempo debido a factores mecánicos, químicos y principalmente ambientales. Este desgaste estructural con el transcurso del tiempo compromete a la integridad, funcionalidad y duración de la estructura.

2.5.1 ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN

Las estructuras de hormigón armado están hechas de concreto reforzado y varillas de acero siendo un material común con construcción por sus propiedades físicas, mecánicas y duraderas a través del tiempo.

2.5.2 CORROSIÓN DEL ACERO POR LAS CONDICIONES AMBIENTALES

Las varillas de acero aun estando dentro de una estructura de hormigón pueden sufrir los estragos de la humedad y salinidad ya que por filtraciones de estas en el hormigón alcanza las barras provocando una capa de óxido en su superficie haciendo que el acero se expanda y provoque la formación de grietas en toda la estructura del hormigón. La cercanía al mar es un factor que acelera este proceso por el alto nivel salino en el ambiente.[21]

2.5.3 NORMATIVAS DE CONSTRUCCIÓN DE POSTES DE HORMIGÓN EN ECUADOR

La normativa vigente en el país para la construcción de postes de hormigón armado es la NTE INEN 1964, 1965, 1966, 1969, que establece los requisitos para la fabricación y producto de los postes de hormigón armado y preesforzado y detalla los tipos de materiales, métodos de fabricación y curado, la resistencia a la carga y por último la geometría y armadura las cuales varía según la altura de cada poste. [22]

2.5.4 AFECTACIÓN DE LOS AISLADORES Y PORTA FUSIBLES

Los aisladores y fusibles tienen un elemento en común que son sus materiales dieléctricos, estos son cruciales para el mantener el sistema eléctrico estable y la distribución de la energía eléctrica. Sin embargo, su capacidad de aislamiento puede verse afectada por factores ya sean ambientales o por el entorno donde han sido instalados aumentando el riesgo de fallas.

2.5.5 TIPOS DE CONTAMINANTES

La contaminación en los aisladores y portafusibles va a variar dependiendo el entorno en donde hayan sido instalados. Estos elementos pueden ser afectados por la polución en el ambiente, polvo arena, sal, excremento de animales, agua salina, entre otros. Estos factores sin una limpieza periódica pueden dañar por completo a los aisladores y los portafusibles[23].



FIGURA 13. Poste plástico cubierto por una mancha de óxido causado por los elementos ferrosos instalados que han sido afectados por la salinidad al igual que en los aisladores

FUENTE: El Autor

2.6 MANTENIMIENTO PREDICTIVO

El objetivo del mantenimiento es observar y controlar continuamente el estado físico de equipos o infraestructuras a través de sensores o inspecciones periódicas y herramientas de análisis de datos. El propósito principal del mantenimiento predictivo es predecir qué pasaría y en qué tiempo aproximado puede ocurrir una falla o daño y posterior realizar el mantenimiento correctivo o preventivo correspondiente antes de que ocurra una falla o daño

permanente. Este tipo de mantenimiento ayuda a maximizar el uso de recursos y prolongan la vida útil de las instalaciones o equipos.

2.6.1 TECNICAS USADAS

Para realizar un plan de mantenimiento eficiente se deben emplear técnicas de las cuales van a variar según sea la necesidad de cada escenario, para eso se necesita un personal calificado y los recursos necesarios.

2.6.2 INSPECCIÓN VISUAL

El primer paso para realizar un informe sobre el estado del objeto o estructura a evaluar es la inspección visual, la cual consiste en observar todas las características físicas del objeto mediante el uso de herramientas que permitan mejorar la observación del evaluador para registrar toda la información obtenida en una base de datos los cuales se analizan para detallar cada deterioro, falla o daño[24].

2.6.3 METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE DATOS

Para llevar a cabo un mantenimiento predictivo, la recopilación de datos es la base fundamental y se da a través de inspecciones visuales, cámaras termográficas, sensores o se puede emplear cualquier otro método necesario, además de analizar el historial de mantenimientos que se han realizado si es el caso que se hayan realizado previamente. Luego se procesan los datos para eliminar errores, organizándolos y categorizándolos con esto se logra maximizar la confiabilidad del análisis. Finalmente, se lleva a cabo una evaluación para encontrar patrones y anomalías, utilizando modelos predictivos que ayudan a predecir fallas y daños permanentes. Mediante la elaboración de informes detallando que elementos necesitan ser examinados, reemplazados o darles mantenimiento. [25]

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	POSTE	NUM POSTE	TIPO DE POSTE	CODIGO DE ESTRUCTURA	CIMIENTO	ESTRUCTURA EN POSTE	AISLADORES	CRUCETAS	TIPO DE POSTE	PORTA FUSIBLE/FUSIBLE	ALIMENTADOR
2	1	16021460	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	3HRT; 1PP3	Ok	Ok	Buen estado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
3	2	16021461	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	1CPT	Ok	Ok	Buen estado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
4	3	16049123	HORMIGON	PHC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1PP3	Ok	Ok	Buen estado	Deteriorado	S/E Carolina - Carolina
5	4	16049173	HORMIGON	PHC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1PP3	Ok	Ok	Buen estado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
6	5	16049209	HORMIGON	PHC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1PR3	Ok	Ok	Buen estado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
7	6	16049210	HORMIGON	PHC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1ER	Ok	Ok	Buen estado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
8	7	16021455	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	3SAT; 1EP	Ok	Ok	Buen estado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
9	8	16049174	HORMIGON	PHC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1PR3; 1EP	Ok	Ok	Buen estado	Buen estado	S/E Carolina - Carolina
10	9	1604912	HORMIGON	PHC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1PP3; 1EP	No tiene	No tiene	Deteriorado	No tiene	S/E Carolina - Carolina

FIGURA 14. Recopilación de datos almacenados en Microsoft Excel para su posterior análisis

FUENTE: El Autor

CAPÍTULO 3

3. DESCRIPCIÓN DE LA INSPECCIÓN TERMOGRÁFICA Y DE EFECTO ENTRE EL SECTOR PUNTA CARNERO Y MIRADOR PUNTILLA DE SANTA ELENA

3.1 UBICACIÓN DE LA INSPECCIÓN

La inspección se tomó a cabo desde el tramo más expuesto a las condiciones adversas ambientales del alimentador “S/E Carolina – Carolina” y número de poste “16021460”, hasta una parte el alimentador “S/E Salinas – Bases Militares” y numero de poste “OID87496” este último lo vemos en el anexo 3, FIGURA 55 , los cuales están ubicados entre el sector Punta Carnero y Puntilla de Santa Elena, cantón Salinas, provincia de Santa Elena, pertenecientes a la CNEL EP Santa Elena.

Para efectuar la inspección, previamente se realizó una consulta del clima en la página The

Weater Chanel del sector para asegurarse que las condiciones sean las óptimas para lograr una buena adquisición de datos, posteriormente se procedió a tomar fotografías de las estructuras que presenten un mayor daño visible, luego se inició el recorrido en la zona de estudio con las cámaras termográficas y de efecto corona.

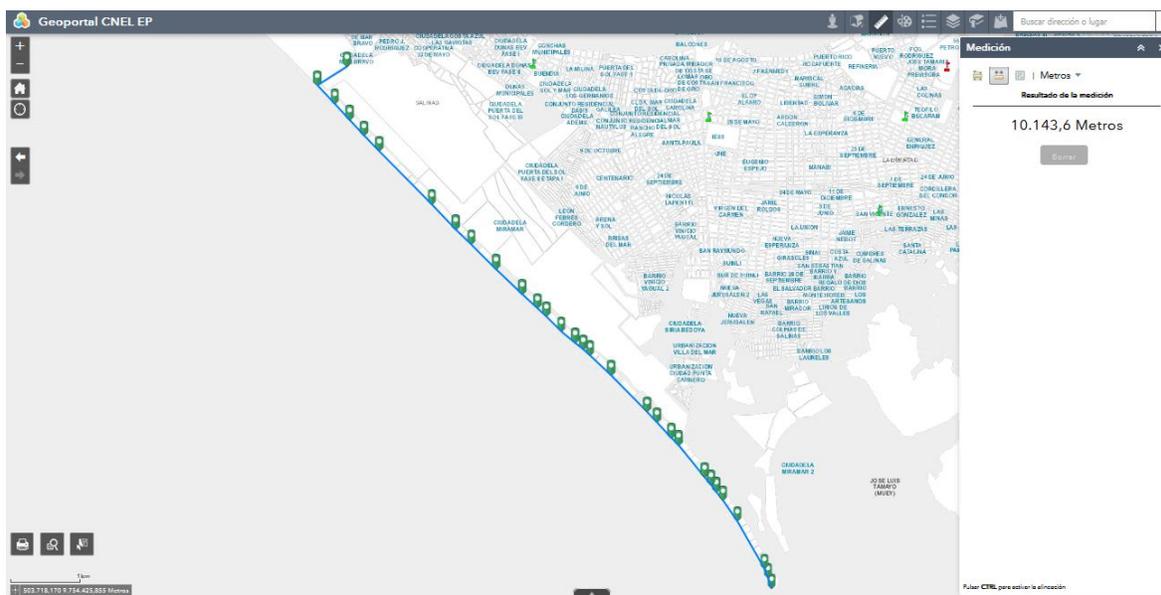


FIGURA 15. Distancia total aproximada del recorrido

FUENTE: Geoportal CNEL

3.2 DESCRIPCIÓN DE LA LONGITUD DEL RECORRIDO

En el recorrido realizado solo se inspeccionó un tramo de los alimentadores S/E Carolina - Carolina y del alimentador S/E Salinas - Bases Militares, se cubrió una distancia aproximada de 10 kilómetros. Esta distancia fue estimada utilizando el sistema de medición del Geoportal de la CNEL, el cual proporciona una referencia geográfica aproximada y teniendo en cuenta que era un trayecto en línea recta con una sola curva lo cual se aproxima más a la distancia real recorrida.

3.3 ESPECIFICACIONES DE LOS TRAMOS

Cada tramo de los alimentadores recorridos tiene una característica, la cual es que cada cierto día los alimentadores cambian de longitud y esto se debe a una maniobra de cierre y apertura

de cuchillas seccionadoras. Por lo tanto, en hay días que se realiza la maniobra del seccionador instalado en el poste 16000260 extendiendo la distancia del alimentador S/E Salinas - Bases Militares y disminuyendo el alimentador S/E Carolina – Carolina y cuando se requiere, se realiza la maniobra del seccionador cuchilla instalado en el poste 16001866, estas maniobras realizadas son de transferencia cuando una alimentador necesita más o menos carga.

En los tramos inspeccionados se evaluó los postes, aisladores y portafusibles y de los cuales se contabilizó un total de 255 postes con sus elementos eléctricos como se puede visualizar en el anexo 8, tabla 26. En la tabla anexada esta detallado cada poste con sus características físicas y los elementos evaluados de los cuales se describió si hay o no instalados.

3.4 DESCRIPCIÓN DE LA TERMOGRAFÍA Y EFECTO CORONA

Para el recorrido la inspección únicamente se enfocó en la observación de los aisladores y portafusibles ya que son los elementos que poseen un dieléctrico y están más expuestos a las pérdidas por efecto corona. El sistema utilizado para el procesamiento de la información de las cámaras es un software utilizado por la compañía IELCO la cual facilito la información necesaria para el desarrollo de este proyecto.

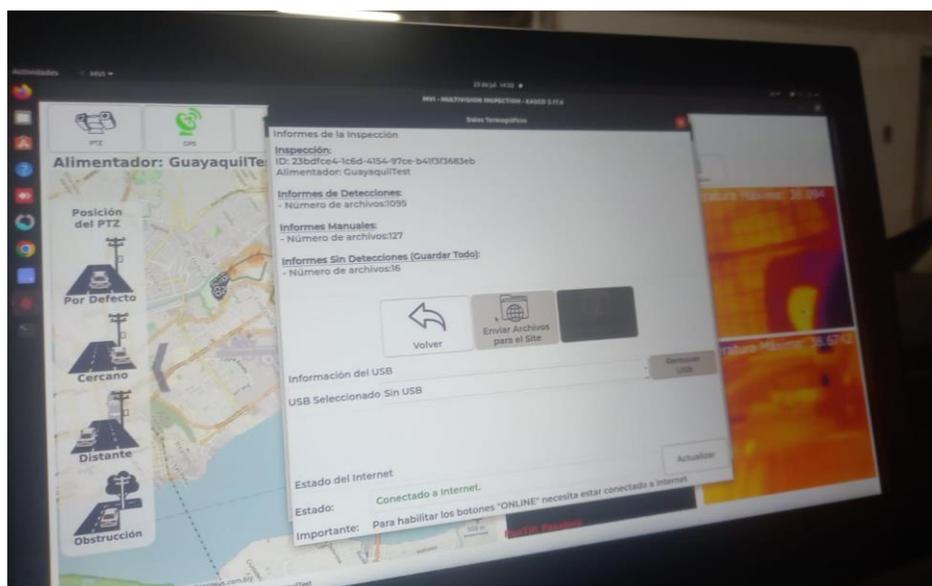


FIGURA 16. Interfaz del sistema instalado en el CPU de la camioneta

FUENTE: El Autor

CAPÍTULO 4

4. METODOLOGÍA Y DESARROLO

4.1 INSTRUMENTOS EMPLEADOS PARA LA MEDICIÓN

Los equipos que se usaron para realizar esta inspección están descritos y la cantidad de ellos en la tabla 11.

