



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**  
**SEDE QUITO**

**CARRERA DE MECÁNICA**

**DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE UNA LÍNEA DE  
REVISIÓN TÉCNICA VEHICULAR (LRTV) A DIFERENTES CONDICIONES  
ATMOSFÉRICAS EN EL ECUADOR PARA LA EMPRESA MC DIAGNÓSTICO  
AUTOMOTRIZ**

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

**AUTOR: JORGE ENRIQUE MARTÍNEZ TORRES**

**TUTOR: LEONIDAS ESTEBAN RAMÍREZ GANGOTENA**

Quito – Ecuador

2024

**CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE  
TITULACIÓN**

Yo, Jorge Enrique Martínez Torres, con documento de identificación N.º 1727338368; 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.

Quito, 05 de marzo del 2024

Atentamente,



---

Jorge Enrique Martínez Torres

1727338368

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

Yo, Jorge Enrique Martínez Torres con documento de identificación N.º 1727338368, 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 trabajo de la Propuesta Tecnológica: “Diseño de un plan de mantenimiento preventivo de una línea de revisión técnica vehicular (LRTV) a diferentes condiciones atmosféricas en el Ecuador para la empresa MC Diagnóstico Automotriz ”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Mecánico, 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.

Quito, 05 de marzo del 2024

Atentamente,



---

Jorge Enrique Martínez Torres

1727338368

## **CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Yo, Leonidas Esteban Ramírez Gangotena con documento de identificación N.º 1717176356, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE UNA LÍNEA DE REVISIÓN TÉCNICA VEHICULAR (LRTV) A DIFERENTES CONDICIONES ATMOSFÉRICAS EN EL ECUADOR PARA LA EMPRESA MC DIAGNÓSTICO AUTOMOTRIZ, realizado por Jorge Enrique Martínez Torres con documento de identificación N.º 1727338368, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Propuesta Tecnológica que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 05 de marzo del 2024

Atentamente,

A handwritten signature in blue ink, consisting of several overlapping loops and vertical strokes, positioned above a horizontal line.

---

Ing. Leonidas Esteban Ramírez Gangotena, MSc.

1717176356

## **DEDICATORIA**

La presente propuesta tecnológica está dedicada a mis padres, Jorge y Alexandra, los cuales me han brindado los valores fundamentales que todo hijo necesita para su formación, desde anécdotas que marcaron mi vida hasta enseñanzas que por más dolorosas sean tienen una razón de ser y que gracias a ellos he tenido una educación integral donde lo más importante es ser buena persona con un alto grado de honestidad, responsabilidad y respeto.

A mi hermana Sofia que con su cariño y empatía a lo largo de mi vida me han servido de una experiencia increíble donde el tener una hermana menor será lo mejor de mi vida siempre, teniendo que yo dar un buen ejemplo y no decepcionarla. De igual manera a mis abuelitos Jorge, Rosa, Elías, Piedad quienes siempre me han recibido en sus brazos y criado con cariño.

***Jorge Martínez T.***

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios, a la Universidad Politécnica Salesiana y en especial a la carrera de Ingeniería Mecánica donde fue mi casa por 4 años y aprendí el sentido de pertenencia y orgullo por defender mi carrera.

Agradezco de manera especial al Ing. Leónidas Ramírez, por la ayuda prestada, por su paciencia, por brindarme su apoyo, y sobre todo por ser un maestro que marcó mi paso universitario de buena manera.

A la empresa MC Diagnóstico Automotriz por permitirme acceder a toda la información necesaria para realizar este proyecto de titulación. A todos mis familiares y amigos que formaron parte de este camino cada uno dejando se huella dentro de mi ser.

## LISTA DE CONTENIDOS

<b>1. CAPÍTULO I</b> .....	<b>5</b>
1.1. Mantenimiento .....	5
1.1.1. Objetivos del Mantenimiento .....	5
1.2. Planificación del Mantenimiento .....	5
1.2.1. Proceso de planificación.....	5
1.3. Clasificación general del Mantenimiento.....	6
1.3.1. Mantenimiento Correctivo .....	6
1.3.1.1. Mantenimiento Correctivo No Planificado .....	6
1.3.1.2. Mantenimiento Correctivo Programado .....	7
1.3.2. Mantenimiento Preventivo .....	7
1.3.2.1. Mantenimiento Preventivo Basado en Tiempo (TBM) .....	7
1.3.2.2. Mantenimiento Preventivo Basado en la Condición (MPC) .....	7
1.3.3. Mantenimiento Predictivo .....	7
1.3.4. Ventajas y desventajas de los tipos de mantenimiento .....	8
1.4. Revisión Técnica Vehicular .....	8
1.4.1. Objetivos de la RTV.....	10
1.4.2. Normativos y regulaciones aplicables en el Ecuador.....	10
1.4.3. Descripción de los equipos y sistemas utilizados en la RTV .....	11
1.4.4. Equipos utilizados. ....	13
1.4.4.1. Alineador al paso.....	13
1.4.4.2. Banco de Suspensión.....	13
1.4.4.3. Frenometro .....	14
1.4.4.4. Analizador de gases.....	14
1.4.4.5. Opacímetro .....	15
1.4.4.6. Sonómetro .....	16
1.4.4.7. Luxómetro .....	16
1.4.4.8. Detector de Holguras.....	17
1.4.4.9. Compresor .....	17
1.4.4.10. Profundímetro de Neumáticos.....	18
1.5. Condiciones Atmosféricas.....	18
1.5.1. Variables Ambientales .....	19
1.5.1.1. Presión Atmosférica .....	19
1.5.1.2. Humedad Relativa .....	19

1.5.2. Pluviometría media anual en el Ecuador.....	20
<b>2. CAPÍTULO II.....</b>	<b>22</b>
2.1. Evaluación del estado actual de los equipos .....	22
2.1.1. Alineador al paso.....	22
2.1.2. Banco de Suspensión.....	23
2.1.3. Armario Electrónico .....	25
2.1.4. Frenometro .....	26
2.1.5. Analizador de gases.....	28
2.1.6. Opacímetro .....	30
2.1.7. Sonómetro .....	31
2.1.8. Detector de Holguras.....	32
2.1.9. Luxómetro .....	34
2.2. Identificación de posibles fallas o problemas comunes en estos equipos .....	36
2.2.1. Desgaste de piezas mecánicas .....	36
2.2.2. Ajuste incorrecto .....	36
2.2.3. Problemas eléctricos o electrónicos .....	37
2.2.4. Problemas en sensores y transductores .....	37
2.2.5. Corrosión.....	37
2.2.6. Obstrucciones y contaminantes .....	37
2.2.7. Problemas de software .....	37
2.2.8. Desgaste de piezas de desgaste rápido .....	37
2.2.9. Daños físicos .....	37
2.2.10. Falta de mantenimiento preventivo .....	38
2.3. Análisis de la influencia de las propiedades climáticas ecuatorianas en el rendimiento de los equipos.....	38
2.3.1. Temperatura .....	38
2.3.2. Humedad Relativa .....	38
2.3.3. Altitud.....	39
2.3.4. Exposición a la intemperie .....	39
2.3.5. Mantenimiento requerido .....	39
2.3.6. Calibración .....	39
<b>3. CAPÍTULO III.....</b>	<b>41</b>
3.1. Ciudades del Ecuador donde están trabajando los equipos de la empresa MC Diagnóstico Automotriz .....	41



3.1.1 GAD de Guano.....	41
3.1.2. GAD de 24 de mayo.....	43
3.1.3. GAD de Alausí.....	45
3.1.4. GAD de Bucay.....	47
3.1.5. GAD de Penipe.....	49
3.1.6. Gad de Valencia.....	51
3.1.7. Gad de Quevedo.....	53
3.1.8. GAD de Pallatanga.....	55
3.1.9. GAD de Guamote.....	57
<b>4. CAPÍTULO IV. ....</b>	<b>60</b>
4.1. Programación de inspecciones y mantenimiento.....	60
4.1.1. Objetivos del plan de mantenimiento programado.....	60
4.1.2. Evaluación de componentes críticos de los equipos.....	67
4.1.2.1. Evaluación del Alineador al paso.....	67
4.1.2.2. Evaluación del Banco de Suspensión.....	67
4.1.2.3. Frenometro.....	68
4.1.2.4. Evaluación del Analizador de Gases.....	68
4.1.2.5. Evaluación del Opacímetro.....	68
4.1.2.6. Evaluación del Detector de Holguras.....	69
4.1.3. Selección de repuestos.....	69
4.2. Diseño del plan.....	70
4.2.1. Formatos del plan.....	72
4.2.1.1. Formato para el Alineador al paso.....	74
4.2.1.2. Formato para el Banco de Suspensión.....	75
4.2.1.3. Formato para el Frenometro.....	76
4.2.1.4. Formato para el Armario Electrónico.....	77
4.2.1.5. Formato para el Tótem Frenometro (PC, Pantalla y mando a distancia).....	78
4.2.1.6. Formato para el Tótem Emisiones.....	79
4.2.1.7. Formato para el Analizador de gases.....	80
4.2.1.8. Formato para el Opacímetro.....	81
4.2.1.9. Formato para el Detector de Holguras.....	82
4.2.1.10. Formato para el Luxómetro.....	83
4.2.1.11. Formato para el Sonómetro.....	84
4.2.2. Formato control post mantenimiento.....	85
4.3. Costos y beneficios.....	85
4.3.1. Costos de implementación y operación.....	86

4.3.2. Beneficios potenciales en términos de reducción de tiempo de inactividad .....	87
<b>5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>89</b>
Conclusiones .....	89
Recomendaciones.....	90
Lista De Referencias .....	91
Glosario De Términos .....	94
Anexos.....	95

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Ventajas y desventajas de los tipos de mantenimiento .....	8
<b>Tabla 2.</b> Primera estación de revisión de equipos Capelec .....	11
<b>Tabla 3.</b> Segunda estación de revisión de equipos Capelec .....	12
<b>Tabla 4.</b> Tercera estación de revisión de equipos Capelec .....	12
<b>Tabla 5.</b> Datos climáticos en regiones del Ecuador .....	19
<b>Tabla 6.</b> Pluviometría media anual en el Ecuador .....	20
<b>Tabla 7.</b> Alineador al paso CAP9010 .....	22
<b>Tabla 8.</b> Banco de suspensión CAP9020 .....	24
<b>Tabla 9.</b> Banco de frenado CAP9110 .....	26
<b>Tabla 10.</b> Analizador de gases CAP3600 GO .....	29
<b>Tabla 11.</b> Opacímetro CAP3600 GO .....	30
<b>Tabla 12.</b> Sonómetro PRO04336 .....	32
<b>Tabla 13.</b> Detector de Holguras CAP9210 PEH .....	33
<b>Tabla 14.</b> Luxómetro CAP2600EX-W .....	35
<b>Tabla 15.</b> Desgaste de piezas mecánicas .....	36
<b>Tabla 16.</b> Condiciones Atmosféricas CRTV Guano .....	41
<b>Tabla 17.</b> Temperaturas medias y precipitaciones de Guano .....	42
<b>Tabla 18.</b> Condiciones Atmosféricas CRTV 24 de mayo .....	43
<b>Tabla 19.</b> Temperaturas medias y precipitaciones de 24 de mayo .....	44
<b>Tabla 20.</b> Condiciones Atmosféricas CRTV Alausí .....	45
<b>Tabla 21.</b> Temperaturas medias y precipitaciones de Alausí .....	46
<b>Tabla 22.</b> Condiciones Atmosféricas CRTV Bucay .....	47
<b>Tabla 23.</b> Temperaturas medias y precipitaciones de Bucay .....	48
<b>Tabla 24.</b> Condiciones Atmosféricas CRTV Penipe .....	49
<b>Tabla 25.</b> Temperaturas medias y precipitaciones de Penipe .....	50
<b>Tabla 26.</b> Condiciones Atmosféricas CRTV Valencia .....	51
<b>Tabla 27.</b> Temperaturas medias y precipitaciones de Valencia .....	52
<b>Tabla 28.</b> Condiciones Atmosféricas CRTV Quevedo .....	53
<b>Tabla 29.</b> Temperaturas medias y precipitaciones de Quevedo .....	54
<b>Tabla 30.</b> Condiciones Atmosféricas CRTV Pallatanga .....	55
<b>Tabla 31.</b> Temperaturas medias y precipitaciones de Pallatanga .....	56
<b>Tabla 32.</b> Condiciones Atmosféricas de Guamote .....	57
<b>Tabla 33.</b> Temperaturas medias y precipitaciones de Guamote .....	58
<b>Tabla 34.</b> Cronograma de mantenimientos 2024.....	64
<b>Tabla 35.</b> Cronograma de 2 mantenimientos anuales 2024.....	65
<b>Tabla 36.</b> Cronograma de 3 mantenimientos anuales 2024.....	66
<b>Tabla 37.</b> Evaluación Alineador al paso.....	67
<b>Tabla 38.</b> Evaluación Banco de Suspensión.....	67
<b>Tabla 39.</b> Evaluación Frenometro .....	68
<b>Tabla 40.</b> Evaluación Analizador de Gases .....	68
<b>Tabla 41.</b> Evaluación Opacímetro .....	69
<b>Tabla 42.</b> Evaluación Detector de Holguras.....	69
<b>Tabla 43.</b> Características Ciudades Costa .....	70

<b>Tabla 44.</b> Características Ciudades Sierra .....	71
<b>Tabla 45.</b> Formato Alineador al paso .....	74
<b>Tabla 46.</b> Formato Banco de suspensión .....	75
<b>Tabla 47.</b> Formato Frenometro.....	76
<b>Tabla 48.</b> Formato Armario electrónico .....	77
<b>Tabla 49.</b> Formato Tótem Frenometro .....	78
<b>Tabla 50.</b> Formato Tótem Emisiones .....	79
<b>Tabla 51.</b> Formato Analizador de gases .....	80
<b>Tabla 52.</b> Formato Opacímetro .....	81
<b>Tabla 53.</b> Formato Detector de Holguras .....	82
<b>Tabla 54.</b> Formato Luxómetro.....	83
<b>Tabla 55.</b> Formato Sonómetro.....	84
<b>Tabla 56.</b> Formato Control de mantenimiento .....	85
<b>Tabla 57.</b> Costos para cada tipo de línea de RTV .....	85
<b>Tabla 58.</b> Costos para cada GAD del mantenimiento .....	86
<b>Tabla 59.</b> Comparación costo entre los 2 mantenimientos.....	87
<b>Tabla 60.</b> Comparación tiempo de inactividad.....	88

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Planificación del mantenimiento. ....	6
<b>Figura 2.</b> Diagrama de procesos de equipos LRTV. ....	13
<b>Figura 3.</b> CAP9010-SIS .....	13
<b>Figura 4.</b> CAP9020-SUS .....	14
<b>Figura 5.</b> CAP9010-BRA .....	14
<b>Figura 6.</b> CAP3600EX-GM .....	15
<b>Figura 7.</b> CAP3600EX-GOM .....	15
<b>Figura 8.</b> PRO04336 .....	16
<b>Figura 9.</b> CAP2600EX-W .....	16
<b>Figura 10.</b> CAP9201-LEH .....	17
<b>Figura 11.</b> Compresor Porten .....	17
<b>Figura 12.</b> Profundímetro .....	18
<b>Figura 13.</b> Pluviometría media anual en el Ecuador. ....	21
<b>Figura 14.</b> Alineador al paso. ....	23
<b>Figura 15.</b> Banco de suspensión. ....	24
<b>Figura 16.</b> Armario electrónico. ....	25
<b>Figura 17.</b> Banco de frenado. ....	27
<b>Figura 18.</b> Analizador de gases. ....	28
<b>Figura 19.</b> Opacímetro. ....	30
<b>Figura 20.</b> Sonómetro. ....	31
<b>Figura 21.</b> Detector de Holguras. ....	33
<b>Figura 22.</b> Luxómetro. ....	35
<b>Figura 23.</b> Mapa con relieve del CRTV de Guano .....	42
<b>Figura 24.</b> Temperatura y precipitación en Guano .....	43
<b>Figura 25.</b> Mapa con relieve del CRTV de 24 de mayo .....	44
<b>Figura 26.</b> Temperatura y precipitación en 24 de mayo .....	45
<b>Figura 27.</b> Mapa con relieve del CRTV de Alausí .....	46
<b>Figura 28.</b> Temperatura y precipitación en Alausí .....	47
<b>Figura 29.</b> Mapa con relieve del CRTV de Bucay .....	48
<b>Figura 30.</b> Temperatura y precipitación en Bucay .....	49
<b>Figura 31.</b> Mapa con relieve del CRTV de Penipe .....	50
<b>Figura 32.</b> Temperatura y precipitación en Penipe .....	51
<b>Figura 33.</b> Mapa con relieve del CRTV de Valencia .....	52
<b>Figura 34.</b> Temperatura y precipitación en Valencia .....	53
<b>Figura 35.</b> Mapa con relieve del CRTV de Quevedo .....	54
<b>Figura 36.</b> Temperatura y precipitación en Quevedo .....	55
<b>Figura 37.</b> Mapa con relieve del CRTV de Pallatanga .....	56
<b>Figura 38.</b> Temperatura y precipitación en Pallatanga .....	57
<b>Figura 39.</b> Mapa con relieve del CRTV de Guamote .....	58
<b>Figura 40.</b> Temperatura y precipitación en Guamote .....	59
<b>Figura 41.</b> Flujograma procesos de mantenimiento .....	73
<b>Figura 42.</b> Flujograma proceso de mantenimiento correctivo .....	73

## LISTA DE ANEXOS

ANEXOS.....	<b>95</b>
Anexo 1. Línea de Revisión Técnica Vehicular.....	95
Anexo 2. Toma de datos de los CRTV de las 9 ciudades .....	96
Anexo 3. Mantenimiento de cada equipo de la LRTV.....	99
Anexo 3.1. Alineador al paso .....	99
Anexo 3.2. Banco de suspensión.....	101
Anexo 3.6. Sonómetro.....	105
Anexo 3.7. Luxómetro .....	106
Anexo 3.9. Armario Electrónico .....	108
Anexo 4. Tabla de repuestos .....	109
Anexo 4. Tabla de repuestos, (Continuación).....	110

## RESUMEN

En Quito inició el servicio de revisión técnica vehicular en 2003, por esta razón varias ciudades y GADS se han visto necesitados por tener su propio CRTV. Este trabajo desarrolla un plan de mantenimiento preventivo para una línea de revisión técnica vehicular a diferentes condiciones atmosféricas en Ecuador para la empresa MC Diagnóstico Automotriz. También se detalla los fundamentos de mantenimiento, ventajas y desventajas del mismo, regulaciones del proceso y descripción de los equipos que son utilizados en las LRTV.

El tema de arranque es el estado actual de los equipos instalados, donde las condiciones atmosféricas se analizarán como puntos de acción para definir qué tipo de mantenimiento se debe hacer, cuántos mantenimientos al año, las plantillas de cada equipo dependiendo su ubicación geográfica. Todo esto permite conocer como mejora la imagen institucional, los aspectos económicos y técnicos de la empresa. Finalmente, el presente trabajo sirve como pionero en el campo del mantenimiento de LRTV ya que hasta el momento no se encuentra ninguna plantilla de cualquier equipo del mantenimiento, y esto siempre ha sido ejecutado de forma empírica y por medio de suposiciones. Generando que muchas más empresas se decidan por formatos de mantenimiento correctivo antes que preventivo.

**Palabras clave:** PMP (plan de mantenimiento preventivo), humedad, corrosión, temperatura, costa, sierra, LRTV (línea de revisión técnica vehicular).

## ABSTRACT

In Quito, the vehicle technical inspection service began in 2003, for this reason several cities and GADS have needed to have their own CRTV. This work develops a preventive maintenance plan for a vehicle technical inspection line at different atmospheric conditions in Ecuador for the company MC Diagnóstico Automotriz. This work details the fundamentals of maintenance, advantages and disadvantages, process regulations, description of the equipment that is used in the CRTV.

The starting topic is the current state of the installed equipment, where the atmospheric conditions will be analyzed as action points to define what type of maintenance should be done, how many maintenances per year, the templates of each equipment depending on its geographical location. All this allows to know how to improve the institutional image, the economic and technical aspects of the company. Finally, the present work serves as a pioneer in the field of LRTV maintenance, since so far there is no template of any maintenance equipment, and this has always been executed empirically and by means of assumptions. Generating that many more companies decide for corrective maintenance formats rather than preventive.

**Keywords:** PMP (preventive maintenance plan), humidity, corrosion, temperature, coast, highlands, LRTV (technical vehicle revision line)



## INTRODUCCIÓN

En una visita preliminar se pudo validar que las líneas de Revisión Técnica Vehicular (LRTV) no cuentan con un procedimiento de mantenimiento preventivo especializado. Por esta razón en el presente trabajo se considera las variaciones de las condiciones climáticas en el Ecuador. Debido a que las condiciones atmosféricas en Ecuador pueden variar significativamente de una región a otra y en diferentes épocas del año.

Se debe tomar en cuenta aspectos y características dependiendo en que ciudades estén funcionando los equipos de revisión técnica vehicular como:

**Temperatura del ambiente:** En ciudades donde están instalados los equipos de la empresa MC Diagnóstico Automotriz existen cambios de temperatura, por lo tanto, la precisión en la medición de los sensores de los equipos utilizados en las pruebas puede variar en su funcionamiento. La temperatura en la que se encuentran los diferentes CRTV varían entre 5°C-35°C, esto afecta al comportamiento de los metales, plásticos, cables por expansión y corrosión.

**Altura sobre nivel del mar:** Los equipos pueden presentar problemas por la presión atmosférica trayendo consigo varias consecuencias en los sensores de presión barométrica que tienen los equipos.

**Humedad relativa:** Ocasiona problemas en las superficies de los equipos como el moho, corrosión, humedad y deterioro esto se da principalmente por cuando la humedad relativa es más alta produciendo condensación en las superficies.

**Precipitación:** La cristalización de los superficies y componentes internos de los equipos se ven afectadas por las lluvias, acompañadas de sobrecargas, caídas de tensión, picos y apagones en la temporada invernal.

Este plan incluye planes de mantenimientos preventivos, inspecciones regulares, capacitación del personal.

### **Antecedentes**

Los servicios de RTV en Ecuador son relativamente nuevos respecto a Quito en el año 2003 lo implantó como primera ciudad, desde entonces es un requisito esencial para el proceso de matriculación vehicular. Cuenca es la segunda ciudad en adoptar la RTV, donde en esta el

proceso comenzó en el año 2008, la tercera ciudad fue Guayaquil en el 2012; y actualmente ya se tienen más de 50 CRTV a nivel nacional.

Quito entrega el servicio de RTV basado en la Ordenanza 213, donde se menciona que, como integrante del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental en base a su competencia se debe prevenir y controlar la contaminación ambiental [1].

En Guayaquil la agencia de tránsito municipal (ATM) es la institución cualificada de los procesos de revisión de los automotores, a su vez los propietarios deben matricular sus vehículos en los locales comerciales de la concesionaria privada SGS [2].

En Cuenca se encarga la EMOV y en las demás ciudades se tiene operadores privados o algunos GADS lo manejan a cuenta propia.

La empresa ecuatoriana MC Diagnóstico Automotriz con más de dos décadas de experiencia en equipamiento automotriz ha visto la necesidad de generar un plan y programa de mantenimiento preventivo (PMP) específico que considere y evalúe las variaciones en las condiciones atmosféricas en el Ecuador para las Líneas de Revisión Técnica Vehicular (LRTV).

MC Diagnóstico Automotriz cuenta con instalaciones de sus equipos en varias ciudades del Ecuador: Guano, Alausí, Guamote, Penipe, Bucay, Pallatanga, Valencia, Quevedo y 24 de mayo.

En estas 9 ciudades no hay un enfoque particular para el mantenimiento de las LRTV, teniendo en cuenta que las condiciones atmosféricas varían significativamente de una región a otra y en diferentes épocas del año. Esto genera problemas en la calibración, instalación y el correcto funcionamiento de las máquinas utilizadas.

## **Justificación**

Para implementar el estudio y desarrollo del PMP en Líneas mixtas de Revisión Técnica Vehicular (LRTV) se deben considerar razones importantes como seguridad vial, cumplimiento normativo, calidad de las pruebas, efectividad, ahorro de costos y mejora en la imagen institucional. Es importante contar con el PMP para cada equipo que componen las LRTV ya que en el país varias empresas que ofrecen los servicios de implementación y de operación de las CRTV no tienen documentos detallados. Por esta razón la empresa ecuatoriana MC Diagnóstico Automotriz quiere diferenciarse del resto teniendo el desarrollo y evaluación de

los equipos en un documento académico, optando así también por dar unión entre estudiante universitario y empresa del segmento automotriz. La importancia es tal que este proyecto de titulación sirve como respaldo técnico para que la empresa pueda llevar nuevos procesos de contratación como GADS, municipalidades o hasta el gobierno nacional.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo general**

Diseñar un plan de mantenimiento preventivo de una línea de revisión técnica vehicular (LRTV) a diferentes condiciones atmosféricas en el Ecuador para la empresa MC Diagnóstico Automotriz.

### **Objetivos específicos**

Definir la situación actual de los equipos utilizados por la empresa MC Diagnóstico Automotriz para las líneas de revisión técnica vehicular (LRTV).

Determinar las condiciones atmosféricas que afectan a los diferentes equipos de las líneas de revisión técnica vehicular (LRTV).

Elaborar formatos de mantenimiento preventivo acorde al lugar donde se encuentren ubicados los equipos de líneas de revisión técnica vehicular.

Evaluar las condiciones económicas de la empresa tras la implementación del plan de mantenimiento preventivo.

### **Alcance**

Este proyecto de titulación se destina al mantenimiento de las líneas mixtas de revisión técnica vehicular (LRTV) instaladas por MC Diagnóstico Automotriz en lugares geográficos del Ecuador; donde las condiciones atmosféricas como temperatura, humedad relativa y precipitación influyen en su funcionamiento. Lo importante es el enfoque en el diseño de un PMP que está acompañado del impacto económico como lo son los costos variables de mantenimiento y reparación tras la implantación del plan del proyecto.

## **CAPÍTULO I**

### **FUNDAMENTOS Y MARCO TEÓRICO**

La presente sección presenta los fundamentos de mantenimiento, de la misma manera métodos y técnicas utilizadas. Así como también se explica los fundamentos teóricos sobre la RTV (revisión técnica vehicular), los objetivos de la misma, las normativas y regulaciones existentes. Finalmente se concluye con la descripción de los equipos utilizados.

#### **1.1. Mantenimiento**

El mantenimiento es una serie de acciones y/o la intervención regular de equipos, máquinas y lugares de trabajo para garantizar la máxima eficacia y seguridad. Mejora los procesos de producción, recupera recursos, mantiene las instalaciones y equipos en buen estado, evita los tiempos de paro e incrementa la vida útil de los equipos. Al mismo tiempo, es importante que todas las personas implicadas en el mantenimiento puedan contribuir a la mejora de los procesos, equipos y que se pueda reducir las averías [3].