TABLA 11. Cantidad de elementos empleados en la inspección

FUENTE: El Autor

Cantidad	Elementos Empleados
1	Camioneta
1	Cámara termográfica
1	Cámara de efecto corona
1	Cámara RGB 5MP + lente de 16mm
1	CPU

4.1.1 VEHÍCULO EMPLEADO EN LA INSPECCIÓN

Se adaptaron los instrumentos de medición a una camioneta marca Great Wall para realizar las evaluaciones del estado técnico de elementos de la instalación.



FIGURA 17. Camioneta usada en el recorrido

FUENTE: El Autor

4.1.2 CÁMARA TERMOGRÁFICA

La cámara termográfica empleada en la inspección fue la Flir A70 como se puede observar en la figura 18.



FIGURA 18. Cámara termográfica Flir A70

FUENTE: El Autor

4.1.3 CÁMARA DE EFECTO CORONA

La cámara empleada en la inspección es una Ofil DayCor® UV-Eye como se puede observar en la figura 19.



FIGURA 19. Cámara de efecto corona Ofil DayCor® UV-Eye

FUENTE: ppmPOWER

4.1.4 CÁMARA RGB 5MP + LENTE DE 16mm

La cámara empleada en la inspección es una MER2-503-23GM/C-P de 5 MP con un sensor Sony IMX264 CMOS como se muestra en la figura 20 y figura 21 respectivamente.



FIGURA 20. Cámara RGB 5MP

FUENTE: El autor



FIGURA 21. Lente de 16mm

FUENTE: El Autor

4.1.5 CPU INDUSTRIAL KI-014

El CPU utilizado es diseñado exclusivamente para el sistema de las cámaras, el cual los componentes son instalados a mano con puertos y entradas especiales para la conexión de los equipos de medición como podemos ver en la figura 22, en el anexo 1 su montaje en la camioneta y en la tabla 12.



FIGURA 22. CPU INDUSTRIAL KI-014 usado en el recorrido

FUENTE: Compañía IELCO

TABLA 12. Ficha técnica del CPU INDUSTRIAL KI-014

FUENTE: Compañía IELCO

Sistema	
Procesador	8 núcleos Intel® Xeon/Core™ i7/i5/i3 (CFL-R S)
Chipset	Intel® C246
BIOS	AMI
SIO	IT8786E
Memoria	2 módulos DDR4 de 2666MHz SO-DIMM, hasta 64GB (ECC/Non-ECC)
OS	Windows 10, Linux
I/O Interfase	
Serial	4 puertos COM RS-232/422/485 (ESD 8KV)
USB	- 6 puertos USB 3.1 (Externos) - 1 puerto USB 2.0 (Interno)
Isolated DIO	- Serie ECX-1400: 32 DIO Aislados (16 DI, 16DO) - Serie ECX-1300: 16 GPIO
LED	Power, HDD, PoE, Wireless
Tarjeta SIM	3 ranuras externas para tarjetas SIM

4.2 PASOS PARA EL ENCENDIDO DE LOS EQUIPOS DE MEDICIÓN

Para dar inicio al sistema se deben seguir los siguientes pasos:

- Tener el vehículo en marcha.
- Luego iniciar la CPU pulsando por unos segundos el botón de inicio del mando de control.
- Una vez energizada el CPU se debe esperar aproximadamente unos 10 segundos para accionar el switch de encendido de la cámara termográfica y luego el de efecto corona.
- Posteriormente se procede a ajustar la cámara termográfica y la de efecto corona.



FIGURA 23. Mando para encender el CPU, la cámara termográfica, de efecto corona y para interactuar con las cámaras

FUENTE: El Autor

4.3 INICIO DE LA INSPECCIÓN

Como se mencionó en el epígrafe 3.1, la inspección comenzó desde el alimentador “S/E Carolina – Carolina y poste “16021460”. Durante el recorrido, el vehículo tiene que mantener

una velocidad constante entre 25 Km/h hasta 30 KM/h para que la cámara pueda procesar las imágenes a mayor resolución y recopilar la mayor cantidad de datos con precisión. Durante el recorrido el usuario puede interactuar con el sistema configurándolo en modo manual o automático, para este caso se lo uso de ambas formas, el motivo es porque se detectaban falsos positivos como los tubos de escape de los vehículos o la temperatura elevada del asfalto de la carretera.

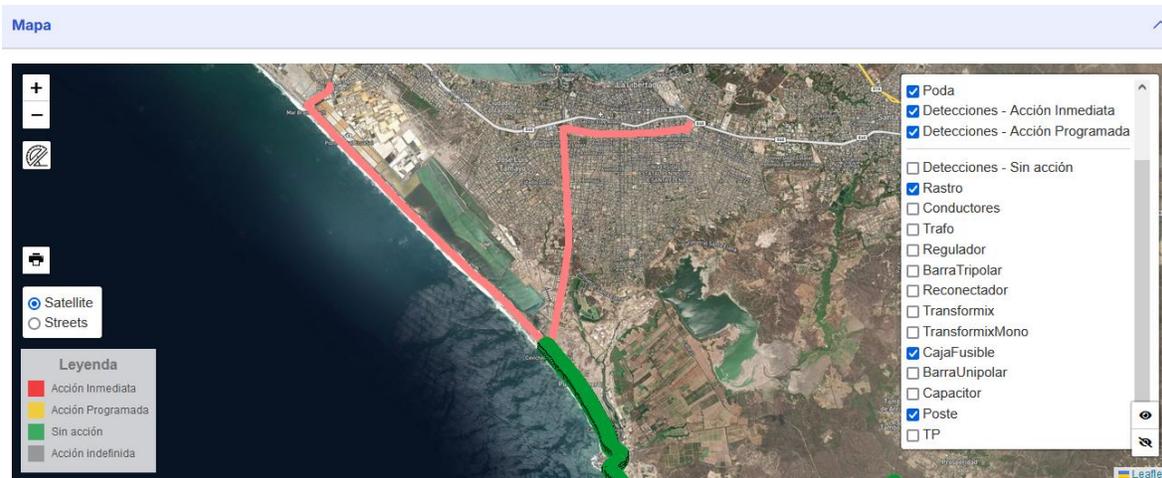


FIGURA 24. Mapa del recorrido hecho por la camioneta

FUENTE: Software implementado por la compañía IELCO

4.3.1 POSICIÓN DE LAS CÁMARAS

La instalación de las cámaras fue realizada en el techo de la camioneta, para tener una amplia visión del entorno y de los elementos inspeccionados como los postes, los aisladores y portafusibles como se puede observar en la figura 17.

4.3.2 ELEMENTOS INSPECCIONADOS CON LA CÁMARA TERMOGRÁFICA Y DE EFECTO CORONA

Durante este proceso se observó el comportamiento térmico causado por el flujo de energía eléctrica convertido en calor por efecto Joule y las pérdidas de efecto corona sobre los siguientes elementos: Aisladores, portafusibles y postes (solo termografía).

4.3.3 IDENTIFICACIÓN DE ELEMENTOS POR PARTE DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Gracias al avance de la tecnología y a la integración de la inteligencia artificial en el software de las cámaras termográficas y de efecto corona, se pudo identificar mucho más rápido que elementos están con una temperatura normal o elevada mostrando donde se encuentra el punto máximo de temperatura y punto exacto de una fuga de corriente (en el caso de efecto corona) como se puede ver a continuación en la FIGURA 25.

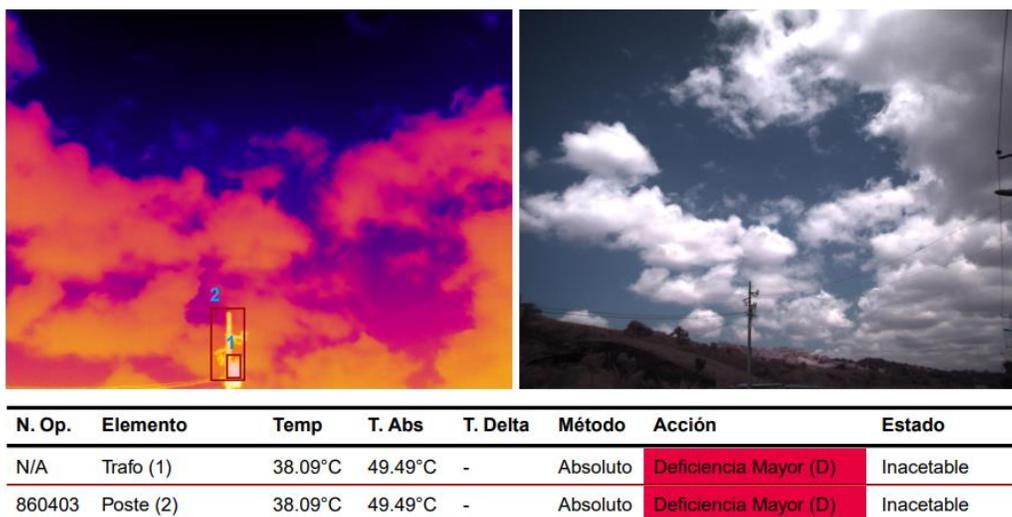


FIGURA 25. Identificación de elementos por parte de la IA

FUENTE: Software implementado por la compañía IELCO

4.3.4 EVALUACIÓN DE LOS DAÑOS CAUSADOS POR LA SALINIDAD Y LA CORROSIÓN EN POSTES, AISLADORES Y PORTAFUSIBLES

Con el recorrido concluido, se contabilizó un total de 255 postes instalados (dato basado en la página web del Geoportál de la CNEL), analizando con las cámaras termográficas y de efecto corona solo los aisladores, portafusibles y los postes solo con la cámara termográfica. Por medio del análisis de imágenes se evaluó el estado actual de los postes, aisladores, y portafusibles instalados detallando si se observó daños, deterioros, puntos calientes o efecto corona. Muchos de los postes han sido cambiados por sus condiciones críticas. Cabe mencionar que se efectuó un muestreo de los postes en estado más crítico ya que no todos presentaban fallos ni elementos dañados.

- Evaluación en los postes (16021460 - 16021461)

En la figura 26 se muestra el informe de la inspección termográfica el cual no se registra puntos calientes y la temperatura correspondiente de cada elemento y en la figura 27 la visualización de los puntos exactos donde existe el efecto corona, donde se resume la evaluación en la tabla 13.

TABLA 13. Elementos evaluados en los postes (16021460 - 16021461)

FUENTE: El Autor

Postes (16021460 - 16021461)	AISLADORES	CRUCETAS	PORTA FUSIBLE	POSTE
Daños encontrados	No	No	No	No
Deterioros encontrados	No	No	No	No
Tipo de postes: Plásticos				
Termografía/ Efecto corona				
Punto caliente	No			
Efecto corona	Si			

Dirección Vía Punta Carnero 240209 Salinas	Nombre Inspección Dataset	Alimentador GuayaquilTest
Coordenadas UTM 17M 509704.124, 9746962.692	Temperatura 25.2°C	Humedad Relativa 73.05%
	Carga (%) 100%	Viento 2.2m/s



N. Op.	Elemento	Temp	Método	T. Delta	T. Abs	Acción	Estado
N/A	Brazo (1)	33.70°C	-	-	-	- (-)	-
N/A	Lampara (2)	33.70°C	-	-	-	- (-)	-
N/A	Transformix (3)	32.82°C	35.34°C	-	-	Sin acción (-)	Sin acción
N/A	Poste (4)	33.50°C	-	-	-	- (-)	-

FIGURA 26. Reporte de la termografía en los postes (16021460 - 16021461)

FUENTE: Software implementado por la compañía IELCO

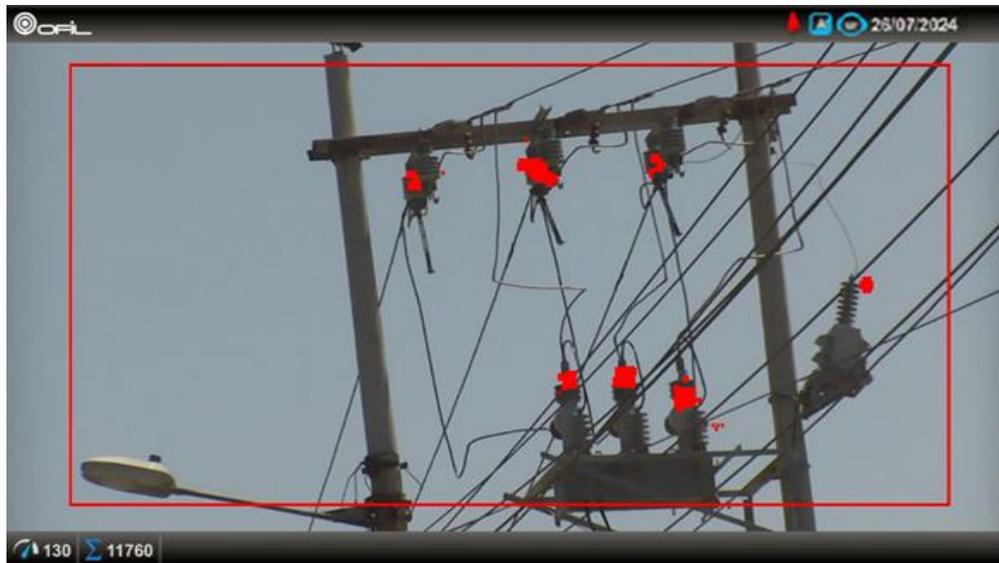


FIGURA 27. Efecto corona identificada

FUENTE: Software implementado por la compañía IELCO

- Evaluación en el Poste 16021455

En la figura 28 se muestra el informe de la inspección termográfica el cual no se registra puntos calientes y la temperatura correspondiente de cada elemento y en la figura 29 la visualización de los puntos exactos donde existe el efecto corona, donde se resume la evaluación en la tabla 14.

TABLA 14. Elementos evaluados en el poste 16021455

FUENTE: El Autor

Poste 16021455	AISLADORES	CRUCETAS	PORTAFUSIBLE	POSTE
Daños encontrados	No	No	No tiene	No
Deterioros encontrados	Si	SI	No tiene	No
Tipo de poste: Plástico				
Termografía/ Efecto corona				
Punto caliente	No			
Efecto corona	Si			

Dirección Vía Punta Carnero 240209 Salinas	Nombre Inspección Dataset	Alimentador GuayaquilTest
Coordenadas UTM 17M 509637.869, 9747172.339	Temperatura 25.6°C	Humedad Relativa 71.09%
	Carga (%) 100%	Viento 7.7m/s



N. Op.	Elemento	Temp	Método	T. Delta	T. Abs	Acción	Estado
N/A	Brazo (1)	29.74°C	-	-	-	- (-)	-
N/A	Lampara (2)	29.74°C	-	-	-	- (-)	-
N/A	Poste (3)	33.26°C	44.34°C	-	-	Sin acción (-)	Sin acción

FIGURA 28. Reporte de la termografía en el poste 16021455

FUENTE: Software implementado por la compañía IELCO

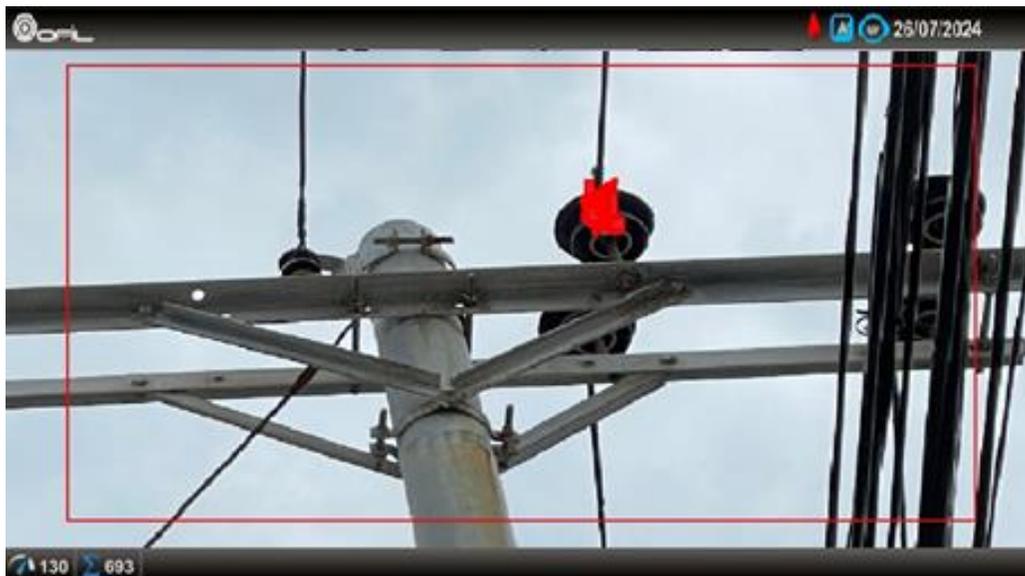


FIGURA 29. Efecto corona identificado

FUENTE: Software implementado por la compañía IELCO

- Evaluación en el poste 1604912

En la figura 30 se muestra el informe de la inspección termográfica el cual no se registra puntos calientes y la temperatura correspondiente de cada elemento, donde se resume la evaluación en la tabla 15.

TABLA 15. Elementos evaluados en el poste 1604912

FUENTE: El Autor

Poste 1604912	AISLADORES	CRUCETAS	PORTA FUSIBLE	POSTE
Daños encontrados	No	No	No	No
Deterioros encontrados	Si	Si	Si	No
Tipo de poste: Hormigón				
Termografía/ Efecto corona				
Punto caliente	No			
Efecto corona	Si			

Dirección
Vía Punta Carnero 240209 Salinas

Nombre Inspección
Dataset

Alimentador
GuayaquilTest

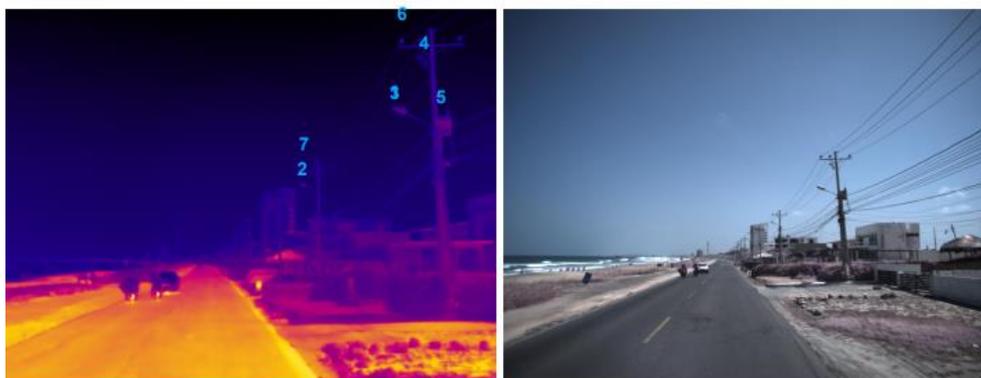
Coordenadas UTM
17M 509604.165, 9747242.915

Temperatura
25.6°C

Humedad Relativa
71.48%

Carga (%)
100%

Viento
8.6m/s



N. Op.	Elemento	Temp	Método	T. Delta	T. Abs	Acción	Estado
N/A	Brazo (1)	31.11°C	-	-	-	- (-)	-
N/A	Brazo (2)	31.15°C	-	-	-	- (-)	-
N/A	Lampara (3)	31.11°C	-	-	-	- (-)	-
N/A	CajaFusible (4)	27.68°C	30.51°C	-	-	Sin acción (-)	Sin acción
N/A	Trafo (5)	32.75°C	-	-	-	- (-)	-
N/A	Poste (6)	37.30°C	-	-	-	- (-)	-
N/A	Poste (7)	37.75°C	-	-	-	- (-)	-

FIGURA 30. Reporte de la termografía en el poste 1604912

FUENTE: Software implementado por la compañía IELCO

- Evaluación en el poste OID20161

En la figura 31 se muestra el informe de la inspección termográfica el cual no se registra puntos calientes y la temperatura correspondiente de cada elemento, donde se resume la evaluación en la tabla 16.

TABLA 16. Elementos evaluados en el poste OID20161

FUENTE: El Autor

Poste OID20161	AISLADORES	CRUCETAS	PORTA FUSIBLE/FUSIBLE	POSTE
Daños encontrados	No	No	No	No
Deterioros encontrados	Si	Si	Si	Si
Tipo de poste: Hormigón				
Termografía/ Efecto corona				
Punto caliente	No			
Efecto corona	No			

Dirección
Vía Punta Carnero 240209 Salinas

Nombre Inspección
Dataset

Alimentador
GuayaquilTest

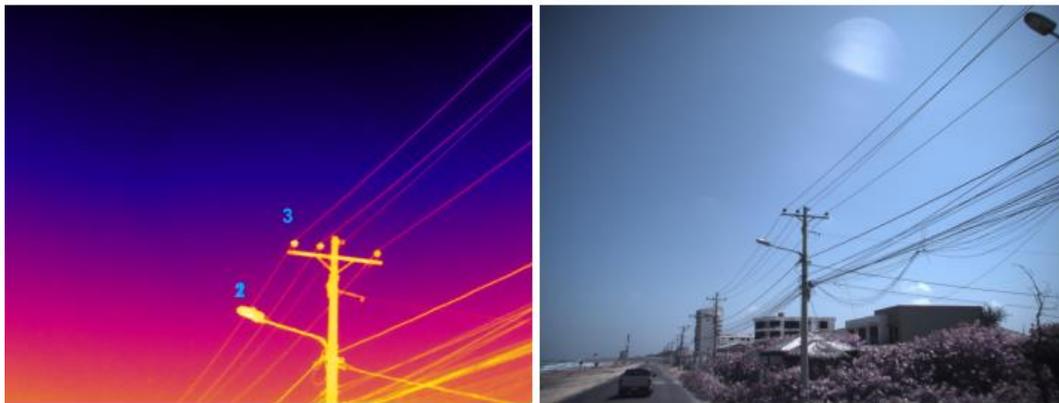
Coordenadas UTM
17M 509554.822, 9747333.075

Temperatura
25.5°C

Humedad Relativa
72.20%

Carga (%)
100%

Viento
6.8m/s



N. Op.	Elemento	Temp	Método	T. Delta	T. Abs	Acción	Estado
N/A	Brazo (1)	34.64°C	-	-	-	- (-)	-
N/A	Lampara (2)	34.64°C	-	-	-	- (-)	-
N/A	Poste (3)	33.08°C	43.08°C	-	-	Sin acción (-)	Sin acción

FIGURA 31. Reporte de la termografía en el poste OID20161

FUENTE: Software implementado por la compañía IELCO

- Evaluación en el Poste 16048934

En la figura 32 se muestra el informe de la inspección termográfica el cual no se registra puntos calientes y la temperatura correspondiente de cada elemento y en la figura 33 la visualización de los puntos exactos donde existe el efecto corona, donde se resume la evaluación en la tabla 17.

TABLA 17. Elementos evaluados en el poste 16048934

FUENTE: El Autor

Poste 16048934	AISLADORES	CRUCETAS	PORTA FUSIBLE	POSTE
Daños encontrados	No	No	No	Si
Deterioros encontrados	Si	Si	Si	Si
Tipo de poste: Hormigón				
Termografía/ Efecto corona				
Punto caliente	No			
Efecto corona	Si			

Dirección
Vía Punta Carnero 240209 Salinas

Nombre Inspección
Dataset

Alimentador
GuayaquilTest

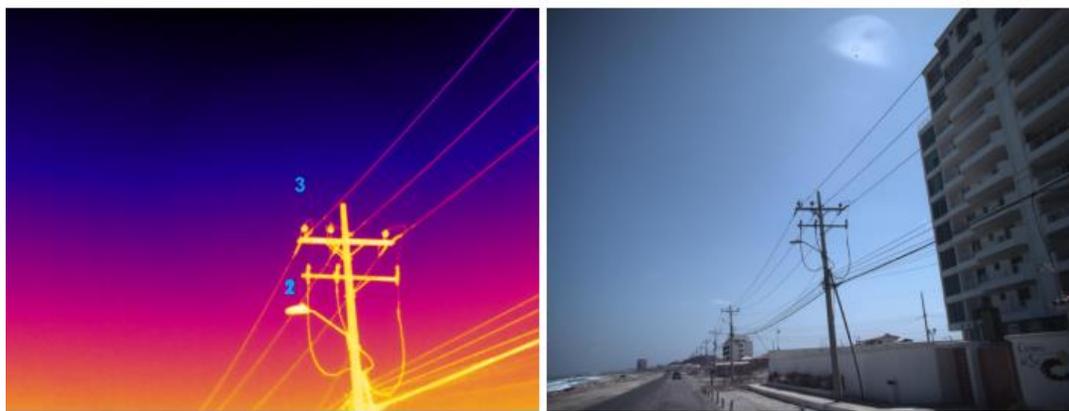
Coordenadas UTM
17M 509408.07, 9747595.247

Temperatura
25.3°C

Humedad Relativa
72.98%

Carga (%)
100%

Viento
4.2m/s



N. Op.	Elemento	Temp	Método	T. Delta	T. Abs	Acción	Estado
N/A	Brazo (1)	32.69°C	-	-	-	- (-)	-
N/A	Lampara (2)	32.69°C	-	-	-	- (-)	-
N/A	Poste (3)	32.69°C	38.70°C	-	-	Sin acción (-)	Sin acción

FIGURA 32. Reporte de la termografía en el poste 16048934

FUENTE: Software implementado por la compañía IELCO



FIGURA 33. Efecto corona identificado

FUENTE: Software implementado por la compañía IELCO

- Evaluación en el Poste 16048926

En la figura 34 se muestra el informe de la inspección termográfica el cual no se registra puntos calientes y la temperatura correspondiente de cada elemento y en la figura 35 la visualización de los puntos exactos donde existe el efecto corona, donde se resume la evaluación en la tabla 18.

TABLA 18. Elementos evaluados en el poste 16048926

FUENTE: El Autor

Poste 16048926	AISLADORES	CRUCETAS	PORTA FUSIBLE	POSTE
Daños encontrados	No	No	No tiene	Si
Deterioros encontrados	Si	Si	No tiene	Si
Tipo de poste: Hormigón				
Termografía/ Efecto corona				
Punto caliente	No			
Efecto corona	Si			

Dirección Vía Punta Carnero 240209 Salinas	Nombre Inspección Dataset	Alimentador GuayaquilTest		
Coordenadas UTM 17M 509390.06, 9747627.69	Temperatura 25.3°C	Humedad Relativa 73.33%	Carga (%) 100%	Viento 2.5m/s



N. Op.	Elemento	Temp	Método	T. Delta	T. Abs	Acción	Estado
N/A	LamparaEncendida (1)	48.60°C	-	-	-	- (-)	-
N/A	Brazo (2)	48.60°C	-	-	-	- (-)	-
N/A	Lampara (3)	30.50°C	-	-	-	- (-)	-
N/A	Poste (4)	32.30°C	36.43°C	-	-	Sin acción (-)	Sin acción

FIGURA 34. Reporte de la termografía en el poste 16048926

FUENTE: Software implementado por la compañía IELCO



FIGURA 35. Efecto corona identificado

FUENTE: Software implementado por la compañía IELCO

- Evaluación en el poste 16001914

En la figura 36 se muestra el informe de la inspección termográfica el cual no se registra puntos calientes y la temperatura correspondiente de cada elemento, donde se resume la evaluación en la tabla 19 y en el anexo 4 se ve con claridad los detalles de la imagen RGB.