##### **1.1.1. Objetivos del Mantenimiento**

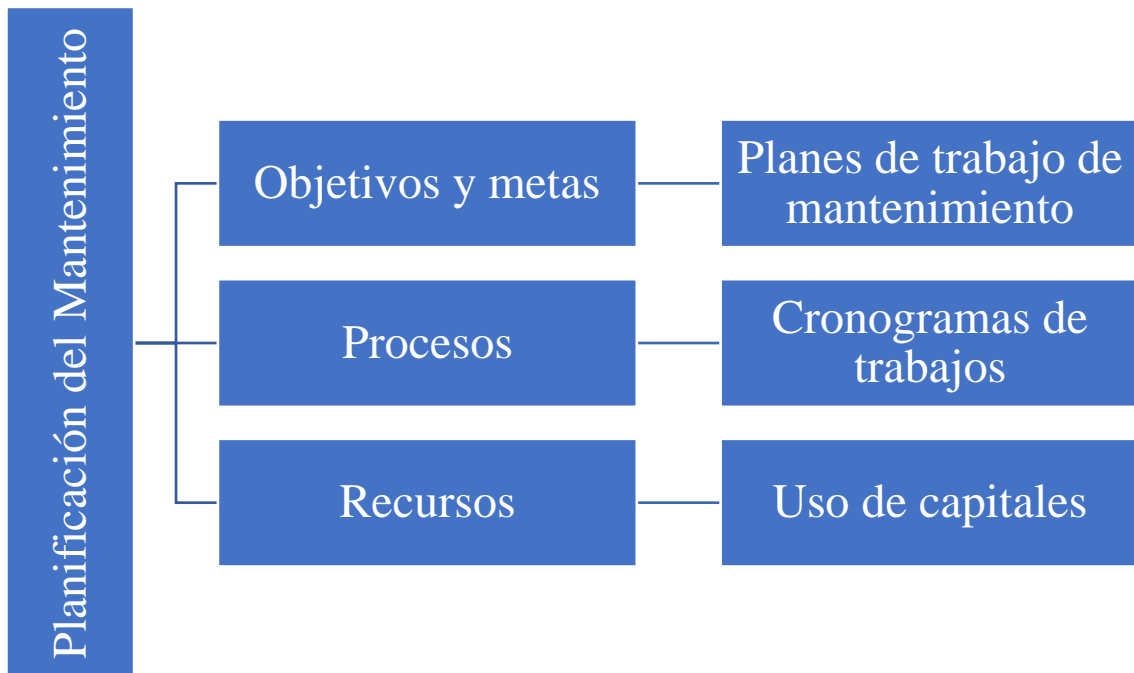
El mantenimiento tiene como objetivos esenciales y primordiales el cumplir con una serie de acciones necesarias como el mermar los paros no previstos de los equipos. La función de preservar en las máquinas su máxima eficiencia en producción, garantizar la seguridad industrial y verificar la calidad de los productos [4].

#### **1.2. Planificación del Mantenimiento**

Como los mantenimientos no se hacen de forma improvisada, hay que programar y registrar todas las actividades para mantener las instalaciones y los equipos con altos niveles de disponibilidad y confiabilidad. Al planificar un mantenimiento, existen varios estándares, donde el cómo, cuándo, dónde, que y quién es esencial para comenzar a realizarlos de manera organizada.

##### **1.2.1. Proceso de planificación**

Los pasos mostrados en la figura 1 se deben seguir en el mantenimiento: donde la búsqueda de establecer objetivos, recursos necesarios y cronogramas de trabajos de mantenimiento son fundamentales; a su vez también se debe de considerar el uso de capitales y recursos destinados.



**Figura 1.** Planificación del mantenimiento [4].

### **1.3. Clasificación general del Mantenimiento**

#### **1.3.1. Mantenimiento Correctivo**

Este tipo de mantenimiento es conocido por ser el más caro, pero a su vez es uno de los más utilizados. Consiste en arreglar o sustituir elementos después de que ocurra un fallo; generalmente este tipo de mantenimiento no está programado por lo que aumenta los costos iniciales de la empresa.

Las empresas y los gerentes encargados deben estar conscientes que esto puede suceder en equipos importantes y críticos, así que estos nunca se los debe de excluir de un plan general [5].

##### **1.3.1.1. Mantenimiento Correctivo No Planificado**

También llamado de emergencia o reactivo y este se lo hace después de que suceda una avería en el equipo, en algunos casos la falla ocurre en un equipo menos crítico así evita tener tiempos de para y reparaciones costosas [5].

### **1.3.1.2. Mantenimiento Correctivo Programado**

El mantenimiento, si es correctivo, se hace después de una falla, y es planificada a diferencia del anterior tipo de mantenimiento, ya que este soluciona el problema si no afecta directamente al completo funcionamiento del equipo [5].

### **1.3.2. Mantenimiento Preventivo**

Se centra en realizar actividades para detectar, reemplazar y reparar componentes antes de que ocurra cualquier falla [5].

El PMP sirve como la táctica de mantenimiento más apropiada para utilizarla. Permite mostrar los errores considerados críticos, tipo de mantenimiento que se debe realizar, descripción de tareas y frecuencia o intervalos entre las intervenciones [6].

#### **1.3.2.1. Mantenimiento Preventivo Basado en Tiempo (TBM)**

Este mantenimiento preventivo se apoya en función del tiempo de uso del activo o equipo donde se suelen dividir en grupos más críticos (A y B). Las intervenciones son periódicas y dictadas por el plan de mantenimiento; entre las acciones realizadas son: inspección visual, lubricación, limpieza del equipo, reemplazo de componentes y piezas [5].

#### **1.3.2.2. Mantenimiento Preventivo Basado en la Condición (MPC)**

Consiste en evaluar el estado real del activo, en este caso hay algunas preguntas que sirven como prueba, y estas son: ¿cómo es su funcionamiento?, ¿cumple con la funcionalidad esperada? Con la ayuda del mantenimiento predictivo se obtiene una recopilación de datos que permiten planificar y ejecutar acciones preventivas más precisas [5].

### **1.3.3. Mantenimiento Predictivo**

Se sustenta en las condiciones actuales del equipo y se puede realizar a diario y se llama monitoreo de rutina, con el fin del monitoreo se reduce fallas y desgaste de componentes gracias a los análisis de datos realizados a tiempo real. La herramienta más precisa para este mantenimiento es el software de monitoreo en línea donde los encargados reciben alertas y diagnósticos de forma inmediata [5].

### 1.3.4. Ventajas y desventajas de los tipos de mantenimiento

Las características presentes sobre los mantenimientos anteriormente mencionados se mencionan en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Ventajas y desventajas de los tipos de mantenimiento [7]

<b>Tipo</b>	<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
Correctivo	<ul style="list-style-type: none"><li>- Vida útil de los equipos se aprovecha totalmente.</li><li>- No requiere una planificación detallada.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- El reemplazo de piezas puede ser muy caro.</li><li>- No se garantiza cuanto tiempo tomará reparar las averías.</li></ul>
Preventivo	<ul style="list-style-type: none"><li>- Bajo costo de realización.</li><li>- Reducción de riesgo por fallas del activo.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- No se puede determinar el desgaste de los componentes.</li></ul>
Predictivo	<ul style="list-style-type: none"><li>- Reducción en los costes del mantenimiento.</li><li>- Aumenta gradualmente la seguridad de la maquinaria y de los operarios.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- La financiación inicial para el diagnóstico es muy alta.</li><li>- Requiere especialistas en análisis de datos.</li></ul>

### 1.4. Revisión Técnica Vehicular

Según el reglamento general de la Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial establece en el artículo 307: ‘‘La RTV es un procedimiento para que la ANT o los GADS, verifiquen las condiciones técnicas, de seguridad, contaminación ambiental, confort de los vehículos. [8].’’

Para poder conducir sin restricciones en Ecuador, es necesario que todos los vehículos pasen una Revisión Técnica Vehicular previa a la matriculación. [9].



La normativa también establece que la Revisión Técnica Vehicular debe basarse en principios que, en el menor tiempo posible, la atención sea satisfactoria. Para lograr esto, la ANT concede permisos de funcionamiento a escala nacional a los CRTV. De esta forma estarán autorizados a funcionar [8].

El INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización) entrega certificados de aprobación de modelos para 3 equipos: analizador de gases, opacímetro y sonómetro, confirmando que cumplan normativos nacionales e internacionales.

Estos centros pueden recibir o renovar sus permisos después de la verificación y auditoría ANT. Como resultado, únicamente no deben cumplir con una infraestructura equipada con el equipamiento necesario para brindar sus servicios, sino también con certificados de calibración de todos los equipos de diagnóstico automotriz utilizados en la RTV que verifica el funcionamiento correcto de los vehículos. Estos certificados de calibración son entregados por laboratorios calificados ISO 17025 para garantizar su correcta medición.

Después, los vehículos se inspeccionan de acuerdo con los requisitos del reglamento en varios puntos cruciales:

- La verificación e identidad de datos del propietario para asegurar la legalidad del vehículo
- Medición de gases de escape o de opacidad (vehículos gasolina y diésel) que no superen los estándares permitidos.
- Perfecto funcionamiento de todos los sistemas presentes en los vehículos.

Resultados después de la revisión técnica vehicular:

- Aceptado: Únicamente se concede cuando el vehículo cumple con los requisitos de circulación, lo que permite completar el proceso de matriculación.
- Condicional: Cuando existe un número mínimo de defectos que superan el límite de no aprobación.
- Rechazada: Cuando el vehículo representa un peligro para la seguridad y no tiene el permiso de circulación hasta que el vehículo sea reparado y aprueba los estándares mínimos [9].

### **1.4.1. Objetivos de la RTV**

La RTV tiene como objetivos:

- Certificar vehículos por buenas condiciones.
- Medir los gases y opacidad para no superar los umbrales.
- Comprobar que los vehículos no presenten defectos mecánicos.
- Aumentar las condiciones de seguridad en las carreteras.
- Minimizar la cantidad de emisiones contaminantes.
- Verificar la idoneidad de la circulación y eficiencia del vehículo.

### **1.4.2. Normativos y regulaciones aplicables en el Ecuador**

Según la SAE (Servicio de Acreditación Ecuatoriano) se deben cumplir con criterios específicos; basados en la Norma NTE INEN- ISO/IEC 17020:2013, para los organismos que realizan la inspección. [10].

Según el artículo 206 de la Ley de Tránsito, el servicio será prestado por CRTV dentro de un GAD. La inspección de vehículos en cualquier parte del Ecuador es suficiente para circular libremente en el país [11].

La resolución No. 025-ANT-DIR-2019 del Servicio Ecuatoriano de Normalización (INEN), mediante NTE INEN 2 349, establece y dicta que los procedimientos realizar la RTV obligatoria y el equipamiento con el que deben contar los CRTV [12].

El Artículo 4 de la mencionada resolución establece que: Todos los vehículos que circulen en el territorio ecuatoriano deberán ser sometidos al proceso de Revisión Técnica Vehicular cada año [12].

El Artículo 13 establece que: La ANT o su delegado podrá, en cualquier momento, verificar la legalidad de los certificados emitidos por el GAD, Mancomunidad u Operador de los CRTV, así como podrá verificar la operación integral de los equipos mecatrónicos [12].

El Artículo 19 resuelve que: Los CRTV autorizados deberán acreditarse como Organismo de Inspección, en basados en la norma NTE INEN ISO/IEC 17020, a través del Servicio de Acreditación Ecuatoriana (SAE), teniendo un plazo máximo de dos (2) años a partir de la autorización, caso contrario la ANT analizará la revocatoria sobre la autorización otorgada [12].

Después de funcionar los CRTV deberá renovarse permanentemente la autorización de operación, aquí entra el SAE, encargado de dar la acreditación necesaria.

La RTV se basa en la verificación de algunos aspectos importantes que debe cumplir el vehículo, como la propiedad del vehículo, la evaluación de todo componente crítico del vehículo, seguridad, y las revisiones de funcionamiento que se especifiquen. [10].

### **1.4.3. Descripción de los equipos y sistemas utilizados en la RTV**

Se verifican varios puntos en el CRTV y en todos estos puntos se encuentran diferentes equipos para realizar el trabajo, el orden de las etapas es:

#### Primera etapa:

La primera etapa de revisión de los GADS donde los equipos de la marca Capelec funciona es diferente que otros CRTVS, por ejemplo, en Quito la empresa encargada tiene otra secuencia de los equipos, provocando que tenga otro orden de como seguir el proceso. En la tabla 2 se detalla la configuración que MC Diagnóstico Automotriz se encarga de instalar en los 9 CRTVS que tienen.

**Tabla 2.** Primera estación de revisión de equipos Capelec

<b>Alineación</b>	<b>Suspensión</b>	<b>Frenos</b>
- Medición de la alineación del eje delantero.	- Evaluación de la eficiencia en la suspensión de cada rueda.	- Medición de la eficiencia de frenado total, en freno de servicio y estacionamiento.
	- Medición del desequilibrio de suspensión de cada eje.	- Medición del desequilibrio de frenado en cada eje.

#### Segunda etapa:

Aquí se valoran los parámetros de gases y de ruido. En la tabla 3 se mencionan los puntos de verificación.

**Tabla 3.** Segunda estación de revisión de equipos Capelec

<b>Gases</b>	<b>Opacidad</b>	<b>Ruido</b>
- Medición de emisión contaminantes: vehículos a gasolina: análisis de gases (HC, CO, CO <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> , λ).	- Medición de emisión contaminantes: vehículos a Diesel: opacidad.	- Medición de ruido de escape.

Tercera etapa:

Finalmente, aquí se revisan los parámetros de holguras, seguridad, luces y neumáticos. En la tabla 4 se precisa qué parámetros debe cumplir el circuito de LRTV.

**Tabla 4.** Tercera estación de revisión de equipos Capelec

<b>Holgura</b>	<b>Seguridad</b>	<b>Luces/Neumáticos</b>
- Inspección visual de desgastes, deformaciones o roturas. - Comprobación de fugas de aceite en la fosa.	- Verificación de seguridad del auto: puertas, capot / visibilidad parabrisas y retrovisores / cinturones de seguridad / tablero de instrumentos / verificación y existencia de placas / todas las luces del vehículo.	- Comprobación en la intensidad y alineación de luces. - Medida de profundidad de labrado en neumáticos.

El diagrama que se detalla en la figura 2 se lo debe de seguir en cada instalación de las LRTV con los equipos Capelec. Esto tiene su orden para evitar problemas en los montajes y lectura correcta de los datos proporcionados por los equipos.



**Figura 2.** Diagrama de procesos de equipos LRTV.

#### **1.4.4. Equipos utilizados.**

##### **1.4.4.1. Alineador al paso**

El alineador al paso (figura 3) comprueba la alineación de las ruedas delanteras de un vehículo y controla las posibles desviaciones de la trayectoria; la unidad de medias es m/km [13].