TABLA 19. Elementos evaluados en el poste 16001914

FUENTE: El Autor

Poste 16001914	AISLADORES	CRUCETAS	PORTA FUSIBLE	Poste
Daños encontrados	No	No	No	Si
Deterioros encontrados	Si	Si	Si	Si
Tipo de poste: Plástico				
Termografía / Efecto corona				
Punto caliente	Si			
Efecto corona	Si			

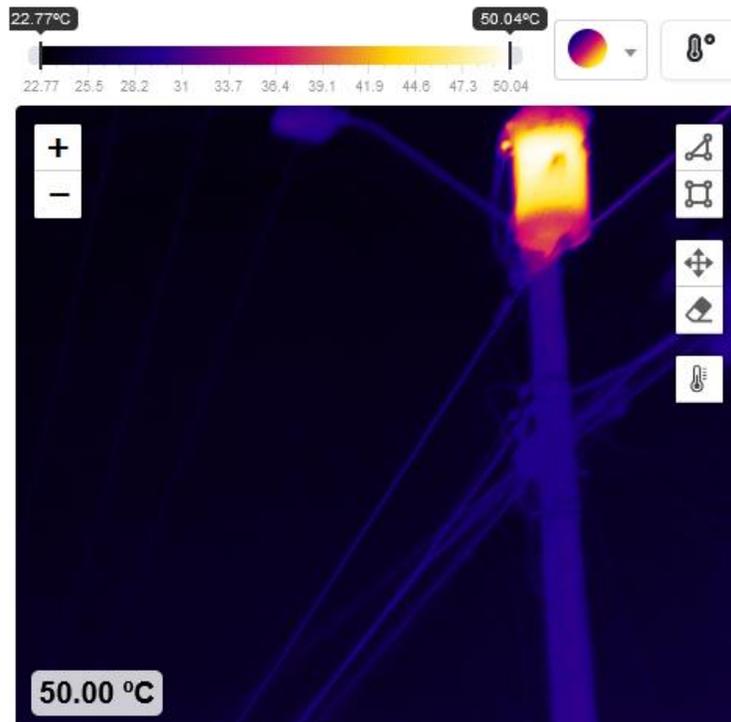


FIGURA 36. Termografía de los elementos eléctricos

FUENTE: Software implementado por la compañía IELCO

TABLA 20. Elementos evaluados en el poste 16021488**FUENTE:** El Autor

Poste 16021488	AISLADORES	CRUCETAS	PORTA FUSIBLE	Poste
Daños encontrados	No	No	No	No
Deterioros encontrados	Si	Si	Si	No
Tipo de poste: Plástico				
Termografía / Efecto corona				
Punto caliente	Si			
Efecto corona	Si			

TABLA 21. Elementos evaluados en el poste OID48395**FUENTE:** El Autor

Poste OID48395	AISLADORES	CRUCETAS	PORTA FUSIBLE	Poste
Daños encontrados	No	No	Si	Si
Deterioros encontrados	Si	Si	Si	SI
Tipo de poste: Hormigón				
Termografía / Efecto corona				
Punto caliente	Si			
Efecto corona	Si			

4.3.5 COMPARACIÓN DE LOS DATOS EVALUADOS CON LOS ESTÁNDARES Y NORMATIVAS

Con la evaluación visual de las imágenes descritas las tablas de los postes, se analizó que en el muestreo realizado y se obtuvo los siguientes resultados.

- Todos los aisladores del muestreo realizado presentaron perdidas por efecto corona.
- Se visualizó un deterioro en los aisladores, crucetas, fusibles y demás estructuras a causa de la oxidación.
- Se evidenció daños físicos en los postes de hormigón causado por la salinidad provocando grietas en todo el poste debilitando su infraestructura y acortando su vida útil.
- En algunos fusibles y cableado se visualizó que hubo flameo lo cual dañó

severamente su aislamiento.

- Se obtuvo aisladores y parte de portafusibles con salinidad y signos de flameo.
- Existe una gran cantidad de óxido en los componentes metálicos y en las bases de las crucetas y aisladores.

Los datos obtenidos en la evaluación comprenden 2 tipos de postes, los plásticos y los de hormigón, de los cuales, en los de hormigón se tomó en cuenta el poste, aisladores y portafusibles, por otro lado, en los postes plásticos solo se tomó en cuenta las mismas estructuras mencionadas que en los de hormigón con excepción del poste, obteniendo los siguientes resultados.

4.3.6 COMPARACIÓN DE LOS POSTES DE HORMIGÓN CON LOS ESTÁNDARES Y NORMATIVAS

Para esta comparación solo se tomó en cuenta los postes de hormigón ya que son los que tienden a sufrir los estragos de la salinidad, ya que por su composición no tiene una mayor resistencia antes altos grados de contaminación salina como de los postes plásticos lo cuales resisten altos grados de contaminación salina.

4.3.7 CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES EN POSTES

TABLA 22. Especificaciones técnicas y normativas de los postes de hormigón

FUENTE: El Autor

Postes	Especificaciones de fabrica					Observaciones de la inspección
	Características técnicas					
	Material / Revestimiento	Dimensiones (altura)	Forma	Rotura nominal	Normativa empleada	
1604912	Hormigón armado, Natural	12m	Circular	500 kg	NTE INEN 1964, 1965, 1966, 1967	Cumple con las especificaciones y normativas.

OID20161	Hormigón armado, Natural	12m	Circular	2000 kg	NTE INEN 1964, 1965, 1966, 1968	Presencia de grietas menores en la infraestructura
16048934	Hormigón armado, Natural	12m	Circular	500 kg	NTE INEN 1964, 1965, 1966, 1969	Presencia de grietas en toda la infraestructura desde la base
16048926	Hormigón armado, Natural	12m	Circular	500 kg	NTE INEN 1964, 1965, 1966, 1970	Poste en perfectas condiciones
18320	Hormigón armado, Natural	12m	Circular	500 kg	NTE INEN 1964, 1965, 1966, 1970	Poste en perfectas condiciones
16049545	Hormigón armado, Natural	12m	Circular	2000 kg	NTE INEN 1964, 1965, 1966, 1968	Presencia de grietas en la infraestructura
OID48395	Hormigón armado, Natural	12m	Circular	2000 kg	NTE INEN 1964, 1965, 1966, 1968	Presencia de grietas en la infraestructura la cual se encuentra en estado crítico

4.3.8 ANOMALÍAS DETECTADAS

A continuación, se detallan las observaciones y anomalías detectadas durante el muestreo realizado en los postes, describiendo todas los deterioros o daños encontrados.

- **Poste 1604912**

Como se puede evidenciar en la figura 37, el poste se encuentra en perfecto estado lo cual cumple con las normativas y especificaciones técnicas, como observación, se encontró paralelo otro poste tipo plástico con una mancha de óxido y que solo era la mitad del poste el cual contenía la estructura de telecomunicaciones y un transformador el cual su conductor estaba acoplado a las líneas instaladas en el poste de hormigón. Por lo tanto, el poste 1604912 si cumple con las normativas y estándares establecidos.



FIGURA 37. Estado del poste 1604912

FUENTE: El Autor

- **Poste OID20161**

Para este análisis se examinó la figura 38 la cual existe presencia de grietas desde la base del poste hasta la parte más alta, también que parte del revestimiento se encontraba dañada por causa del desprendimiento del hormigón a causa de del salitre. La estructura contaba con la puesta a tierra la cual es un conductor calibre #4 AWG recubierto y el contacto a la varilla de cobre se encuentra en un estado de oxidación moderado, por lo tanto, el poste OID20161 en infraestructura no pasa las normativas establecidas.

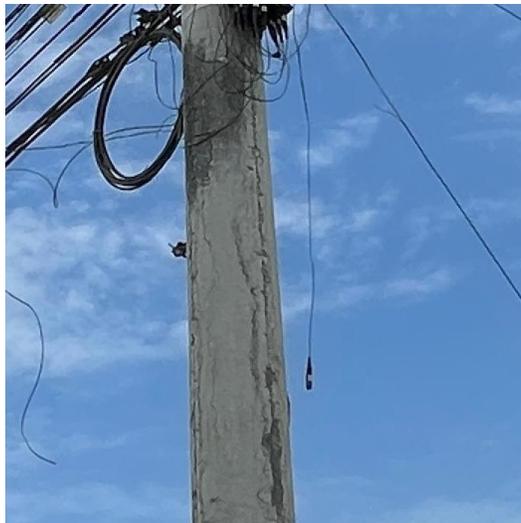


FIGURA 38. Estado del poste OID20161

FUENTE: El Autor

- **Poste 16048934**

Analizando la figura 39, el poste presenta grietas desde la base hasta la mitad, pero, no afecta la infraestructura el cual, no requiere acciones inmediatas Se evidenció que la puesta a tierra instalada es un conductor calibre #4 AWG recubierto y el contacto a la varilla de cobre se encuentra en un estado de oxidación moderado, en conclusión, según la normativa de construcción NTE INEN 1964, 1965, 1966, 1967 no debería evidenciarse ni una falla o grieta lo cual no se cumple con las normativas.



FIGURA 39. Estado del poste 16048934

FUENTE: El Autor

- **Poste 16048926**

Como se muestra en la figura 40, el poste no presenta falla ni daños en su infraestructura el cual cumple con los estándares y normas de fabricación, como observación en la parte superior se observó suciedad causada por las aves de la zona de Punta Carnero.



FIGURA 40. Estado del poste 16048926

FUENTE: El Autor

- **Poste 18320**

En la figura 41 se concluyó que no se evidenciaron fallas ni daños en su infraestructura el cual cumple con los estándares y normas de fabricación. Se evidenció la puesta a tierra en un estado deteriorado ya que el conductor es un cable desnudo el cual estaba cubierta por una gran cantidad de óxido al igual que la conexión a la varilla de tierra.



FIGURA 41. Estado del poste 18320

FUENTE: El Autor

- **Poste 16049545**

Como se evidencia en la figura 42, se evidencia un daño a causa de grietas en su infraestructura las cuales comprometen la vida útil y toda la estructura instalada. La puesta a tierra instalada la cual es un conductor de acero el cual se encuentra oxidado en su totalidad, este poste compromete a todo el sistema eléctrico del sector por su estado físico, en conclusión, el poste 16049545 por sus fallas estructurales no cumple con las normativas de construcción NTE INEN 1964, 1965, 1966, 1967.



FIGURA 42. Estado del poste 16049545

FUENTE: El Autor

- **Poste OID48395**

En figura 43 del poste analizado presenta un grave agrietamiento en toda su infraestructura comprometiendo los elementos instalados, se evidenció que estas grietas han producido desprendimientos del hormigón y ciertas partes están por desprenderse siendo la más afectada la zona superior e intermedia. El conductor tierra es un cable de acero con un alto nivel de oxidación en toda su superficie por el alto grado salinidad ambiental, por este motivo el cable ha perdido parte de su espesor por lo cual no cumple con su correcta función de proteger a la

instalación en un caso de fuga de corriente, la cual existió un flameo directo por falso contacto a la salida del fusible, en base a lo analizado, el poste OID48395 no cumple con los estándares y normativas establecidas por su condición crítica el cual se recomienda tomar acciones inmediatas.



FIGURA 43. Estado del poste OID48395

FUENTE: El Autor

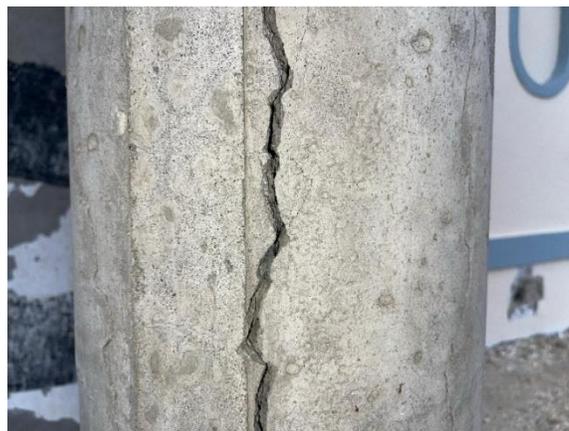


FIGURA 44. Estado crítico por la profundidad de las grietas en el poste OID48395

FUENTE: El Autor

4.3.9 COMPARACIÓN DE LOS AISLADORES CON LOS ESTÁNDARES Y NORMATIVAS

La característica principal de los aisladores es el material dieléctrico usado en su fabricación para evitar un flameo directo producido por un alto voltaje hacia otra línea o a tierra. La normativa de los aisladores instalados entre el sector Punta Carnero y mirador Puntilla de Santa Elena son los ANSI 56-2 con normativa ANSI.