**Figura 3.** CAP9010-SIS [23]

##### **1.4.4.2. Banco de Suspensión**

El banco de suspensión (figura 4) sirve para comprobar o medir la suspensión de los vehículos, evaluando la eficiencia de las suspensiones delanteras y traseras de los vehículos; la unidad de medida es (%) [14].



**Figura 4.** CAP9020-SUS [23]

#### **1.4.4.3. Frenómetro**

El banco de frenado o frenómetro (figura 5) que realiza la labor de verificación fundamental y efectiva del freno del automotor, midiendo los ejes delantero y posterior, freno de mano y obteniendo la diferencia entre ruedas de un mismo eje. Obteniendo un valor de eficiencia de frenado total, la unidad de medidas es N, y % [15].



**Figura 5.** CAP9010-BRA [23]

#### **1.4.4.4. Analizador de gases**

El analizador de gases (figura 6) sirve para medir los diferentes gases expulsados por el escape del vehículo: monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), hidrocarburos (HC), oxígeno (O<sub>2</sub>) y calcula el factor lambda ( $\lambda$ )[16].

La unidad de medida son HC: partes por millón (ppm); CO: (%) y O<sub>2</sub>:(%)



**Figura 6.** CAP3600EX-GM [23]

#### **1.4.4.5. Opacímetro**

El opacímetro (figura 7) es un dispositivo que permite valorar la opacidad o transparencia de la emisión de humo en vehículos diésel. La unidad de medida es (%) [17].



**Figura 7.** CAP3600EX-GOM [23]

#### 1.4.4.6. Sonómetro

El sonómetro (figura 8) mide el nivel de ruido que se emite. La unidad con la que trabaja es el decibel (de) [18].



**Figura 8.** PRO04336 [23]

#### 1.4.4.7. Luxómetro

El luxómetro (figura 9) es un instrumento de medición lumínica donde se miden la iluminación de los faros delanteros de los vehículos y de ángulo de inclinación. Las unidades de medidas son (Lux y %) [19].



**Figura 9.** CAP2600EX-W [23]



#### 1.4.4.8. Detector de Holguras

El detector de holguras (figura 10) permite comprobar el estado del vehículo en condiciones de sometimiento de esfuerzos, ayudando a que visualmente se localice daños de chasis o elementos, al descansar las ruedas del vehículo sobre la respectiva placa móvil del detector [20].



Figura 10. CAP9201-LEH [23]

#### 1.4.4.9. Compresor

El compresor (figura 11) trabaja con la compresión de fluidos compresibles, en este caso aire. Sirve dentro de la LRTV para dar auxilio a vehículos con neumáticos bajos y limpieza de los equipos de la línea [21].



Figura 11. Compresor Porten

#### 1.4.4.10. Profundímetro de Neumáticos

El profundímetro de neumáticos (figura 12) mide la profundidad del labrado. Desde 0 hasta 25 mm, proporcionando información de los neumáticos si están en buen estado [22].



**Figura 12.** Profundímetro

### 1.5. Condiciones Atmosféricas

Ecuador está ubicado en Sudamérica, entre las latitudes 01° 30'N y 5° S., Las condiciones atmosféricas a lo largo de su territorio son muy variables debido al relieve donde existen diferentes tipos de climas: tropicales, subtropicales, temperados, sub temperados y de páramo [24].

El país consta con 4 regiones naturales: costa, sierra, oriente e insular.

- La región Costanera tiene una extensión costera de alrededor de 100 kilómetros de ancho. La cordillera costera y tiene una altura máxima de 800 m. La cordillera se inclina hacia el Este desde Puerto López en dirección a Guayaquil, al sur se distinguen zonas colinadas de 100 a 200 metros, cerros y planicies bajas ubicadas cerca del mar [24].
- La cordillera de los Andes o también llamada región Sierra, es una enorme barrera montañosa que presenta tres unidades de Norte a Sur: En el fondo se puede divisar dos cordilleras bien diferenciadas, de orientación meridiana y coronadas por impresionantes montañas entre 4.300 y 6.300 m [24].
- La región Amazónica consiste en la composición de selva y varios ríos que desembocan en la cuenca del río Amazonas, está dividida en dos secciones: la primera es la zona

subandina, que se encuentra paralela a los Andes y cuenta con una cordillera meridiana de aproximadamente 50 km de ancho que se extiende de polo a polo (N-S) [24].

- Las Islas Galápagos o región Insular están compuestas por treinta islas e islotes con diferentes dimensiones y alturas, el punto más elevado es la cima del Volcán Wolf [24].

En la tabla 5 se puede conocer diferentes aspectos climáticos de diferentes regiones del Ecuador:

**Tabla 5.** Datos climáticos en regiones del Ecuador [25].

<b>Región</b>	<b>T° Max. Dia (°C)</b>	<b>Horas de sol (h)</b>	<b>Días de lluvia</b>	<b>Precipitación (mm/año)</b>	<b>Humedad Relativa (%)</b>
Galápagos	28.5	2300	66	400	79
Costa	29.7	986	97	800	75
Sierra	21	1168	163	900	75
Oriente	23.5	1570	169	1900	78

### 1.5.1. Variables Ambientales

#### 1.5.1.1. Presión Atmosférica

En el sistema métrico el Hectopascal (HPa) equivale a una fuerza de 100 Newton por metro cuadrado de superficie, para poder tener medidas comparables en lugares distintos, hay que referirlas comúnmente el nivel del mar [26].

#### 1.5.1.2. Humedad Relativa

Representa un valor de vapor de agua que contiene el aire y la cantidad de vapor de agua que se necesitaría para saturarse a la misma temperatura.

Por medio de estas características se puede revelar que la humedad ambiente permite transmitir un grado de confort para las personas; siendo la capacidad de evaporar la transpiración, un importante regulador de temperatura del cuerpo humano [27].

### 1.5.2. Pluviometría media anual en el Ecuador

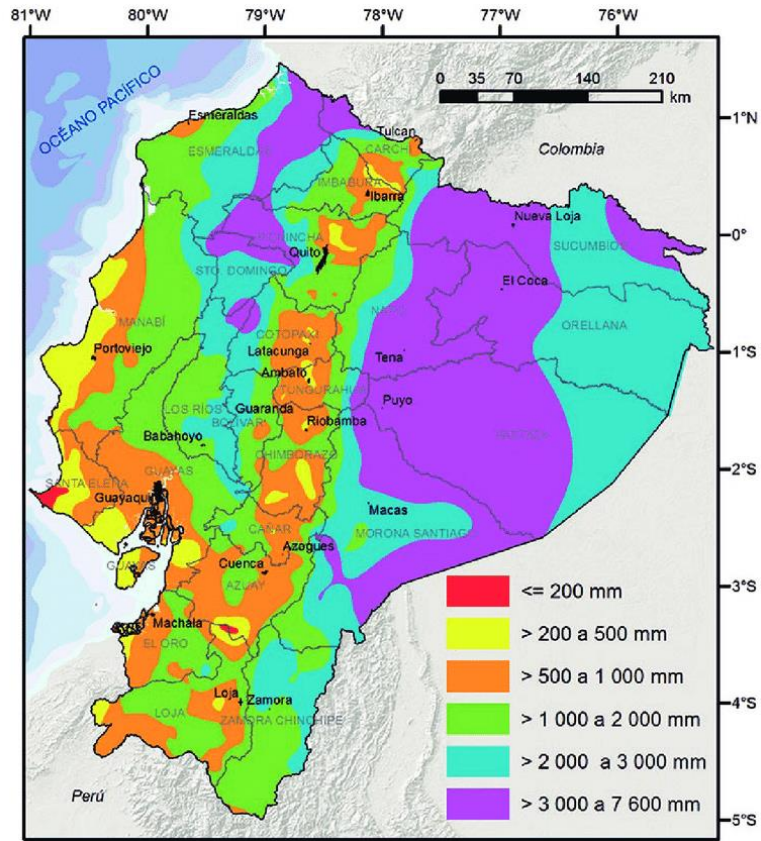
Los mapas pluviométricos se los utiliza para poder registrar los niveles de precipitaciones que se generan en una zona geográfica en un período determinado, generalmente durante un año [28].

Como se detalla en la figura 13 y tabla 6 es necesario revisar los niveles de precipitaciones en nueve ciudades en específico:

**Tabla 6.** Pluviometría media anual en el Ecuador [29].

<b>Ciudad</b>	<b>Valor [mm/año]</b>
Guano (Sierra)	1000 a 2000
24 de mayo (Costa)	2000 a 3000
Alausí (Sierra)	500 a 1000
Bucay (Costa)	1000 a 2000
Penipe (Sierra)	500 a 1000
Valencia (Costa)	1000 a 2000
Quevedo (Costa)	1000 a 2000
Pallatanga (Sierra)	1000 a 2000
Guamote (Sierra)	500 a 1000

En la figura 13 se observa el mapa pluviométrico del Ecuador del año 2022, donde siguiendo las escalas de color de cada rango de precipitación se conoce en las regiones del país con más propensas precipitaciones.



**Figura 13.** Pluviometría media anual en el Ecuador [29].

## CAPÍTULO II

### DIAGNÓSTICO DE EQUIPOS DE LA LÍNEA DE REVISIÓN (LRTV)

#### 2.1. Evaluación del estado actual de los equipos

##### 2.1.1. Alineador al paso

La tabla 7 detalla las características principales del alineador al paso de la marca Capelec.

**Tabla 7.** Alineador al paso CAP9010 [23].

<b>Detalle</b>	<b>Unidad</b>
Dimensiones	73 x 52 x 7 cm
Material	Acero galvanizado
Rango de medida	20/-20 m/km
Peso máximo por eje	4 toneladas
Voltaje	230/400V, 50 Hz

El alineador al paso está empotrado al suelo con pernos de anclaje y todos los cables de alimentación son llevados por debajo del suelo para finalizar en el armario eléctrico tal como se ve en la figura 14.

En el anexo 3.1 se muestra fotos de los procedimientos de mantenimiento preventivo y las actividades llevadas a cabo por el personal capacitado de la empresa.



**Figura 14.** Alineador al paso.

En el mantenimiento es necesario verificar ciertos elementos y componentes que se encuentran en los equipos, los componentes son:

- Esferas de acero y espaciadores: Comprobar que las esferas de acero estén en buen estado y sin desgaste. Estos componentes necesitan de grasa especial en este caso se opta por utilizar grasa para cadenas ya que esta repele el polvo de mejor manera y dura más los efectos de lubricación.
- Resortes: Comprobar que todos los resortes tengan la tensión y elongación correcta.
- Pernos de anclaje: Los pernos deben estar anclados al suelo con el torque adecuado y hay que verificar que los pernos no estén fracturados o con desgaste.
- Rieles y canales: Examinar los rieles y canales que funcionen adecuadamente y sigan el camino, es importante verificar que no haya desgaste en la parte interna de estos ya que, si hay, es necesario realizar obras complementarias, esto se lo hace limpiando la zona con óxido y corrosión y después aplicar pintura antioxidante.
- Sensor de desplazamiento: Verificar que el sensor de desplazamiento funcione correctamente y que la medición sea precisa.

### **2.1.2. Banco de Suspensión**

El banco de suspensión (tabla 8) comprueba la suspensión del amortiguador y de la rueda.

**Tabla 8.** Banco de suspensión CAP9020 [23].

<b>Detalle</b>	<b>Unidad</b>
Dimensiones	292 x 43 x 28 cm
Material	Acero galvanizado
Frecuencia excitación	0-25 Hz
Peso por eje	4 toneladas
Potencia de los motores	3 KW
Paso suspensiones	80-280 cm
Voltaje	230/400V, 50 Hz

El banco de suspensión está anclado y fijado al suelo con pernos de anclaje, es necesario retirar la tapa y los marcos de acero para poder tener acceso al interior del equipo que se detalla en la figura 15. En el anexo 3.2 se muestra fotos del procedimiento de mantenimiento.



**Figura 15.** Banco de suspensión.

Es necesario verificar ciertos elementos y componentes, de los cuales son:

- Motor eléctrico: El motor eléctrico debe estar bien sujeto y no producir ruidos inusuales.
- Bocines: Verificar que los bocines estén con sus pernos con un correcto ajuste.



- Leva: La leva como elemento mecánico debe estar sin holgura y sin daños en su estructura.
- Banda: Verificar el estado de la banda y si hay desgaste o daños reemplazar por una que tenga las mismas especificaciones.
- Eje: Comprobar que el eje esté en buen estado y sin deformaciones, la prueba para comprobarlo se realiza con el motor encendido que para que gire el eje y no se presenten vibraciones.
- Rodamientos y chumaceras: Verificar que los rodamientos y chumaceras estén en perfecto estado, sin ruidos ni holguras, buena hermeticidad. Como prevención se realiza el cambio de chumaceras cada 2 años de uso o tras el paso de 10000 vehículos al año.
- Resortes: Comprobar que los resortes mantengan la tensión adecuada y que no estén dañados.
- Comprobación de peso con carga: Realizar pruebas con carga para verificar que el banco de suspensión soporte y peso de manera exacta.

### 2.1.3. Armario Electrónico

En este armario se instala cada componente eléctrico para que funcionen las etapas de los equipos instalados en la figura 16 y en el anexo 3.9.



**Figura 16.** Armario electrónico.

Se tienen que revisar el armario electrónico algunos componentes para asegurarse que estos funcionen correctamente:

- Temporizadores, contactores y disyuntores: Verificar que estos componentes funcionen correctamente y que no exista cortocircuitos.
- Tarjetas electrónicas: Verificar el estado de las tarjetas electrónicas y buscar signos de daños, corrosión, ácido y cambio de color en la tarjeta.
- Barras de conexión: Las barras deben estar fijas al armario y no presentar oxido.
- Variadores de frecuencia: Limpiar con aire comprimido y comprobar la frecuencia de entrada que se está enviando al variador y la frecuencia de salida.