4.3.10 CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES

TABLA 23. Especificaciones técnicas y normativas de los aisladores ANSI 56-2 y aisladores de polímero de suspensión DS-58

FUENTE: El Autor

Postes en donde se encuentran instalados los aisladores	Características estructurales de fabrica					Observaciones de la inspección
	Especificaciones de fabrica					
	Material	Dimensiones (polímero en mm y porcelana en pulgadas)	Tipo	Voltaje de trabajo (kv)	Normativa empleada	
16021460 - 16021461	Polímero, goma siliconada	Largo: 430mm +/- 25 mm	Suspensión	25	ANSI C29.13 - IEC 61109	Presencia de corrosión por salinidad
16021455	Porcelana	Altura (H): 6-1/2 Diámetro(D): 9 R: 9/16 R2: 3/4	Pin	25	ANSI 56-2	Presencia de corrosión por salinidad
1604912	Porcelana	Altura (H): 6-1/2 Diámetro(D): 9 R: 9/16 R2: 3/4	Pin	25	ANSI 56-2	Presencia de corrosión por salinidad

OID20161	Porcelana	Altura (H): 6-1/2 Diámetro(D): 9 R: 9/16 R2: 3/4	Pin	25	ANSI 56-2	Presencia de corrosión por salinidad
16021440	Porcelana, polímero goma siliconada	Altura (H): 6-1/2 Diámetro(D): 9 R: 9/16 R2: 3/4 ; Largo: 430mm +/- 25 mm	Pin, suspensión	23, 25	ANSI C29.13 - IEC 61109 ; ANSI C29.13 - IEC 61109	Presencia de corrosión por salinidad
16048934	Porcelana	Altura (H): 6-1/2 Diámetro(D): 9 R: 9/16 R2: 3/4	Pin	25	ANSI 56-2	Presencia de corrosión por salinidad
16048926	Porcelana	Altura (H): 6-1/2 Diámetro(D): 9 R: 9/16 R2: 3/4	Pin	25	ANSI 56-2	Presencia de corrosión por salinidad
16001914	Porcelana	Altura (H): 6-1/2 Diámetro(D): 9 R: 9/16 R2: 3/4	Pin	25	ANSI 56-2	Presencia de corrosión por salinidad
16021488	Porcelana	Altura (H): 6-1/2 Diámetro(D): 9 R: 9/16 R2: 3/4	Pin	25	ANSI 56-2	Presencia de corrosión por salinidad
OID48395	Porcelana	Altura (H): 6-1/2 Diámetro(D): 9 R: 9/16 R2: 3/4	Pin	25	ANSI 56-2	Presencia de corrosión por salinidad

4.3.11 ANOMALÍAS DETECTADAS

- **Aisladores instalados entre los postes 16021460 – 16021461**

Analizando la figura 45 podemos observar que son aisladores de suspensión DS-28 los cuales su instalación y composición son diferentes a los aisladores de porcelana ANSI 56-2, los aisladores instalados en estos postes no presentan daños ni deterioros pero si efecto corona pero a causa del depósito de sal disuelta por la cercana al mar lo cual si no se toman acciones de mantenimiento pueden dañar por completo el aislamiento, en conclusión los aisladores si

cumplen con los estándares y normativas de fabricación.



FIGURA 45. Estado de los aisladores ANSI 56-2 y aisladores de polímero de suspensión DS-58

FUENTE: El Autor

- **Aisladores instalados en el poste 16021455**

Observando la figura 46 encontramos 6 aisladores tipo espiga ANSI 56-2 de los cuales sus bases se encuentran con un deterioro por oxidación y una capa de salinidad debajo del sombrero de los aisladores las cuales son causantes del deterioro y del efecto corona por lo tanto los aisladores instalados en el poste 16021455 no cumplen con los estándares y normativas.



FIGURA 46. Evaluación de los aisladores instalados en el poste 16021455

FUENTE: El Autor

- **Aisladores instalados en el poste 1604912**

En la figura 47 observamos 3 aisladores tipo espiga ANSI 56-2 de los cuales sus bases presentan corrosión y una capa de salinidad debajo del sombrero de los aisladores las cuales son causantes del deterioro y del efecto corona por lo tanto los aisladores instalados en el poste 1604912 no cumplen con los estándares y normativas.



FIGURA 47. Evaluación de los aisladores instalados en el poste 1604912

FUENTE: El Autor

- **Aisladores instalados en el poste OID20161**

Como se puede observar en la figura 48 en la base del aislador existe oxidación y en sus pernos de sujeción esto ha ocurrido por la falta de mantenimiento y limpieza de los elementos. Se pudo evidenciar depósito de sal debajo de la falda del aislador lo cual es la que produce el efecto corona, por estas razones los aisladores en el poste OID20161 no cumplen con las normativas.



FIGURA 48. Evaluación de los aisladores instalados en el poste OID20161

FUENTE: El Autor

Aisladores instalados en el poste 16021440

AL analizar la figura 49 se observó deterioro por corrosión en los aisladores ANSI 56-2 y DS-28 y una deposición mínima de salitre la cual se ha combinado con partículas de agua ocasionando oxidación en las bases todos los aisladores instalados en este poste. En los aisladores de polímero también se detectó la presencia de efecto corona por los motivos descritos. Por los motivos mencionados los aisladores ANSI 56-2 se ven comprometidos por la acción de efecto corona debilitando y estructura lo cual no cumplen con las normativas.



FIGURA 49. Evaluación de los aisladores instalados en el poste 16021440

FUENTE: El Autor

- **Aisladores instalados en el poste 16048934**

Se observó 3 aisladores ANSI 56-2 Y 6 aisladores de suspensión de polímero DS- 58 los cuales presentan contaminación salina en todo su cuerpo y en las bases se observó una capa de óxido. En los aisladores ANSI 56-2 no se encontró daños en su estructura al igual que en los aisladores de polímero, pero por el deterioro de sus bases que se ha corroído sus propiedades físicas no pasan los estándares y normativas previstos mostrados en la figura 50.



FIGURA 50. Evaluación de los aisladores instalados en el poste 16048934

FUENTE: El Autor

- **Aisladores instalados en el poste 16048926**

En este poste hay instalados tres aisladores de porcelana ANSI 56-2 y uno de polímero de goma siliconada DS-58 como se muestran en la figura x de los cuales se observa con detalle como las bases de todos los aisladores presentan óxido y en los ANSI 56-2 una pequeña capa de sal en su falda inferior, por estos motivos los aisladores de porcelana y de polímero no pasan los estándares y normativas de construcción.

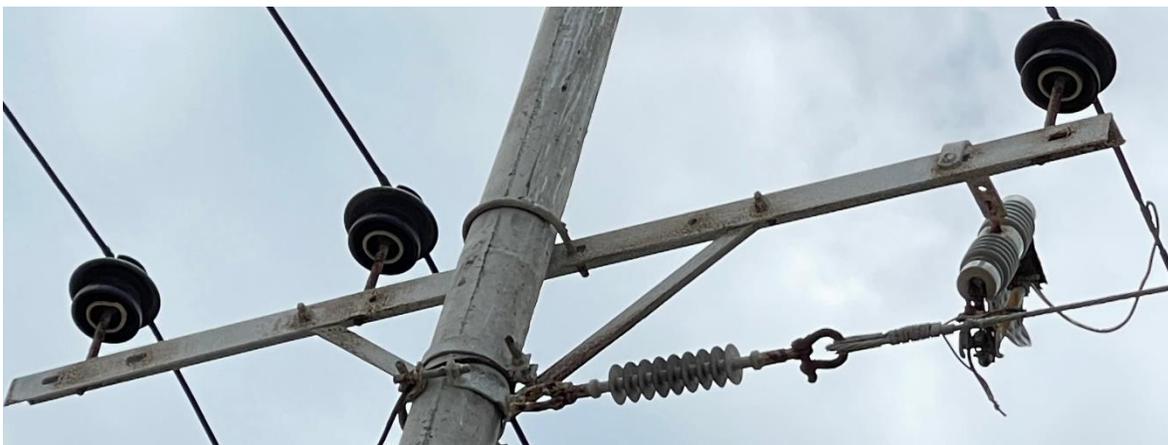


FIGURA 51. Evaluación de los aisladores instalados en el poste 16048926

FUENTE: El Autor

- **Aisladores instalados en el poste 16001914**

Analizando la figura 52 hay un total de tres aisladores ANSI 56-2 y todos presentan corrosión en sus bases y una mínima capa de cristalización salina, no se observa ni un daño en el cuerpo de los aisladores, pero por el deterioro de las bases por la oxidación estos elementos no pasan los estándares y normativas hasta realizar una limpieza.



FIGURA 52. Evaluación de los aisladores instalados en el poste 16001914

FUENTE: El Autor

- **Aisladores instalados en el poste 16021488**

Los elementos en general en este poste se encuentran muy deteriorados como se observa en la figura 53 los aisladores por su parte presentan una gran cantidad de salitre depositado lo que causa un mayor riesgo que suceda un flameo a tierra al igual que las bases se encuentran totalmente oxidadas por lo que se requiere una limpieza inmediata y si después del mantenimiento se observa que hay una pérdida de masa por corrosión y depósito de carbono se recomienda su reemplazo inmediato. Se evidencia que a la salida del fusible donde está el conector de transición hubo un flameo por lo que dejó un trazado de arco dejando este elemento totalmente en un estado crítico por lo que se requiere un reemplazo inmediato para evitar una desconexión por daño en los conductores aéreos y subterráneos de media tensión.



FIGURA 53. Evaluación de los aisladores instalados en el poste 16021488

FUENTE: El Autor

- **Aisladores instalados en el poste OID48395**

Analizando la figura 58 en el anexo 5 los aisladores presentan un alto nivel de corrosión en sus bases lo que ha hecho que el aislador central se doble por el debilitamiento de su base, lo cual estos elementos no cumplen con los estándares y normativas, poniendo en riesgo a toda la instalación.

4.3.12 COMPARACIÓN DE LOS PORTAFUSIBLES CON LOS ESTÁNDARES Y NORMATIVAS

La característica principal de los portafusibles es el material dieléctrico usado en su construcción para un flameo directo producido por un alto voltaje hacia otra línea o a tierra. Los fusibles usan la Norma de pruebas de diseño ANSI C37.41 y norma de las especificaciones ANSI C37.42.

4.3.13 CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES

TABLA 24. Especificaciones técnicas y normativas de los portafusibles

FUENTE: El Autor

Postes en donde se encuentran instalados los portafusibles	Características estructurales de fabrica					
	Especificaciones de fabrica					Observaciones de la inspección
	Material de la base	Piezas de acero o hierro, contactos superior e inferior	Tipo	Voltaje de trabajo (kv)	Norma de pruebas de diseño y norma de las especificaciones	
1604912	Porcelana	Galvanizado en caliente, bronce recubierto de estaño o plata	Unipolar abierto con dispositivo rompe arco	15	ANSI C37.41, ANSI C37.42	Presencia de corrosión por salinidad en partes metálicas
OID20161	Porcelana	Galvanizado en caliente, bronce recubierto de estaño o plata	Unipolar abierto	15	ANSI C37.41, ANSI C37.43	Presencia de corrosión por salinidad en partes metálicas
16048926	Porcelana	Galvanizado en caliente, bronce recubierto de estaño o plata	Unipolar abierto	15	ANSI C37.41, ANSI C37.44	Presencia de corrosión por salinidad en partes metálicas
16001914	Porcelana	Galvanizado en caliente, bronce recubierto de estaño o plata	Unipolar abierto con dispositivo rompe arco	15	ANSI C37.41, ANSI C37.45	Presencia de corrosión por salinidad en partes metálicas
16021488	Porcelana	Galvanizado en caliente, bronce recubierto de estaño o plata	Unipolar abierto	15	ANSI C37.41, ANSI C37.46	Presencia de corrosión por salinidad en partes metálicas
OID48395	Porcelana	Galvanizado en caliente, bronce recubierto de estaño o plata	Unipolar abierto	15	ANSI C37.41, ANSI C37.46	Presencia de corrosión por salinidad en partes metálicas

4.3.14 ANOMALIAS DETECTADAS

- Portafusible instalado en el poste 1604912

En figura 47 las partes metálicas se encuentran cubiertas por una capa de óxido y una pequeña capa de salinidad depositada en la base de porcelana, por lo tanto, requiere una limpieza.

- Portafusible instalado en el poste OID20161

Se observa corrosión y un desgaste de los contactos, con el paso del tiempo va a generar punto caliente por falso contacto por lo tanto el portafusible mostrado en la figura 48 no pasa los estándares y normativas.

- Portafusible instalado en el poste 16048926

Al igual que el portafusible instalado en el poste OID20161, se observa corrosión y un desgaste de los contactos superior e inferior, con el paso del tiempo va a generar punto caliente por falso contacto por lo tanto el portafusible mostrado en la figura 51 no pasa los estándares y normativas.

- Portafusible instalado en el poste 16001914

En la figura 52 se observa que las piezas de acero presentan una leve corrosión y no se evidencio salinidad, pero con el debido mantenimiento este portafusible si pasa con las normativas y estándares.

- Portafusibles instalados en el poste 16021488

Este portafusible no presentan ni una señal de corrosión ni deposito salino como se evidencia en la figura 53 por lo tanto pasa los estándares y normativas establecidas.

- Portafusibles instalados en el poste OID48395

Todos los portafusibles que se pueden observar en el anexo 5 figura 58 en sus partes metálicas se encuentran en total deterioro por la oxidación lo que ha provocado su debilitamiento estructural sus contactos de igual maneras por lo tanto no pasan los estándares y normativas establecidas.

4.4 DETERMINAR LAS PÉRDIDAS DE ENERGÍA ELÉCTRICAS POR EFECTO CORONA EN LOS AISLADORES ENTRE EL SECTOR PUNTA CARNERO Y MIRADOR PUNTILLA DE SANTA ELENA

Las pérdidas de energía eléctrica entre el sector Punta Carnero y mirador Puntilla de Santa Elena, son muy importantes de minimizar para que los usuarios que consumen de esta red eléctrica mantengan la calidad de energía eléctrica adecuada, para mantener el comercio en esta zona por lo cual se determinará la cantidad de fuga de energía eléctrica por causa del efecto corona en todo el sector entre Punta Carnero y mirador Puntilla de Santa Elena. Se realizó un cálculo de la pérdida de energía eléctrica por el efecto corona con los siguientes parámetros; el nivel de voltaje es de 13.8 Kv a 5 metros sobre el nivel del mar, el conductor usado en el cálculo es un #2/0 de cobre de 19 hilos y nivel de contaminación muy alto. Para realizar el cálculo emplearemos el método de Peterson ya que las líneas de distribución evaluadas son de una terna por fase y el conductor es el ideal para utilizar esta metodología.