#### 2.1.4. Frenómetro

El banco de frenado o frenómetro cuenta con las siguientes especificaciones que se detalla en la tabla 9 y figura 17.

**Tabla 9.** Banco de frenado CAP9110 [23].

<b>Detalle</b>	<b>Unidad</b>
Dimensiones	135 x 80 x 57 cm
Material	Acero galvanizado
Máximo peso eje	20 toneladas
Potencia de los motores	11 KW
Velocidad prueba	2.5 km/h
Rango de medición	0 - 40 000 daN
Paso del freno	80-280 cm
Rodillos	Rodillo de aluminio y recubrimiento epoxi de alta adhesión
Voltaje	400V, 50/60 Hz

En la figura 17 se observa el frenómetro y en el anexo 3.3 se muestran fotos del mantenimiento.



**Figura 17.** Banco de frenado.

En la evaluación del estado del banco de frenado es necesario comprobar de diferentes elementos que están presentes en el equipo:

- Freno magnético: Verificar que el freno magnético funcione sin problemas y que aplique la resistencia al frenado adecuada.
- Rodillos: Comprobar que los rodillos estén en buen estado, que no haya perdido la adherencia.
- Motorreductor: Revisar el nivel de aceite y cambiarlo según las recomendaciones del fabricante que son cada 2 años.
- Motor eléctrico: Verificar que el motor funcione correctamente y no exista ruidos inusuales, revisión de escobillas y carbones del mismo.
- Amortiguador de la barra de presencia: Comprobar que el amortiguador de gas esté en buen estado y puede regresar a su posición de inicio sin dificultad.
- Cadena para piñones y brazo de torsión: Verificar que la cadena y el brazo de torsión estén en buen estado y sin desgaste. Si no es así se debe lavar la cadena y lubricarla.
- Sensores de peso calibrados: Realizar una calibración de los sensores de peso para constatar que las mediciones sean exactas esto se lo hace con una pesa certificada.

- Barra de ajuste de fuerza de frenado: Confirmar los valores referenciales de medición.
- Base de sujeción de las chumaceras: Limpiar la base de sujeción de toda suciedad presente, verificar que esté libre de obstrucciones y que las chumaceras estén bien ajustadas y lubricadas.

### 2.1.5. Analizador de gases

El equipo tiene la opción de estación combinada, significa que los dos equipos tienen la interfaz en la misma PC, a continuación, se detallan las especificaciones de los dos equipos en la figura 18-19 y tabla 10-11.



**Figura 18.** Analizador de gases.

En la tabla 10 se detalla todas las propiedades. En el anexo 3.4 se muestran las fotos del procedimiento que se realiza en este equipo.

**Tabla 10.** Analizador de gases CAP3600 GO [23].

<b>Detalle</b>	<b>Unidad</b>
Modo dual	Diagnóstico - RTV
Medida de las concentraciones	Hidrocarburo (HC), Monóxido de carbono (CO), Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ), Oxígeno (O <sub>2</sub> )
Tiempo de calentamiento	Inferior a 9 minutos a 0 °C (1 min mínimo)
Temperatura de funcionamiento	-10 a 55 °C
Tiempo de respuesta	< 5 segundos
Presión atmosférica	750 mbar a 1150 mbar
Coeficiente Lambda	0 a 9.99

El estado del analizador de gases depende del cuidado de los operarios, como dato es importante decir que los autos que ingresen al centro de revisión vehicular deben estar prendidos por lo menos 20 minutos ya que un carro recién prendido expulsa agua en forma de vapor y esto al entrar por las mangueras del analizador de gases dañan los sensores de oxígenos y cámara infrarroja. Las actividades a realizar en el mantenimiento son:

- Gas patrón: Verificación de valores con un gas patrón para verificar que el analizador de gases esté midiendo con precisión.
- Manguera y sonda: Verificar que las mangueras y sondas estén en buen estado y sin obstrucciones.
- Filtros: Verificar de manera visual y en caso de que sea necesario reemplazar el filtro de agua, la trampa de agua, el filtro de carbón, los filtros de polvo y el sensor de oxígeno según las recomendaciones del fabricante.
- Bomba de succión: Comprobación manual de succión este se realiza tapando la entrada de la bomba para sentir si absorbe con fuerza (11 inHg) y al momento de expulsar (10-15 psi).
- Tótem: Verificar correcta comunicación con el tótem de visualización.

### 2.1.6. Opacómetro

En la figura 19 se observa el opacómetro. En el anexo 3.5 se muestran fotos del procedimiento de mantenimiento.



**Figura 19.** Opacómetro.

En la tabla 11 se detalla todas las propiedades del opacómetro.

**Tabla 11.** Opacómetro CAP3600 GO [23].

<b>Detalle</b>	<b>Unidad</b>
Modo dual	Diagnóstico - RTV
Calibración	Cero automáticos
Medición	Opacidad de los gases de escape
Conectividad	Inalámbrica (bluetooth)
Alimentación	220 V

El equipo se conecta a la estación combinada mencionada anteriormente, el opacómetro depende del cuidado de los operarios. Es necesario saber que el opacómetro debe ser utilizado solo por autos con motores Diesel: Las actividades a realizar en el mantenimiento son:

- Manguera y sonda: Verificar que las mangueras y sondas estén en buen estado y sin obstrucciones.
- Lentes de lectura: Los lentes no deben estar rayados ya que estos permiten medir la opacidad dentro de la cámara.
- Ventilador: Verificar que el ventilador este succionando y haciendo circular el humo del interior de la cámara para su posterior expulsión.
- Tótem: Verificar correcta comunicación con el tótem.

### 2.1.7. Sonómetro

El estado del sonómetro depende del cuidado que le den los operarios en los distintos centros de revisión, por lo general este instrumento se encuentra en buen estado en todos los centros de revisión, se detalla en la figura 20 un ejemplo. Y en el anexo 3.6 muestran fotos del equipo.



**Figura 20.** Sonómetro.

El sonómetro permite conocer en tiempo real las emisiones sonoras de los vehículos, las especificaciones están detalladas en la tabla 12:

**Tabla 12.** Sonómetro PRO04336 [23].

<b>Detalle</b>	<b>Unidad</b>
Dimensiones	292 x 85 x 25 cm
Tipo	Micrófono de condensador
Polarización	200 V
Capacidad nominal	20 puf
Sensibilidad nominal	43.5 V/PA
Gama	24 a 137 dB (Pedios A.)
Resolución	0.1 dB

Para el mantenimiento del sonómetro se realiza una limpieza del protector del micrófono, limpieza de la carcasa y verificación del cable de datos.

- Ajuste de Hz y decibeles: Realizar ajuste de estos valores permita que la medida sonora sea con precisión.
- Limpieza: Limpieza del cuerpo del equipo y esponja protectora.

### **2.1.8. Detector de Holguras**

El detector de holguras pretende reproducir las fuerzas ejercidas en la carretera donde se verifica el movimiento de la dirección, articulación, accesorios, fugas de aceite, espirales y árbol de transmisión, se detalla en la figura 21 y tabla 13.

En el anexo 3.8 se muestran fotografías del proceso de mantenimiento que se lo realiza en este equipo.





**Figura 21.** Detector de Holguras.

Todas las propiedades del detector de holguras están en la tabla 13.

**Tabla 13.** Detector de Holguras CAP9210 PEH [23].

Detalle	Unidad
Dimensiones de la placa	800 x 690 mm
Dimensiones del chasis	212 x 550 x 600 mm
Carga máxima por rueda	10 toneladas
Presión máxima	150 bar
Fuerza por placa	30 KN
Movimientos	Longitudinal / Transversal / Diagonal
Carrera del cilindro	100 mm
Velocidad del movimiento	70 mm/segundo
Mando a distancia	Inalámbrica con lámpara LED
Motor	4 KW, 3 fases + N + Tierra 400 V/50 Hz
Revestimiento	Acero galvanizado en caliente – Chapa reforzada
Operación	Electrohidráulico

En el estado de revisión del detector de holguras y como el proceso de mantenimiento se realiza las siguientes acciones:

- Ejes, pistones, cilindros, pasadores: Limpiar los elementos y verificar que no exista obstrucciones o suciedad que puedan afectar el funcionamiento.
- Fugas de aceite: Comprobar si hay fugas de aceite en la bomba hidráulica, cilindro, pistón, mangueras y acoples roscados y reparar cualquier fuga si es necesario.
- Bomba hidráulica: Comprobar que las mangueras que mueven los pistones tengan el suficiente liquido hidráulico para su correcto funcionamiento.
- Aceite: Verificación visual del tono y consistencia del aceite en el reservorio, en caso de encontrar sucio reemplazarlo, como observación esto se lo realiza cada 2 años.
- Chasis: Verificar que el chasis no presente signos de corrosión y si es así se debe de tratar con pintura antioxidante.
- Pernos de anclaje: Verificar que los pernos de anclaje estén correctamente fijados al suelo.
- Control remoto alámbrico: Verificar que el teclado del control esté en buen estado haciendo funcionar correctamente al equipo.

### **2.1.9. Luxómetro**

El luxómetro o también regloscopio electrónico, figura 22 tiene la función de comprobar las luces largas, luces de cruce, faros antiniebla, los detalles se ven en la tabla 14. En el anexo 3.7 se muestran fotos del equipo.



**Figura 22.** Luxómetro.

En la tabla 14 se detalla todas las características del luxómetro.

**Tabla 14.** Luxómetro CAP2600EX-W [23].

<b>Detalle</b>	<b>Unidad</b>
Peso	25 kg
Dimensiones	590 x 670 x 1850 mm
Batería	Larga autonomía / recarga rápida
Medidas	Medición de corte / Intensidad de la luz
Comunicación	Wifi / Bluetooth
Medición de corte (rango de medición)	De +2 a -4%
Medición de corte (precisión)	+/- 0.2%
Medición de la intensidad de la luz (Rango de medición)	0 a 125 kJ
Medición de la intensidad de la luz (Precisión)	10%

El mantenimiento consta de tres procesos principales:

- Ajuste de software: Verificar el software del luxómetro para garantizar mediciones precisas y actualizarlo a la más reciente versión.
- Verificación del lente Fresnel: Ratificar que el lente Fresnel del luxómetro esté en buen estado y no presente rayones que puedan afectar las mediciones.
- Pantalla táctil: Reemplazar la mica que cubre la pantalla para su correcto funcionamiento.

## 2.2. Identificación de posibles fallas o problemas comunes en estos equipos

Con las identificaciones de problemas se puede conocer con mayor precisión cómo las condiciones atmosféricas afectan a los equipos de alguna forma. Estos son problemas que se los conoce por la experiencia que se tenga con respecto a los mantenimientos, pero también hay factores que se explican más detalladamente.

### 2.2.1. Desgaste de piezas mecánicas

Los componentes mecánicos de los equipos experimentan desgaste con el tiempo, lo que genera mediciones inexactas o mal funcionamiento. En la tabla 15 se detalla los problemas comunes en las dos regiones que son Costa y Sierra:

**Tabla 15.** Desgaste de piezas mecánicas

<b>Región Costa</b>	<b>Región Sierra</b>
Oxidación en ruedas de medición, rodillos en bancos de frenado y suspensión	Exceso de polvo en sensores magnéticos
Deficiente lubricación en las partes móviles	Deficiente lubricación en las partes móviles
Exceso de humedad en el sensor de oxígeno en la trampa de agua	Taponamiento en la sonda del analizador de gases

### 2.2.2. Ajuste incorrecto

El ajuste incorrecto de los equipos puede afectar el funcionamiento de los sistemas electromecánicos, además es necesario verificar todo con vehículos para que estos hagan la prueba completa a lo largo de toda la línea.

### **2.2.3. Problemas eléctricos o electrónicos**

Los problemas eléctricos pueden presentarse en todo el centro de revisión por lo tanto se debe verificar que los sensores, cables y sistemas de control, no presenten problemas eléctricos, como cortocircuitos, malas conexiones o fallos en los circuitos. Las interrupciones de energía y problemas en el suministro eléctrico provocan daños en los equipos.

### **2.2.4. Problemas en sensores y transductores**

La precisión de las mediciones por lo general es gracias a los sensores y transductores utilizados en los equipos, pueden dañarse, romperse, obstruirse, taparse provocando medidas erróneas.

### **2.2.5. Corrosión**

La corrosión en entornos costeros, la exposición constante a la humedad puede causar corrosión en las partes metálicas de los equipos, lo que reduce su vida útil y eficacia.

### **2.2.6. Obstrucciones y contaminantes**

La acumulación de suciedad, polvo u otros contaminantes en los componentes ópticos o sensores de los equipos, como los opacímetros o luxómetros, puede interferir con las mediciones.

### **2.2.7. Problemas de software**

Es necesario actualizar constantemente el software de los equipos de medición, esto se lo hace cada 6 meses y viene dado desde fábrica a través de captura de equipo online o localmente con USB.

### **2.2.8. Desgaste de piezas de desgaste rápido**

Algunos equipos tienen piezas que están diseñadas para desgastarse con el tiempo, como las mordazas de sujeción en alineadores. Si no se reemplazan a tiempo, pueden afectar la precisión de las mediciones.

### **2.2.9. Daños físicos**

Los golpes, caídas, rayones y manipulación brusca pueden causar daños físicos a los equipos, donde las mediciones se ven afectadas.

### **2.2.10. Falta de mantenimiento preventivo**

Se pueden generar problemas no detectados que empeoran con el tiempo, teniendo problemas a sectores como máquinas, operarios, jefes de CRTV, empresa involucrada; factores que de no manejarse llegarían a problemas legales.

## **2.3. Análisis de la influencia de las propiedades climáticas ecuatorianas en el rendimiento de los equipos**

Factores como: humedad, temperatura, altitud y otros elementos climáticos pueden influir en la precisión y la confiabilidad de estos equipos en las diferentes regiones de Ecuador, como la costa y la sierra.