4.4.1 DATOS DEL CONDUCTOR EN CENTÍMETROS

Radio hebra capa exterior en cm (R_h): 0.1065 cm

Numero de hilos en la capa exterior (n_h): 19 hilos

Distancia entre conductores (D): 60 cm

Radio medio geométrico del conductor completo (R): 0.403 cm

4.4.2 DESARROLLO

Para calcular la tensión característica de la línea por fase para 12 o más hilos, debemos obtener el factor m en la tabla 8 y el valor a usar es el 0.67 y tenemos una altura representada por (y) de 5 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m).

Donde $m = 0.67$ y $Y = 5$ m.s.n.m

Obtenido el valor de m se procede a calcular la densidad relativa del aire (δ), cuya fórmula es:

$$\delta = \frac{0.3921 * P}{273 + T}$$

Donde P es la presión del aire en milímetros de mercurio (mmHg) y su fórmula es:

$$P = 10^{\log(760) - \frac{y}{18336}}$$

Reemplazando $y = 5$ tenemos que:

$$P = 10^{\log(760) - \frac{5}{18336}}$$

$$P = 759,999727 \text{ mmHg}$$

Y T que es la Temperatura en °C se la calcula de la siguiente manera

$$T = 25 - \frac{y}{200}$$

Reemplazando $y = 5$ tenemos que:

$$T = 25 - \frac{5}{200}$$

$$T = 24,975 \text{ °C}$$

Ahora reemplazamos los valores de P y T para calcular δ

$$\delta = \frac{0.3921 * 759,999727}{273 + 24,975}$$

$$\delta = 1,00007012$$

Para finalizar se debe calcular el valor de c el cual tiene como fórmula

$$c = 1 - \frac{\sin\left(\frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{nh}\right)}{\frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{nh}}$$

Reemplazando los valores de $n_h = 19$ tenemos

$$c = 1 - \frac{\sin\left(\frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{19}\right)}{\frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{19}}$$

$$c = 0,43186643$$

Una vez obtenido los valores de las condiciones ambientales (m), la densidad del aire (δ) y el valor (c), se procede a calcular la tensión característica de la línea por fase cuya fórmula es:

$$ed = 48.6 * m * \delta^{2/3} \frac{\log\left(\frac{D}{C * Rh}\right) + (nh - 1) * \log\left(\frac{D}{R - c * Rh}\right)}{\frac{1}{c * Rh} + \frac{nh - 1}{2(R - c * Rh)}}$$

Reemplazando los valores de las condiciones ambientales (m), la densidad del aire (δ), el valor (c), el radio hebra capa exterior en cm (R_h), el número de hilos en la capa exterior (n_h), distancia entre conductores (D) y por último el radio medio geométrico del conductor completo (R) tenemos como resultado.

$$ed = 29,9434808$$

Ahora para calcular las pérdidas de Peterson se empleará la siguiente fórmula

$$P_{peterson} = \frac{20.95 * 10^{-6} * F * V^2}{\left(\log_{10}\left(\frac{D}{R}\right)\right)^2} * \phi$$

La cual nos da como resultado el valor de las pérdidas por efecto corona en kilovatios/kilómetros/ fase. El valor de ϕ se lo puede encontrar en los valores de la figura 8 el cual nos da un valor aproximado de 30 ya que en la en la tensión característica de la línea nos dio como resultado 2,28738382. Una vez reemplazado los datos de la frecuencia (f), la tensión fase – neutro (kV), distancia entre conductores (D) y el radio medio geométrico del conductor completo (R), se realiza el cálculo de las pérdidas de Peterson dando como resultado:

$$P_{peterson} = 0,0169 \text{ kW/km/fase}$$

4.5 PROPUESTA DEL PLAN DE MANTENIMIENTO

Con los resultados obtenidos del análisis de la evaluación de los daños causados por la salinidad se propone un plan de mantenimiento predictivo para los elementos evaluados entre el sector Punta Camero y mirador Puntilla de Santa Elena y un mantenimiento correctivo en ciertos elementos detectados. A continuación, se detallan las actividades y tareas propuestas para cumplir con el plan propuesto y el gráfico de actividades mostrada en el anexo 7.

4.5.1 PREPARACIÓN Y PLANIFICACIÓN MEDIANTE LA REVISIÓN DE EVALUACIONES PREVIAS

Para la elaboración del plan de mantenimiento predictivo se debe revisar los reportes de daños que se han elaborado, con esta revisión podemos evaluar el estado técnico de conservación de los postes, aisladores y fusibles desde su último mantenimiento.

4.5.2 DEFINICIÓN DE RECURSOS Y PERSONAL

Los recursos empleados son cámaras de fotografía, linternas, equipos de protección personal (EPP), lentes de aumento y vehículos. Definir el personal calificado empleado para la inspección.

4.5.3 INICIO DE LA INSPECCIÓN Y ASIGNACIÓN DE TAREAS ESPECÍFICAS

Una vez concedidas las autorizaciones correspondientes se procede a realizar la inspección. El o los ingenieros encargados tendrán asignada una cuadrilla de personal técnico designados para tomar los datos por poste. Los técnicos realizarán la inspección del estado físico de cada poste, aislador, fusible y cruceta detallando y fotografiando las anomalías, deterioros y daños observados.

4.5.4 ANÁLISIS DE DATOS DEL ESTADO ACTUAL DE LOS ELEMENTOS INSPECCIONADOS EN COMPARACIÓN CON LOS ESTÁNDARES Y NORMATIVAS

4.5.5 REGISTRO DE LOS DATOS OBTENIDOS

Una vez obtenidos los datos en la inspección, se los registrará en un software, como Microsoft Excel para el posterior análisis, lo que permite una buena organización y conteo de datos.

4.5.6 ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS DATOS HISTÓRICOS Y LOS DATOS RECIENTES OBTENIDOS

Después de registrar y organizar los datos en el software, se llevará a cabo un análisis comparativo con los datos históricos recopilados en las evaluaciones previas. El objetivo de este análisis es identificar como los elementos eléctricos se han ido deteriorando en el tiempo por causa de salinidad y evaluar si sus condiciones operacionales son las adecuadas. Para ello, se usarán imágenes y técnicas de comparación para facilitar la visualización de las

diferencias y detección de deterioro.

4.5.7 EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE NORMAS

Los datos a comparar se evaluarán en relación con los estándares y normativas de construcción de los elementos vigentes para garantizar que los postes de hormigón, aisladores y fusibles inspeccionados cumplan con los requisitos técnicos establecidos, comparando con las condiciones actuales de los elementos mencionados.

4.5.8 PROPUESTA PARA REALIZAR LA INSPECCIÓN TERMOGRÁFICA Y DE EFECTO CORONA

Con el análisis visual y comparativo culminado se propone el uso de cámaras termográfica y de efecto corona para detectar anomalías térmicas y descargas parciales.

Se propone que las inspecciones con las cámaras deben realizarse cada 6 meses, el motivo de este periodo propuesto es para analizar cómo actúan los elementos eléctricos ante el periodo de lluvias y la época seca. Durante las lluvias se examinará si hay mayor o menor concentración de depósito salino en los aisladores y fusibles, así como el incremento o decremento de efecto corona e igualmente durante la temporada seca donde se supone que estos factores se incrementen.

4.5.9 REGISTRO Y DOCUMENTACIÓN

Es esencial registrar y documentar de manera exhaustiva las imágenes obtenidas después de la inspección. Es necesario archivar y comparar estas imágenes con documentos previos para detectar cualquier alteración o deterioro en los elementos evaluados. Se puede determinar si es necesario realizar un mantenimiento preventivo o correctivo consultando esta documentación. El análisis detallado de la inspección visual, junto con los datos de la inspección termográfica y de efecto corona, permitirá tomar decisiones informadas sobre las acciones a seguir, ya sean preventivas o inmediatas.

4.5.10 GENERACIÓN DE INFORMES Y PROPUESTAS DE ACCIONES

Con la compilación de los datos obtenidos en las inspecciones visuales, termográficas y de efecto corona se debe elaborar un informe detallando los elementos eléctricos instalados e

indicando su estado técnico. Si algún elemento se encuentra en estado deteriorado se debe analizar su caso en específico y determinar si necesita mantenimiento o ser reemplazado y si se identifica algún elemento en estado crítico se deberá tomar acciones para su reemplazo inmediato.

CAPÍTULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

Se realizaron las mediciones entre el sector Punta Carnero y mirador Puntilla de Santa Elena con las cámaras termográficas y de efecto corona a los aisladores, portafusibles y postes.

Durante la evaluación se detectó que en los postes de hormigón presentaban grietas especialmente en los postes 16049545 y OID48395 los cuales se concluyó que se encuentran en un estado crítico porque las grietas en estos postes facilitaban el desprendimiento del hormigón poniendo en riesgo la estructura, en el análisis de las imágenes se detectó pérdidas por efecto corona. La gran mayoría de elementos evaluados no cumplen con las normas y estándares establecidos por falta de mantenimiento, una vez realizado el mantenimiento correspondiente es posible que el o los elementos eléctricos cumplan con las especificaciones y normativas de fábrica.

Se realizó el cálculo en base a las condiciones de operación en el periodo de evaluación, el resultado de las pérdidas es un valor aproximado ya que, varía con respecto a las condiciones climáticas la distancia, tramo, si realizaron limpiezas en los elementos eléctricos y estaciones del año.

Con el plan de mantenimiento predictivo se prevé prolongar la vida útil de los elementos eléctricos instalados, disminuyendo los signos de deterioro causados por la exposición al ambiente corrosivo.

5.2 RECOMENDACIONES

Se recomienda implementar el plan de mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo para reducir los daños causados por las condiciones ambientales.

Crear un programa de capacitación para el uso adecuado de la interfaz de uso y las de las cámaras termográficas y de efecto corona.

Para reducir los daños causados por la salinidad se sugiere reemplazar los aisladores de porcelana instalados actualmente por aisladores de fibra de vidrio.

Para garantizar la calidad del sistema eléctrico entre el sector Punta Carnero y mirador Puntilla de Santa Elena se recomienda reemplazar todos los postes de hormigón por postes plásticos ya que estos al no tener una estructura de hormigón y armadura de acero no se verá afectado por la salinidad.

REFERENCIAS

- [1] A. W. S. Sánchez, C. A. Rodríguez, y K. C. F. S. Robinson, “Influencia de la salinidad y su evaluación en urbanización Málaga dos en vía a salitre Guayaquil–Ecuador”, *Dominio de las Ciencias*, vol. 3, núm. 3, pp. 647–666, 2017.
- [2] W. Castillo Jurado y M. Castro Fernández, “Análisis del posible impacto de la contaminación ambiental sobre las redes eléctricas de la región Manta-Montecristi”, *Revista Universidad y Sociedad*, vol. 14, núm. 4, pp. 531–539, 2022.
- [3] Franco Tinoco Servio Bladimir, “Contaminación por Salinidad en Líneas de Transmisión Cercanas a la Costa”, Guayaquil, 2002.
- [4] Z. Hui y F. Huang, “An Intelligent Fault Diagnosis Method for Electrical Equipment Using Infrared Images”.
- [5] Carrera, “UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE QUITO”.
- [6] Bansilal, D. Thukaram, y K. H. Kashyap, “Artificial neural network application to power system voltage stability improvement”, en *IEEE Region 10 Annual International Conference, Proceedings/TENCON*, 2003, pp. 53–57. doi: 10.1109/tencon.2003.1273214.
- [7] MOLINA QUIROZ ERIK ISMAEL, “METODOLOGÍA DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO EN REDES DE DISTRIBUCIÓN DE MEDIO VOLTAJE POR MEDIO DE TÉCNICA DE ESTUDIO TERMOGRÁFICO”, Quito, 2023.
- [8] Martínez Santa Fernando y E. F. Sepúlveda Durán, “Detección de descargas parciales a través de radiación ultravioleta en redes de media y alta tensión en Colombia”, *Tecnura*, vol. 25, núm. 68, pp. 63–78, abr. 2021, Consultado: el 19 de agosto de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.14483/22487638.17991>
- [9] Ledesma Pablo, “El efecto corona”.
- [10] G. Montoya, R. Hernández, y I. Ramírez, “Inspección en aislamientos sintéticos Inspection on polymeric insulators”, 2011.
- [11] Valbuena Jara Santiago Jerónimo, “EVALUACIÓN DEL EFECTO CORONA EN LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN DE 220 Y 400 kV”, jun. 2021.
- [12] F. GARNACHO VECINO, J. MORENO MOHINO, P. S. COMÍN, y J. RODRÍGUEZ HERRERÍAS, “Reglamento de Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión y sus fundamentos técnicos”, *Ediciones Paraninfo, S.A*, 2009.