### **2.3.1. Temperatura**

- Costa: En la costa ecuatoriana, las altas temperaturas pueden afectar negativamente a los componentes electrónicos de los equipos, como sensores y sistemas de control. La corrosión en las partes metálicas es un problema muy frecuente que se da por el exceso de humedad que existe en esta región. De igual forma la exposición directa al sol y viento.
- Sierra: En la sierra, las temperaturas más bajas pueden influir en la viscosidad de los lubricantes y afectar la operación de componentes mecánicos, como rodamientos y articulaciones, la exposición directa al sol, viento y polvo.

### **2.3.2. Humedad Relativa**

- Costa: Debido a su cercanía al mar, las zonas costeras presentan una mayor humedad y salinidad, con un alto índice de humedad puede presentarse oxidación y corrosión de los puntos de soldadura de las estructuras y de los componentes metálicos de los equipos. Otro factor importante es la aparición de moho, hongos y malos olores.
- Sierra: En esta región este no es un problema crítico, pero siempre hay que saber que, si se puede presentar, es necesario verificar que los valores no bajen del 30% y suban del 70% manteniendo ambientes normales ni muy húmedos ni muy secos.

### **2.3.3. Altitud**

- Costa: Las regiones costeras no presentan problemas significativos de altitud. Los equipos funcionarán en condiciones normales de presión atmosférica. Las ciudades de la costa donde los equipos Capelec de la empresa MC Diagnóstico Automotriz son: 24 de mayo, Bucay, Valencia, Quevedo.
- Sierra: En la sierra ecuatoriana, la altitud es considerablemente mayor. Esto puede afectar la combustión de vehículos, por lo tanto, la medición de emisiones de gases. Ciudades de la sierra con equipos Capelec de la empresa MC Diagnóstico Automotriz son: Guano, Penipe, Alausí, Guamote y Pallatanga.

### **2.3.4. Exposición a la intemperie**

- Costa: La exposición constante a la brisa marina y la salinidad en la costa puede acelerar la corrosión de componentes metálicos en los equipos, como tornillería y estructuras.
- Sierra: En la sierra, los equipos pueden estar expuestos a condiciones climáticas más variables, como lluvias y neblina. Esto puede aumentar el riesgo de oxidación y desgaste.

### **2.3.5. Mantenimiento requerido**

- Costa: Los equipos en la costa pueden necesitar una atención especial en términos de protección contra la corrosión y mantenimiento regular de componentes electrónicos.
- Sierra: En la sierra, el énfasis está en el mantenimiento de componentes mecánicos, como lubricación y ajuste de sistemas.

### **2.3.6. Calibración**

- Costa: Tener en cuenta las condiciones atmosféricas presentes como la humedad, la presión, la altura, la corrosión, la sal, estos factores generan que los equipos puedan trabajar de una forma diferente y con valores erróneos. La importancia de la calibración semestral garantiza su correcto funcionamiento.
- Sierra: La calibración de los equipos puede requerir de ajustes específicos para compensar las diferencias en la densidad del aire a altitudes más elevadas. El problema específico es la altitud, pero a su vez se suma la humedad, los cambios bruscos de

temperatura. Los laboratorios de calibración ejercen un trabajo que garantiza la exactitud de mediciones.



## CAPÍTULO III

### CONDICIONES ATMOSFÉRICAS EN LOS CENTROS DE REVISION (CRTV)

En este capítulo se detallan las condiciones geográficas y atmosféricas de las nueve ciudades donde están instalados los equipos de la empresa MC Diagnóstico Automotriz y de cómo los equipos trabajan bajo las condiciones previstas.

#### 3.1. Ciudades del Ecuador donde están trabajando los equipos de la empresa MC Diagnóstico Automotriz

##### 3.1.1 GAD de Guano

Guano – Chimborazo

Guano es la primera ciudad donde la empresa MC Diagnóstico Automotriz instaló los equipos el 13 de febrero de 2019 y el comienzo de la operación fue el 20 de febrero de 2019. En la tabla 16 se detalla las condiciones atmosféricas de Guano.

**Tabla 16.** Condiciones Atmosféricas CRTV Guano [30].

<b>Detalle</b>	<b>Valor</b>
Altitud del CRTV	2673 msnm
Presión Atmosférica	738 hPa
Humedad relativa	77 %
T° mínima promedio	7 °C
T° máxima promedio	21 °C

El mapa con relieve del CRTV de Guano (figura 23), sirve para mostrar de forma gráfica las condiciones del relieve, la altitud del CRTV fue tomada con una estación meteorológica portátil que cuenta con sensor barométrico.



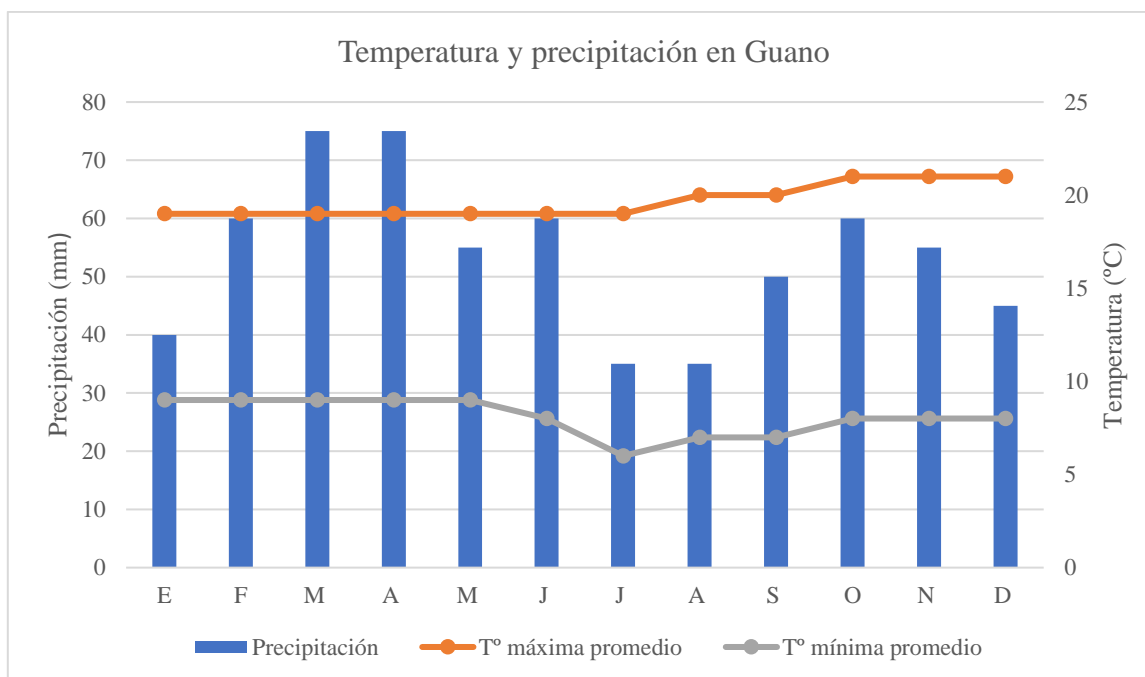
**Figura 23.** Mapa con relieve del CRTV de Guano [31].

Es necesario conocer con que temperaturas los equipos van a trabajar durante todo el año, con la tabla 17 se detalla valores como temperaturas media y nivel de precipitación anual.

**Tabla 17.** Temperaturas medias y precipitaciones de Guano [32].

Mes	T° máxima promedio [°C]	T° mínima promedio [°C]	Precipitación [mm]
E	19	9	40
F	19	9	60
M	19	9	75
A	19	9	75
M	19	9	55
J	19	8	60
J	19	6	35
A	20	7	35
S	20	7	50
O	21	8	60
N	21	8	55
D	21	8	45

En la figura 24 se observa de mejor manera el cambio de temperatura que va variando todo el año y el nivel de precipitaciones que la ciudad tiene.



**Figura 24.** Temperatura y precipitación en Guano [31].

### 3.1.2. GAD de 24 de mayo

24 de mayo – Manabí

La segunda línea de revisión técnica vehicular instalada por MC Diagnóstico Automotriz es 24 de mayo, la instalación de los equipos fue el 22 de octubre de 2019 y el inicio de actividad fue el 22 de marzo de 2022. Se describe los valores atmosféricos necesarios (tabla 18) para comprender como los equipos funcionan en este CRTV.

**Tabla 18.** Condiciones Atmosféricas CRTV 24 de mayo [30].

Detalle	Valor
Altitud del CRTV	235 msnm
Presión Atmosférica	984 hPa
Humedad relativa	74 %
T° mínima promedio	17 °C
T° máxima promedio	27 °C

En la figura 25, el mapa con el relieve del CRTV de 24 de mayo.



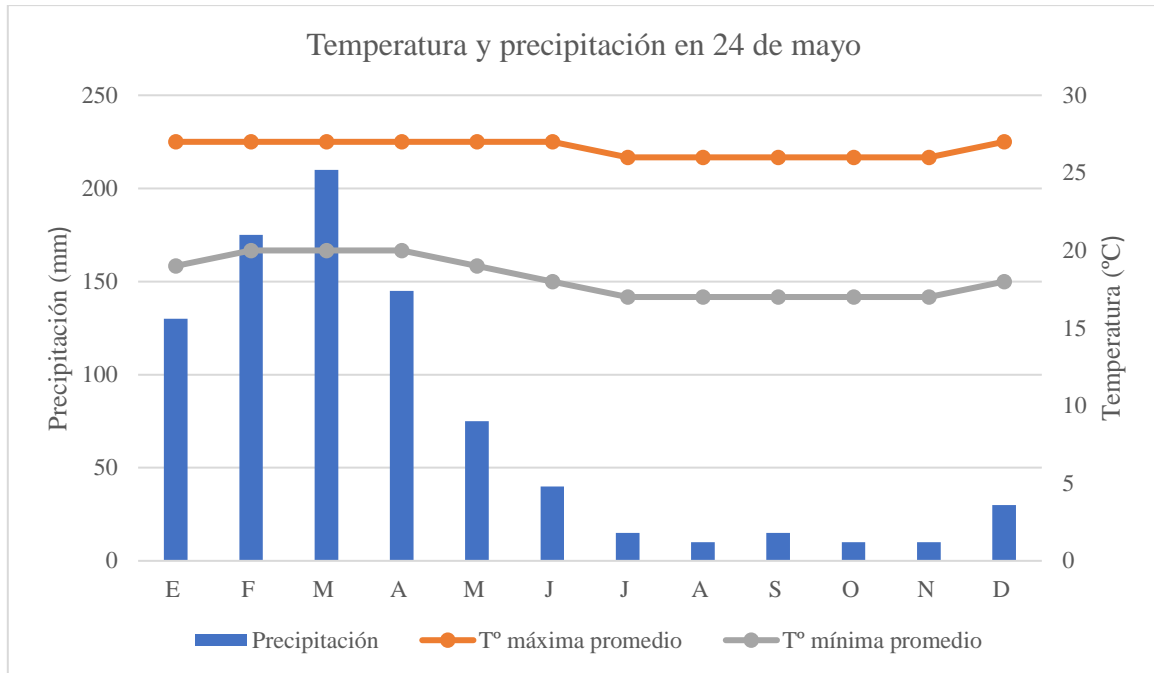
**Figura 25.** Mapa con relieve del CRTV de 24 de mayo [31].

De forma más específica en la tabla 19 se detallan las temperaturas registradas durante todo el año y el nivel de precipitación.

**Tabla 19.** Temperaturas medias y precipitaciones de 24 de mayo [32].

Mes	T° máxima promedio [°C]	T° mínima promedio [°C]	Precipitación [mm]
E	27	19	130
F	27	20	175
M	27	20	210
A	27	20	145
M	27	19	75
J	27	18	40
J	26	17	15
A	26	17	10
S	26	17	15
O	26	17	10
N	26	17	10
D	27	18	30

Se puntualiza una gráfica (figura 26) con los valores obtenidos y se puede ver como existe un gran cambio del nivel de precipitación de mayo a diciembre.



**Figura 26.** Temperatura y precipitación en 24 de mayo [31].

### 3.1.3. GAD de Alausí

Alausí – Chimborazo

La instalación de la tercera línea proporcionada por MC Diagnóstico Automotriz fue el 19 de octubre de 2020 y el comienzo de actividad fue el 30 de octubre de 2020. En la tabla 20 se detalla las condiciones atmosféricas presentes en el CRTV.

**Tabla 20.** Condiciones Atmosféricas CRTV Alausí [30].

Detalle	Valor
Altitud del CRTV	2634 msnm
Presión Atmosférica	738 hPa
Humedad relativa	77 %
T° mínima promedio	7 °C
T° máxima promedio	20 °C

En la figura 27, gracias al mapa con relieve topográfico de la zona se verifica que los valores de la altitud concuerden con los registrados con la estación meteorológica portátil.



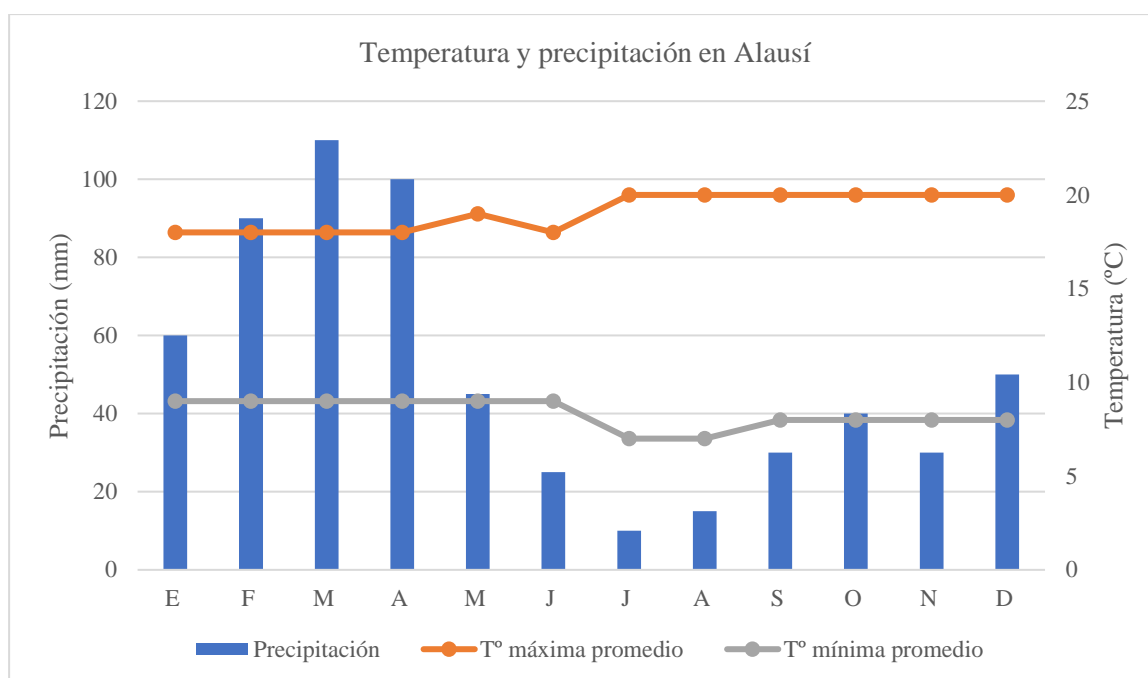
**Figura 27.** Mapa con relieve del CRTV de Alausí [31].