- [13] R. F. SABAJSAAVEDRA, “IMPLEMENTACIÓN DE UN MODELO A ESCALA PARA EL ESTUDIO DEL EFECTO CORONA Y MEDICIÓN DE SUS PÉRDIDAS SEGÚN DIVERSAS CONDICIONES Y CALIDAD DEL AIRE”, SANTIAGO DE CHILE, 2015.
- [14] O. W. ASTUDILLO A, “DISEÑO DE SUBESTACIONES ELÉCTRICAS PARA DISTRIBUCIÓN. TIPO AIS.”, GUAYAQUIL, 2022.
- [15] A. Ametani, N. Nagaoka, Y. Baba, y T. Ohno, *Power System Transients*. CRC Press, 2013. doi: 10.1201/b15816.
- [16] Franco Tinoco Servio Bladimir, “Contaminación por Salinidad en Líneas de Transmisión Cercanas a la Costa”.
- [17] GÓMEZ DELGADO JUAN DIEGO y GUALPA PÉREZ JUAN CARLOS, “ANÁLISIS TÉRMICO DEL EFECTO CORONA EN LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN”.
- [18] A. C. Lamz Piedra María González Cepero, A. Lamz Piedra, y A. C. Investigador DraC María González Cepero, “Revisión bibliográfica LA SALINIDAD COMO PROBLEMA EN LA AGRICULTURA: LA MEJORA VEGETAL UNA SOLUCIÓN INMEDIATA Review Salinity as a problem in agriculture: plant breeding an immediate solution”, 2013, [En línea]. Disponible en: <http://ediciones.inca.edu.cu>
- [19] L. de P. Souza, R. G. Nobre, E. M. da Silva, G. S. De Lima, F. W. A. Pinheiro, y L. L. de S. Almeida, “Formation of ‘Crioula’ guava rootstock under saline water irrigation and nitrogen doses”, *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, vol. 20, núm. 8, pp. 739–745, ago. 2016.
- [20] J. A. Salazar Jiménez, “Introducción al fenómeno de corrosión: tipos, factores que influyen y control para la protección de materiales (Nota técnica)”, jul. 2015.
- [21] A. Castañeda, F. Corvo, y C. Rivero, “INFLUENCIA DE LA AGRESIVIDAD ATMOSFÉRICA EN EL DETERIORO DE LAS ESTRUCTURAS EN CIUDAD DE LA HABANA”, La Habana.
- [22] “NTE INEN 1965 POSTES DE HORMIGÓN ARMADO Y PREESFORZADO PARA SOPORTES DE INSTALACIONES DE LÍNEAS Y REDES AÉREAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y TELECOMUNICACIONES. REQUISITOS”, Quito, abr. 2015.
- [23] S. Marcela, A. Corrales, H. Enrique, y R. Cubides, “EFECTO DE DIVERSOS AGENTES CONTAMINANTES SOBRE EL DESEMPEÑO DE AISLADORES ELÉCTRICOS EFFECT OF DIFFERENT POLLUTANTS ON PERFORMANCE OF ELECTRICAL

- INSULATORS”, 2024. [En línea]. Disponible en: <https://pistaseducativas.celaya.tecnm.mx>
- [24] B. Culqui, S. Roger, C. Cajusol, y J. German, “PROPUESTA TÉCNICA, ECONÓMICA PARA EL MANTENIMIENTO PREDICTIVO Y PREVENTIVO DE REDES DE DISTRIBUCIÓN DE 10 KV/22,9 KV/34,5 KV ENERGIZADAS. DEL ALIMENTADOR C-212 CON UN NIVEL DE TENSIÓN DE 22,9 KV DEL TRAMO CHICLAYO – MONSEFÚ, 2015”.
- [25] Alvaro Pesántez H y Ing. Rodrigo Sarzosa C, “Elaboración de un Plan de Mantenimiento Predictivo y Preventivo en Función de la Criticidad de los Equipos del Proceso Productivo de una Empresa Empacadora de Camarón”, *Escuela Superior Politécnica del Litoral*.

CAPÍTULO 6
ANEXOS
ANEXO 1



FIGURA 54. Conexión del CPU dentro de la camioneta

FUENTE: El Autor

ANEXO 2



FIGURA 55. Ejemplo de poste y elementos eléctricos nuevos y en perfecto estado, el número de poste es OID87496 fue el último poste del recorrido

FUENTE: El Autor
ANEXO 3



FIGURA 56. Fragmento de la base de un portafusible quemado por un arco eléctrico

FUENTE: El Autor

ANEXO 4



FIGURA 57. Se evidencia el deterioro por la oxidación en otros elementos que no fueron el objeto de estudio

FUENTE: El Autor

ANEXO 5



FIGURA 58. Poste OID48395 en estado crítico se observa que los portafusibles sus partes metálicas se encuentran totalmente corroídas y algunos no tienen el fusible

FUENTE: El Autor

ANEXO 6

Diferencia de temperatura (T) basado en comparaciones entre componentes similares bajo carga similar.	Diferencia de temperatura (T) basado en comparaciones entre componente y temperatura ambiente del aire	Acción sugerida
1° C - 3° C	1° C - 10° C	Posible deficiencia; revisar garantías de investigación del equipo.
4° C - 15° C	11° C - 20° C	Indica deficiencia probable; reparación cuando el tiempo lo permita.
-----	21° C - 40° C	Monitorear hasta que se puedan realizar las medidas correctivas.
>15° C	>40° C	Discrepancia o mayor error; reparación inmediata.

(ANSI/NETA MTS-2007, 2007)

FIGURA 59. Acciones sugeridas basadas en el aumento de temperatura

FUENTE: American National Standard

ANEXO 7

TABLA 25. Programa de mantenimiento predictivo sugerido

FUENTE: El Autor

ANEXO 8**TABLA 26.** Registro de todos los elementos inspeccionados**FUENTE:** El Autor

POSTE	NUM POSTE	TIPO DE POSTE	CODIGO DE ESTRUCTURA	CIMIENTO	ESTRUCTURA EN POSTE	AISLADORES	CRUCETAS	ESTADO DEL POSTE	PORTA FUSIBLE	ALIMENTADOR
1	16021460	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	3HRT; 1PP3	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
2	16021461	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	1CPT	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
3	16049123	HORMIGON	PHC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1PP3	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	Deteriorado	S/E Carolina - Carolina
4	16049173	HORMIGON	PHC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1PP3	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Deteriorado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
5	16049209	HORMIGON	PHC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1PR3	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Deteriorado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
6	16049210	HORMIGON	PHC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1ER	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Deteriorado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
7	16021455	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	3SAT; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
8	16049174	HORMIGON	PHC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1PR3; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Deteriorado	Deteriorado	S/E Carolina - Carolina
9	1604912	HORMIGON	PHC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1PP3; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Deteriorado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
10	16021452	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	3CPT; 3ER; 1PP3; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
11	16021451	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	1PP3; 3SPT; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
12	OID20161	HORMIGON	PHC12_2000	Directamente a Tierra	1CRT; 1PR3; 1EP; 1PP3; 3SPT	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Deteriorado	Deteriorado	S/E Carolina - Carolina
13	16049176	HORMIGON	PHC12_500	Directamente a Tierra	1PP3; 3SPT; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Deteriorado	Deteriorado	S/E Carolina - Carolina
14	16021440	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	1PP3; 1ED; 3SDT	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
15	16021438	HORMIGON	PHC12_2000	Directamente a Tierra	1PP3; 1PR3; 1EP; (3SP+1CR) T	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Deteriorado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
16	16021437	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	1PP3; 3NPT	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
17	16021436	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	1PP3; 1EP; 3SPT	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Carolina - Carolina

18	16049207	HORMIGON	PHC12_500	Directamente a Tierra	1PP3; 1EP; 3SPT	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Deteriorado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
19	16048887	HORMIGON	PHC12_500	Fundido Hormigón	1EP; 1PR3; 3SPT; 1CRT; 1ER	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Deteriorado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
20	16021432	HORMIGON	PHC12_500	Directamente a Tierra	1ER; 3SPT	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Deteriorado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
21	16048934	HORMIGON	PHC12_500	Fundido Hormigón	3SDT; 1ER	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Deteriorado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
22	16048926	HORMIGON	PHC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1CRT; 3ER; 1PR3	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Deteriorado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
23	16048935	HORMIGON	PHC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1PP3	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Deteriorado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
24	16048929	HORMIGON	PHC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1PP3	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Deteriorado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
25	16048931	HORMIGON	PHC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1PR3; 1PP3	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Deteriorado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
26	16048927	HORMIGON	PHC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1PR3; 1ER	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Deteriorado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
27	16048937	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1ER	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
28	16048785	HORMIGON	PHC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1ER	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Deteriorado	Deteriorado	S/E Carolina - Carolina
29	16021412	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	3SPT	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
30	16048787	HORMIGON	PHC12_500	Directamente a Tierra	3SPT	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Deteriorado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
31	16048800	HORMIGON	PHC12_500	Directamente a Tierra	3SDT	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Deteriorado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
32	16048786	HORMIGON	PHC12_500	Directamente a Tierra	1PR3; 3SPT	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Deteriorado	Deteriorado	S/E Carolina - Carolina
33	16021408	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	1PP3; 3SPT	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
34	16048802	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	1PP3; 3SPT	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	Deteriorado	S/E Carolina - Carolina
35	16048898	HORMIGON	PHC12_500	Directamente a Tierra	1PP3; 3SPT; 1PR3; 1CRT	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Deteriorado	Deteriorado	S/E Carolina - Carolina

36	16021400	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1PP3	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
37	16048932	HORMIGON	PHC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1PR3; 1ER	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Deteriorado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
38	16048788	HORMIGON	PHC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1ER	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Deteriorado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
39	16048933	HORMIGON	PHC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1PR3	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Deteriorado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
40	18309	HORMIGON	PHC12_2000	Directamente a Tierra	3SPT; 1PP3	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Deteriorado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
41	OID20194	HORMIGON	PHC12_2000	Directamente a Tierra	3SPT; 3ER; 1PR3; 1PR3	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Deteriorado	Deteriorado	S/E Carolina - Carolina
42	18319	HORMIGON	PHC12_500	Directamente a Tierra	3SDT; 3ER	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Deteriorado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
43	18307	HORMIGON	PHC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1PR3	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Deteriorado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
44	16021393	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1PP3	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
45	664802	HORMIGON	PHC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1PP3	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Deteriorado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
46	16021392	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1PP3	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
47	16021391	HORMIGON	PHC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1PP3	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Deteriorado	Deteriorado	S/E Carolina - Carolina
48	18306	HORMIGON	PHC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1PP3	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Deteriorado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
49	16001685	HORMIGON	PHC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1PP3	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Deteriorado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
50	16021390	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1PP3; 1ER	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
51	18320	HORMIGON	PHC12_500	Directamente a Tierra	1PP3; 3SDT; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Deteriorado	Deteriorado	S/E Carolina - Carolina
52	18317	HORMIGON	PHC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1PR3; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Deteriorado	Deteriorado	S/E Carolina - Carolina
53	18298	HORMIGON	PHC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1PR3; 1ER	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Deteriorado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
54	16021389	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1PP3	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Carolina - Carolina

55	16001684	HORMIGON	PHC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1PP3	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Deteriorado	Deteriorado	S/E Carolina - Carolina
56	18323	HORMIGON	PHC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1PP3	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Deteriorado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
57	16021388	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1PR3; 1ER	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
58	18318	HORMIGON	PHC12_500	Directamente a Tierra	3SDT; 1PR3	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Deteriorado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
59	OID20212	HORMIGON	PHC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1PP3	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Deteriorado	Deteriorado	S/E Carolina - Carolina
60	16021387	HORMIGON	PHC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1PP3	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Deteriorado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
61	16001917	HORMIGON	PHC12_500	Directamente a Tierra	3CRT; 3CRT; 1PR3	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Deteriorado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
62	16001916	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1PR3; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
63	16001915	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1PP3; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
64	16001914	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	Deteriorado	S/E Carolina - Carolina
65	16048873	HORMIGON	PHC12_500	Directamente a Tierra	3VPT; 3VRT; 1PP3	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
66	16000260	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	3SDT; 1ED; 1PP3	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
67	16074380	HORMIGON	PHC12_500	Directamente a Tierra	1EP; 1PP3; 3SPT	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Deteriorado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
68	OID19789	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	1EP; 3SPT; 1PP3	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
69	16074811	HORMIGON	PHC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1PP3; 3CRT; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Deteriorado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
70	16001913	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	1EP; 3SPT	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
71	16021472	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	1EP; 3SPT	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
72	16001912	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	1ER; 3SPT; 2CRT	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	Deteriorado	S/E Carolina - Carolina

73	16021474	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	3VPT; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
74	16001911	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	1EP; 3VPT	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
75	16021475	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	Deteriorado	S/E Carolina - Carolina
76	16001910	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	Deteriorado	S/E Carolina - Carolina
77	16001909	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	3SDT; 1ED	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
78	16021476	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
79	16001908	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	1EP; 3SPT	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
80	680157	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
81	16001907	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
82	16071279	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	1EP; 3SPT	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	Deteriorado	S/E Carolina - Carolina
83	16001906	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	1EP; 3SPT	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
84	16021478	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
85	16001905	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	1EP; 3SPT	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
86	16021479	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
87	16001904	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	1EP; 3SPT	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
88	16074443	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	1EP; 3SPT	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	Deteriorado	S/E Carolina - Carolina
89	16021481	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
90	16001902	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	3SDT	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Carolina - Carolina

91	16021482	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
92	16001901	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
93	16071243	HORMIGON	PHC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Deteriorado	Deteriorado	S/E Carolina - Carolina
94	1619808	HORMIGON	PHC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Deteriorado	Deteriorado	S/E Carolina - Carolina
95	16001900	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
96	16049026	HORMIGON	PHC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1EPEP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Deteriorado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
97	16001899	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
98	16071242	HORMIGON	PHC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Deteriorado	Deteriorado	S/E Carolina - Carolina
99	16001898	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
100	OID75889	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	1EP; 3SRT; 3SPT; 1ER	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	Deteriorado	S/E Carolina - Carolina
101	16074445	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	Deteriorado	S/E Carolina - Carolina
102	16001897	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	1EP; 3SPT	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
103	16021488	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	Deteriorado	S/E Carolina - Carolina
104	16001896	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	1ED; 3SDT	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
105	16001895	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
106	16001894	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
107	16001893	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	3SRT; 3CRT	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	Deteriorado	S/E Carolina - Carolina
108	16021491	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Carolina - Carolina