En la tabla 21 se registran las temperaturas medias y precipitación anual de la zona para considerar los cambios de temperatura de todo el año.

**Tabla 21.** Temperaturas medias y precipitaciones de Alausí [32].

Mes	T° máxima promedio [°C]	T° mínima promedio [°C]	Precipitación [mm]
E	18	9	60
F	18	9	90
M	18	9	110
A	18	9	100
M	19	9	45
J	18	9	25
J	20	7	10
A	20	7	15
S	20	8	30
O	20	8	40
N	20	8	30
D	20	8	50

Se expone la gráfica con todos los valores obtenidos (figura 28), teniendo así que la mayor parte del año hay temperaturas promedio por debajo de los 8°C.



**Figura 28.** Temperatura y precipitación en Alausí [31].

### 3.1.4. GAD de Bucay

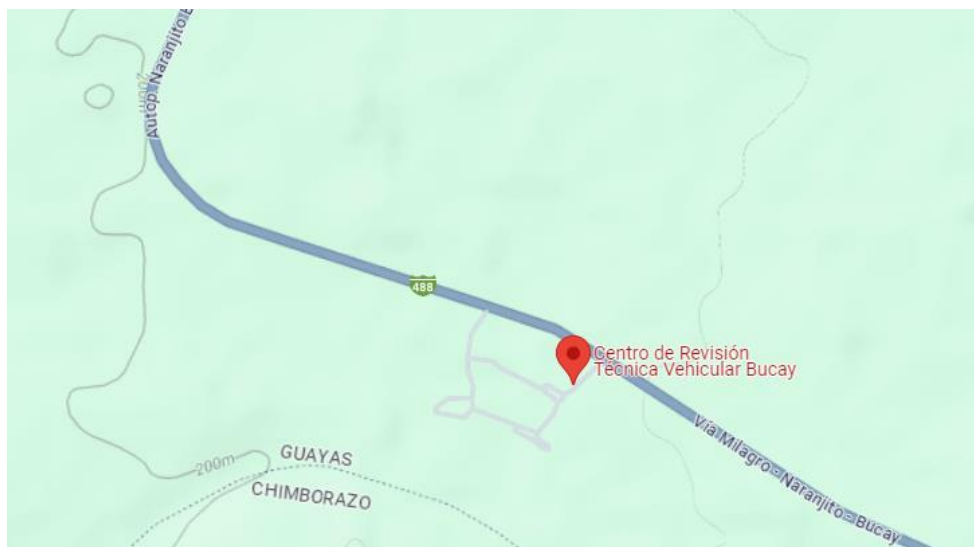
Bucay o General Antonio Elizalde – Guayas

La instalación fue el 10 de junio de 2021 y el inicio de la actividad operativa fue el 01 de diciembre de 2022. En la tabla 22 se registran todos los datos atmosféricos que están presentes en el CRTV de esta ciudad.

**Tabla 22.** Condiciones Atmosféricas CRTV Bucay [30].

Detalle	Valor
Altitud media	210 msnm
Presión Atmosférica	987 hPa
Humedad relativa	66 %
T° mínima promedio	19 °C
T° máxima promedio	30 °C

Se expone el mapa con relieve de la ubicación del CRTV de Bucay (figura 29).



**Figura 29.** Mapa con relieve del CRTV de Bucay [31].

En la tabla 23, se detalla las temperaturas medias y nivel de precipitación presentes en el año.

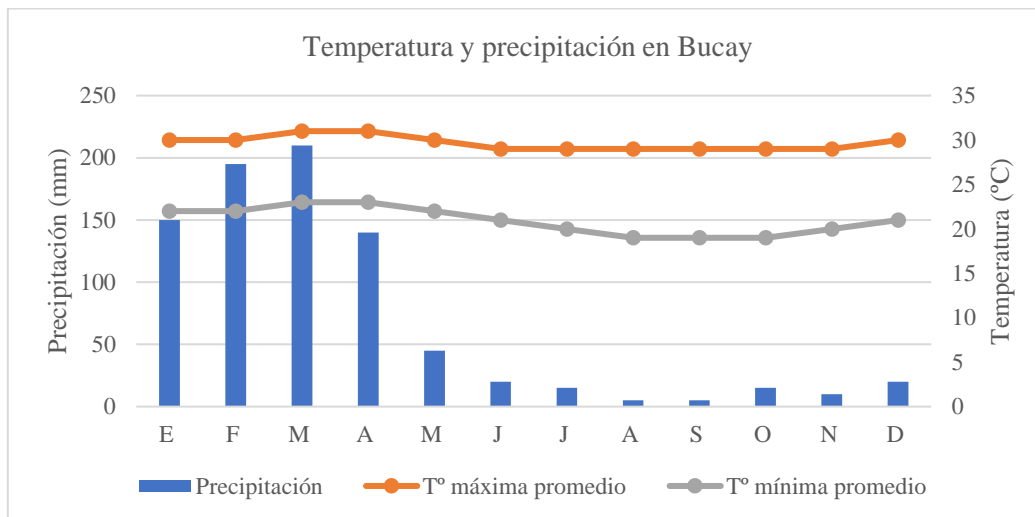
**Tabla 23.** Temperaturas medias y precipitaciones de Bucay [32].

Mes	T° máxima promedio [°C]	T° mínima promedio [°C]	Precipitación [mm]
E	30	22	150
F	30	22	195
M	31	23	210
A	31	23	140
M	30	22	45
J	29	21	20
J	29	20	15
A	29	19	5
S	29	19	5
O	29	19	15
N	29	20	10
D	30	21	20

En la figura 30, se detalla que Bucay es una ciudad que mantienen elevadas temperaturas los 365 días, y aquí se registra que el nivel de precipitaciones desde mayo hasta diciembre es muy



bajo, esto quiere decir que la humedad relativa no será la misma que en los primeros cuatro meses del año.



**Figura 30.** Temperatura y precipitación en Bucay [31].

### 3.1.5. GAD de Penipe

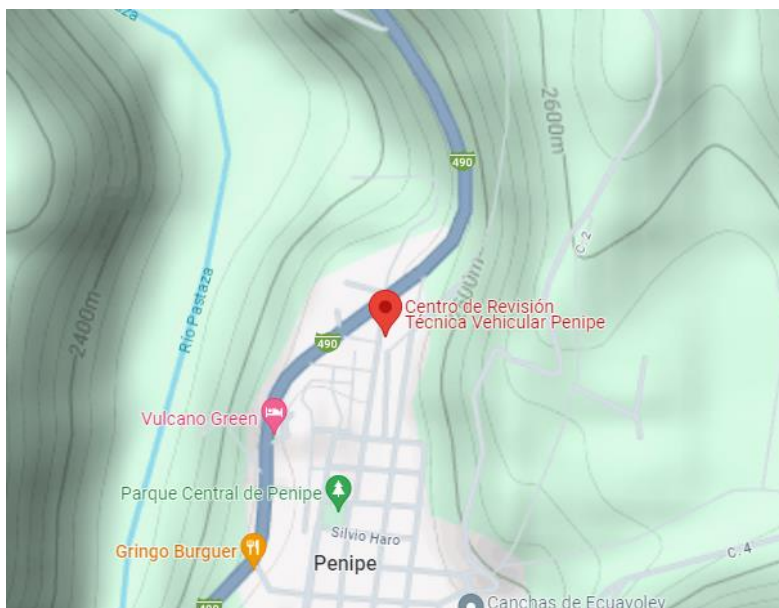
Penipe – Chimborazo

La instalación en la quinta ciudad de la LRTV fue el 20 de octubre de 2021 y el comienzo de actividades fue el 30 de octubre de 2021. En la tabla 24 se detallan los valores atmosféricos presentes.

**Tabla 24.** Condiciones Atmosféricas CRTV Penipe [30].

Detalle	Valor
Altitud del CRTV	2453 msnm
Presión Atmosférica	761 hPa
Humedad relativa	77 %
T° mínima promedio	5 °C
T° máxima promedio	20 °C

En el mapa con relieve de Penipe que se detalla en la figura 31, muestra que la ciudad está situada a los 2500 msnm.



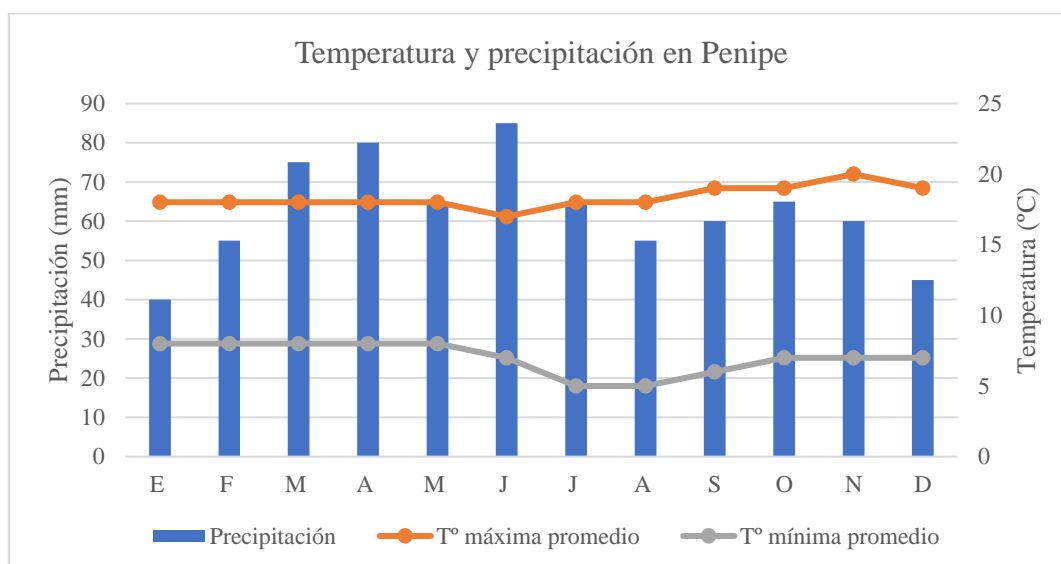
**Figura 31.** Mapa con relieve del CRTV de Penipe [31].

En la tabla 25, todas las temperaturas y precipitaciones se registran para conocer más a fondo esta ciudad, y ver si las condiciones climáticas pueden afectar a los equipos de RTV.

**Tabla 25.** Temperaturas medias y precipitaciones de Penipe [32].

Mes	T° máxima promedio [°C]	T° mínima promedio [°C]	Precipitación [mm]
E	18	8	40
F	18	8	55
M	18	8	75
A	18	8	80
M	18	8	65
J	17	7	85
J	18	5	65
A	18	5	55
S	19	6	60
O	19	7	65
N	20	7	60
D	19	7	45

En la figura 32 se grafica todos los valores obtenidos de la tabla 23 para poder tener un análisis de los cambios de temperaturas presentes, en Penipe hay temperaturas muy variadas, desde la mañana hay temperaturas por debajo de 8°C y por las tardes hay un aumento; a su vez se puede ver que hay precipitación todo el año y tiene valores constantes, entonces la humedad relativa va a ser la misma durante todo el año.



**Figura 32.** Temperatura y precipitación en Penipe [31].

### 3.1.6. Gad de Valencia

Valencia – Los Ríos

En esta ciudad la instalación fue el 22 de marzo de 2022 y el inicio de la actividad fue el 30 de marzo de 2022. En la tabla 26 se registran los valores atmosféricos del CRTV de la ciudad.

**Tabla 26.** Condiciones Atmosféricas CRTV Valencia [30].

Detalle	Valor
Altitud del CRTV	103 msnm
Presión Atmosférica	998 hPa
Humedad relativa	77 %
T° mínima promedio	19 °C
T° máxima promedio	30 °C

Se expone el mapa con el relieve del CRTV de Valencia, mostrando su posicionamiento en el GPS (figura 33).



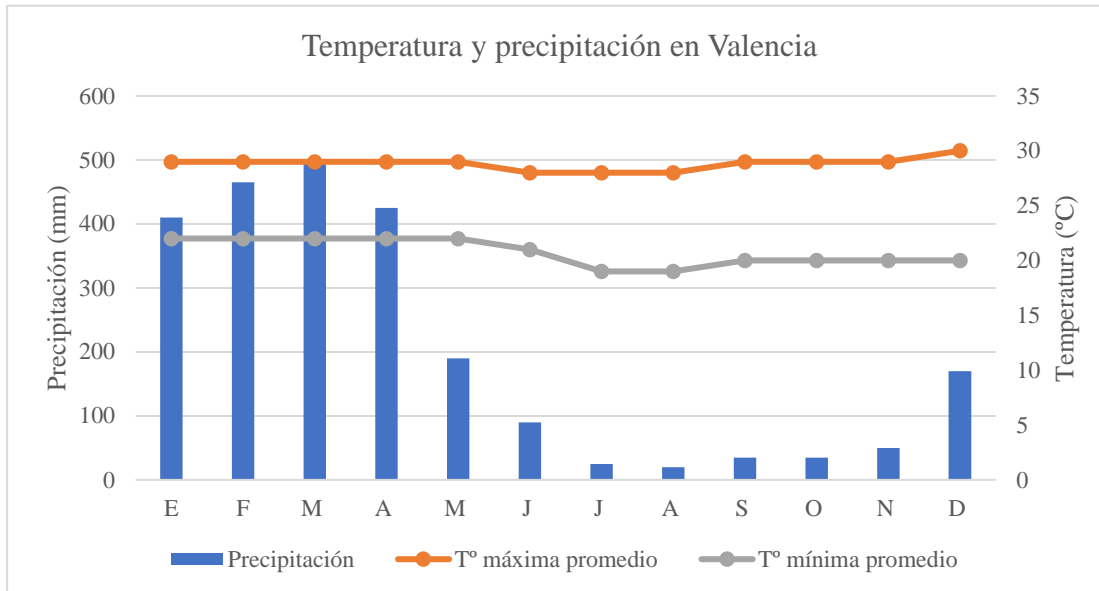
**Figura 33.** Mapa con relieve del CRTV de Valencia [31].