109	16001892	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
110	16049019	HORMIGON	PHC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Deteriorado	Deteriorado	S/E Carolina - Carolina
111	680032	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
112	16000281	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
113	16001891	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	Deteriorado	S/E Carolina - Carolina
114	16021492	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	3SDT; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	Deteriorado	S/E Carolina - Carolina
115	16049018	HORMIGON	PHC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1PR3; 1ER	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Deteriorado	Deteriorado	S/E Carolina - Carolina
116	680138	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	1EP; 1PP3; 3SPT	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
117	16001920	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	1EP; 1PP3; 3VPT	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
118	OID19826	HORMIGON	PHC12_500	Directamente a Tierra	1PR3; 1EP; 3SPT	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Deteriorado	Deteriorado	S/E Carolina - Carolina
119	16001889	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	1PR3; 1EP; 3SPT	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
120	16001888	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1PP3; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	Deteriorado	S/E Carolina - Carolina
121	OID145057	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1EP; 1PP3	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	Deteriorado	S/E Carolina - Carolina
122	680280	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	3VRT; 3SPT; 1PP3	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	Deteriorado	S/E Carolina - Carolina
123	16071010	HORMIGON	PHC12_500	Fundido Hormigón	1EP; 3SPT; 1PP3	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Deteriorado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
124	16074483	HORMIGON	PHC12_500	Directamente a Tierra	1ED; 3SDT; 1PP3	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Deteriorado	Deteriorado	S/E Carolina - Carolina
125	16074826	HORMIGON	PHC12_2000	Directamente a Tierra	3SPT; 3SRT; 1PP3; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Deteriorado	Deteriorado	S/E Carolina - Carolina
126	16074750	HORMIGON	PHC12_2000	Directamente a Tierra	3SRT; 3SPT; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Deteriorado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
127	16071115	HORMIGON	PHC12_500	Directamente a Tierra	1EP; 1PP3; 3SPT	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Deteriorado	No tiene	S/E Carolina - Carolina

128	16021503	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	1EP; 1PP3; 3SPT	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
129	16049300	HORMIGON	PHC12_500	Directamente a Tierra	1PP3; 1EP; 3SPT	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Deteriorado	Deteriorado	S/E Carolina - Carolina
130	16021505	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	1PR3; 3VPT	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	Deteriorado	S/E Carolina - Carolina
131	16021506	HORMIGON	PHC12_500	Directamente a Tierra	1PP3; 3VPT; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Deteriorado	Deteriorado	S/E Carolina - Carolina
132	16021508	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	1EP; 3VPT; 1PP3; 3CRT	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	Deteriorado	S/E Carolina - Carolina
133	680252	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	1PP3; 1EP; 3SDT	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
134	16071446	HORMIGON	PHC12_2000	Directamente a Tierra	3VPT; 3SRT; 1PP3	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Deteriorado	Deteriorado	S/E Carolina - Carolina
135	16021512	HORMIGON	PHC12_500	Directamente a Tierra	1PP3; 3VPT; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Deteriorado	Deteriorado	S/E Carolina - Carolina
136	16001886	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	EP; 3SPT	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
137	16021513	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	EP; 3VPT; 1ER	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
138	16021514	HORMIGON	PHC12_500	Fundido Hormigón	1EP; 3VPT	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Deteriorado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
139	16021515	PLASTICO	PPC12_500	Fundido Hormigón	1EP; 3VPT	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
140	16001885	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	1PR3; 3SDT	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
141	16001884	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	1EP; 3SPT	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
142	16000263	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
143	16001883	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	1EP; 3SPT	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
144	16001882	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	1EP; 3SPT	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
145	16001881	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	1EP; 3SPT	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Carolina - Carolina

146	16000304	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
147	16071302	HORMIGON	PHC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Deteriorado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
148	16000285	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
149	16001880	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
150	16000275	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
151	16001879	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
152	16001878	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
153	16000243	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	1EP; 3SDT	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
154	16001877	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
155	16000273	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
156	16001876	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
157	16001875	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
158	16000282	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
159	16001874	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
160	16000272	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
161	16001873	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
162	16000269	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
163	16001872	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
164	16049301	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Carolina - Carolina

165	16049591	HORMIGON	PHC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1CRT; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Deteriorado	Deteriorado	S/E Carolina - Carolina
166	16021517	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	Deteriorado	S/E Carolina - Carolina
167	16074835	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	3SDT; 2CRT; 1ED	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	Deteriorado	S/E Carolina - Carolina
168	680278	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	3VPT; 3CRT	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	Deteriorado	S/E Carolina - Carolina
169	16001871	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	1EP; 3SPT	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
170	16074846	PLASTICO	PPC12_2000	Directamente a Tierra	3SRT; 3SPT; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
171	16049299	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
172	16001869	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
173	16000255	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	1EP; 3SPT	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
174	16001868	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	3SPT	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
175	16074805	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	3VPT; 3SRT; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	Deteriorado	S/E Carolina - Carolina
176	16000236	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	1EP; 3SPT	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
177	16021522	HORMIGON	PHC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Deteriorado	Deteriorado	S/E Carolina - Carolina
178	16000270	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
179	16049332	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Carolina - Carolina
180	16000287	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	Deteriorado	S/E Carolina - Carolina
181	16001866	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	3SRT; 3SRT; 1ED	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	Deteriorado	S/E Carolina - Carolina - S/E Salinas - Bases Militares
182	16004651	HORMIGON	PHC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Deteriorado	No tiene	S/E Salinas - Bases Militares

183	16001864	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Salinas - Bases Militares
184	OID48395	HORMIGON	PHC12_2000	Directamente a Tierra	3VPT; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Deteriorado	Buen estado	S/E Salinas - Bases Militares
185	16004648	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 3SRT; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	Deteriorado	S/E Salinas - Bases Militares
186	16004647	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	3SPT	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Salinas - Bases Militares
187	16001863	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	3SPT	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Salinas - Bases Militares
188	OID151340	HORMIGON	PHC12_500	Directamente a Tierra	3SRT; 3SPT	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Deteriorado	No tiene	S/E Salinas - Bases Militares
189	16004646	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	3SPT	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Salinas - Bases Militares
190	16004645 (16074675)	PLASTICO - HORMIGON	PPC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	Deteriorado	S/E Salinas - Bases Militares
191	16004644	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Salinas - Bases Militares
192	16049079	HORMIGON	PHC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Deteriorado	Deteriorado	S/E Salinas - Bases Militares
193	16004643	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	1EP; 3SPT	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Salinas - Bases Militares
194	16049578	HORMIGON	PHC12_2000	Directamente a Tierra	1EP; 3SPT; 3SRT	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Deteriorado	No tiene	S/E Salinas - Bases Militares
195	16004640	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	1EP; 3SPT	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Salinas - Bases Militares
196	16004639	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	1EP; 3SPT	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Salinas - Bases Militares
197	16004638	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	1EP; 3SPT	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Salinas - Bases Militares
198	16004637	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	1EP; 3SPT	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Salinas - Bases Militares
199	16004636	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	1EP; 3SPT	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Salinas - Bases Militares
200	16004635	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	1EP; 1PP3; 3SPT	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Salinas - Bases Militares

201	16004634	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Salinas - Bases Militares
202	16001861	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	1EP; 3SPT	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Salinas - Bases Militares
203	16004633	HORMIGON	PHC12_2000	Directamente a Tierra	1EP; 3VDT	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Deteriorado	Deteriorado	S/E Salinas - Bases Militares
204	16049563	HORMIGON	PHC12_2000	Directamente a Tierra	1EP; 3SPT; 3SRT	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Deteriorado	Deteriorado	S/E Salinas - Bases Militares
205	16004629	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	1EP; 3SRT; 3SPT	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	Deteriorado	S/E Salinas - Bases Militares
206	16074142	HORMIGON	PHC12_500	Directamente a Tierra	1EP; 3SPT	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Deteriorado	No tiene	S/E Salinas - Bases Militares
207	16004626	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1EP; 3SRT	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	Deteriorado	S/E Salinas - Bases Militares
208	16001860	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 3SRT; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	Deteriorado	S/E Salinas - Bases Militares
209	16004557	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Salinas - Bases Militares
210	16004556	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Salinas - Bases Militares
211	16049161	HORMIGON	PHC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1EP; 1ER	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Deteriorado	No tiene	S/E Salinas - Bases Militares
212	OID42694	HORMIGON	PHC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1PA3; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Deteriorado	Deteriorado	S/E Salinas - Bases Militares
213	16004553	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	1EP; 3SPT	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Salinas - Bases Militares
214	16001859	HORMIGON	PHC12_500	Canastilla de Hormigón	3SPT; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Deteriorado	Deteriorado	S/E Salinas - Bases Militares
215	16049165	HORMIGON	PHC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1ER; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Deteriorado	Deteriorado	S/E Salinas - Bases Militares
216	16001858	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	3SRT; 1EP; 3SRT	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	Deteriorado	S/E Salinas - Bases Militares
217	16004551	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Salinas - Bases Militares
218	16071415	HORMIGON	PHC12_2000	Directamente a Tierra	1ED; 3SDT	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Deteriorado	No tiene	S/E Salinas - Bases Militares
219	16004549	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Salinas - Bases Militares

220	16004548	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Salinas - Bases Militares
221	16004547	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Salinas - Bases Militares
222	16071826	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Salinas - Bases Militares
223	16004545	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Salinas - Bases Militares
224	16071422	HORMIGON	PHC12_2000	Directamente a Tierra	3SPT; 1CRT; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Deteriorado	Deteriorado	S/E Salinas - Bases Militares
225	16004536	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	1ED; 3SDT	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Salinas - Bases Militares
226	16004535	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	3SDT; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Salinas - Bases Militares
227	16004534	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	3SDT; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Salinas - Bases Militares
228	16004533	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	1EP; 3SPT; 1ED	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Salinas - Bases Militares
229	16070216	HORMIGON	PHC12_2000	Directamente a Tierra	1EP; 3SPT; 3SRT; 1ER	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Deteriorado	Deteriorado	S/E Salinas - Bases Militares
230	16004529	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Salinas - Bases Militares
231	16071425	HORMIGON	PHC12_2000	Directamente a Tierra	3SPT; 3SRT; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Deteriorado	Deteriorado	S/E Salinas - Bases Militares
232	16004526	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	3SDT; 1ED	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Salinas - Bases Militares
233	16004525	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	3SPT	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Salinas - Bases Militares
234	16004524	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	1EP; 3SPT	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Salinas - Bases Militares
235	16071221	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	1EP; 3SPT	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Salinas - Bases Militares
236	16004522	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	1PR3; 1EP; 3SPT	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Salinas - Bases Militares
237	16004520	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	1PP2; 1EP; 3SPT	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Salinas - Bases Militares
238	16004519	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	1PP3; 1EP; 3SPT	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Salinas - Bases Militares

239	16004518	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	1PP2; 3SPT	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Salinas - Bases Militares
240	16071209	PLASTICO	PPC12_500	Directamente a Tierra	1EP; 3SPT; 1PP3	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Salinas - Bases Militares
241	16049545	HORMIGON	PHC12_2000	Directamente a Tierra	1PR3; 3SDT; 1ER	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Deteriorado	No tiene	S/E Salinas - Bases Militares
242	1604897	HORMIGON	PHC12_500	Directamente a Tierra	1PP3; 3SPT; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Deteriorado	No tiene	S/E Salinas - Bases Militares
243	16049557	HORMIGON	PHC12_2000	Directamente a Tierra	1EP; 1PR3; 3SPT	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Deteriorado	No tiene	S/E Salinas - Bases Militares
244	16048738	HORMIGON	PHC12_500	Directamente a Tierra	3SDT; 1PR3; 1ED	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Deteriorado	No tiene	S/E Salinas - Bases Militares
245	16048968	HORMIGON	PHC12_500	Directamente a Tierra	1PP3; 3SPT; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Deteriorado	No tiene	S/E Salinas - Bases Militares
246	OID88129	HORMIGON	PHC12_500	Directamente a Tierra	1PP3; 1EP; 3SPT	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Deteriorado	No tiene	S/E Salinas - Bases Militares
247	16048970	HORMIGON	PHC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1PP3; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Deteriorado	No tiene	S/E Salinas - Bases Militares
248	16048969	HORMIGON	PHC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1EP; 1PP3	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Salinas - Bases Militares
249	16048841	HORMIGON	PHC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1PP3; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Salinas - Bases Militares
250	16048972	HORMIGON	PHC12_500	Directamente a Tierra	1PP3; 3SPT; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Salinas - Bases Militares
251	16048840	HORMIGON	PHC12_500	Directamente a Tierra	1PP3; 1EP; 3SPT	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Salinas - Bases Militares
252	16048971	HORMIGON	PHC12_500	Directamente a Tierra	1EP; 3SPT; 1PP3	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Salinas - Bases Militares
253	16074427	HORMIGON	PHC12_500	Directamente a Tierra	3SPT; 1PP3; 1EP	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Salinas - Bases Militares
254	16048965	HORMIGON	PHC12_500	Directamente a Tierra	3SDT; 1ED; 1PR3	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	No tiene	S/E Salinas - Bases Militares
255	OID87496	HORMIGON	PHC12_500	Directamente a Tierra	1EP; 3SAT; 1PP3	Capa de salinidad	Oxido por salinidad	Buen estado	Buen estado	S/E Salinas - Bases Militares