En la tabla 27 se registran las temperaturas y precipitaciones para conocer los factores meteorológicos del año.

**Tabla 27.** Temperaturas medias y precipitaciones de Valencia [32].

Mes	T° máxima promedio [°C]	T° mínima promedio [°C]	Precipitación [mm]
E	29	22	410
F	29	22	465
M	29	22	495
A	29	22	425
M	29	22	190
J	28	21	90
J	28	19	25
A	28	19	20
S	29	20	35
O	29	20	35
N	29	20	50
D	30	20	170

En la figura 34, los valores de las temperaturas son altos todo el año, hay que tener en cuenta los problemas que el calor pueda generar en los equipos electromecánicos, la humedad relativa oscila entre el 77 %.



**Figura 34.** Temperatura y precipitación en Valencia [31].

### 3.1.7. Gad de Quevedo

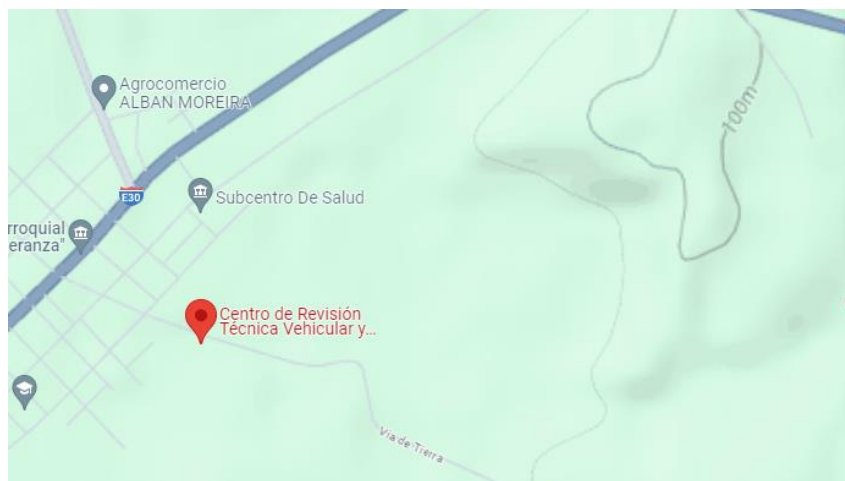
Quevedo – Los Ríos

En esta ciudad la instalación fue el 03 de mayo de 2022 y el comienzo de la actividad fue el 15 de mayo de 2022. La tabla 28 registra todos los valores atmosféricos presente en el CRTV.

**Tabla 28.** Condiciones Atmosféricas CRTV Quevedo [30].

Detalle	Valor
Altitud del CRTV	101 msnm
Presión Atmosférica	998 hPa
Humedad relativa	77 %
T° mínima promedio	19 °C
T° máxima promedio	30 °C

En la figura 35 el mapa con relieve topográfico muestra que el CRTV de Quevedo está situado muy cerca de los 100 msnm, este valor concuerda con los registrados con la estación meteorológica. Siendo esto influyente en los valores altos de temperatura registrados.



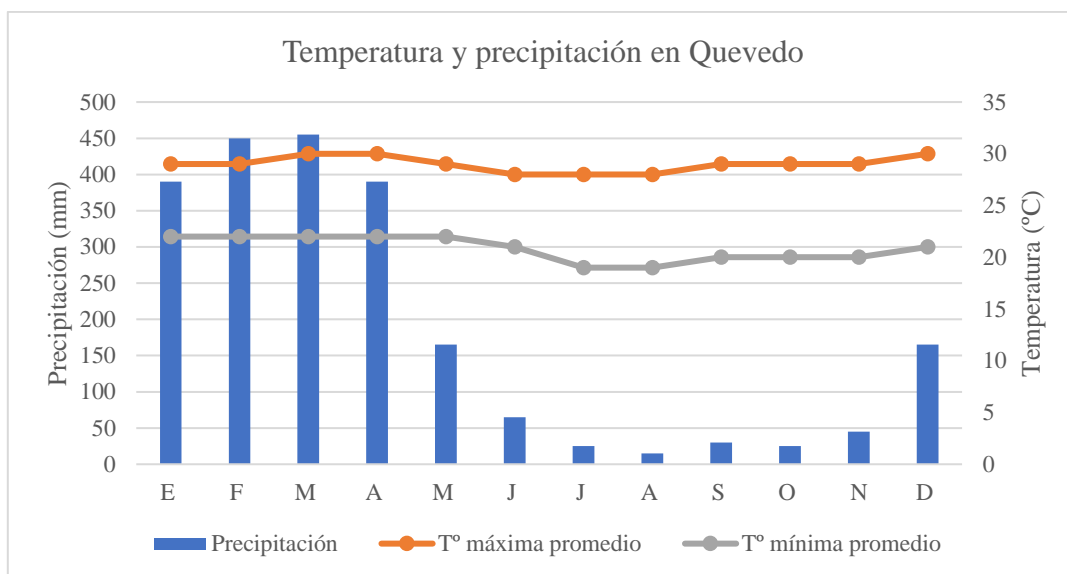
**Figura 35.** Mapa con relieve del CRTV de Quevedo [31].

En la tabla 29, todos los valores de temperaturas presentes durante el año se registran para detallarla de mejor manera en la figura 34.

**Tabla 29.** Temperaturas medias y precipitaciones de Quevedo [32].

Mes	T° máxima promedio [°C]	T° mínima promedio [°C]	Precipitación [mm]
E	29	22	390
F	29	22	450
M	30	22	455
A	30	22	390
M	29	22	165
J	28	21	65
J	28	19	25
A	28	19	15
S	29	20	30
O	29	20	25
N	29	20	45
D	30	21	165

En la figura 36, se detalla que los valores de temperatura en Quevedo son altos por su cercanía con la costa ecuatoriana, tiene un comportamiento similar a Valencia, siendo que estas dos ciudades son de la misma provincia.



**Figura 36.** Temperatura y precipitación en Quevedo [31].

### 3.1.8. GAD de Pallatanga

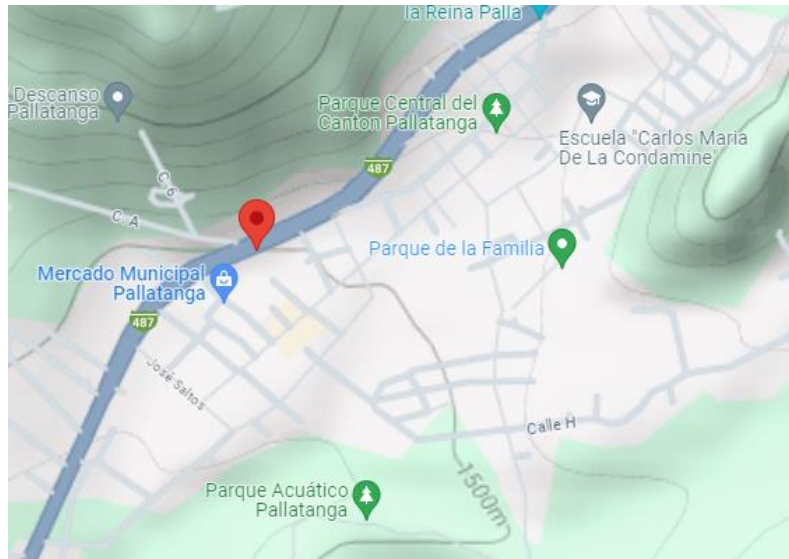
Pallatanga – Chimborazo

En la penúltima ciudad la instalación fue el 15 de octubre de 2022 y comenzó su operación el 01 de marzo de 2023 y posterior a que la empresa MC ha instalado sus equipos. En la tabla 30 hay el registro de todas las condiciones atmosféricas presentes en el CRTV de esta ciudad.

**Tabla 30.** Condiciones Atmosféricas CRTV Pallatanga [30].

Detalle	Valor
Altitud del CRTV	1508 msnm
Presión Atmosférica	857 hPa
Humedad relativa	77 %
T° mínima promedio	9 °C
T° máxima promedio	21 °C

En la figura 37, se detalla que Pallatanga está en la provincia de Chimborazo, provincia donde está la cumbre más alta del país y está cerca de la provincia del Guayas, es por esto que tiene una temperatura y humedad relativa alta.



**Figura 37.** Mapa con relieve del CRTV de Pallatanga [31].

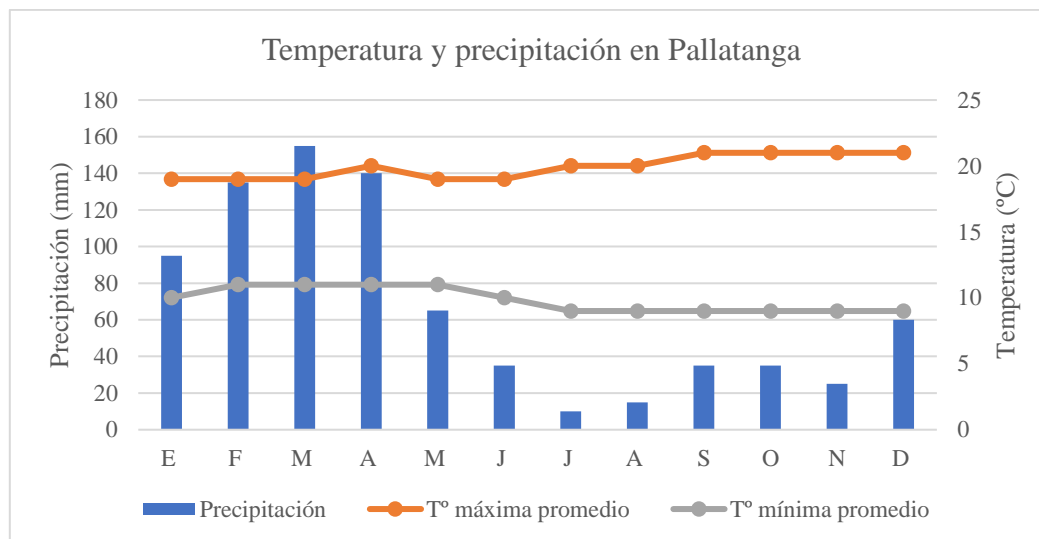
En la tabla 31 los valores de temperaturas y precipitaciones son registrados todo el año para poder detallarlo.

**Tabla 31.** Temperaturas medias y precipitaciones de Pallatanga [32].

Mes	T° máxima promedio [°C]	T° mínima promedio [°C]	Precipitación [mm]
E	19	10	95
F	19	11	135
M	19	11	155
A	20	11	140
M	19	11	65
J	19	10	35
J	20	9	10
A	20	9	15
S	21	9	35
O	21	9	35
N	21	9	25
D	21	9	60



En la figura 38, las temperaturas son constantes donde el rango oscila entre 9 a 21 °C, en esta ciudad los primeros cuatro meses son los meses con más nivel de precipitación entre los 110 mm/año esto se debe a la cercanía con la costa ecuatoriana y el fenómeno del niño.



**Figura 38.** Temperatura y precipitación en Pallatanga [31].

### 3.1.9. GAD de Guamote

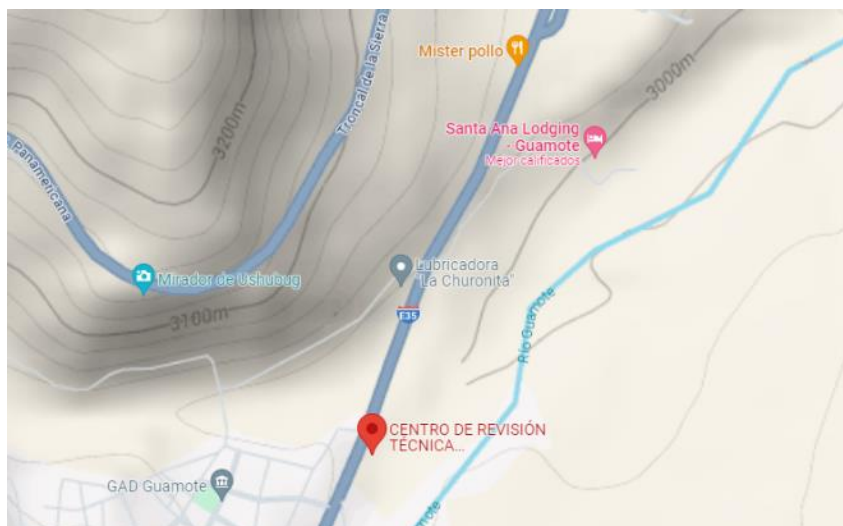
Guamote – Chimborazo

Guamote es la última ciudad a la presente fecha donde la empresa MC Diagnóstico Automotriz instaló una línea revisión técnica vehicular y fue el 22 de octubre de 2022 y comenzó su operación el 01 de febrero de 2023. En la tabla 32, las condiciones atmosféricas del CRTV de Guamote son detalladas.

**Tabla 32.** Condiciones Atmosféricas de Guamote [32].

Detalle	Valor
Altitud del CRTV	3027 msnm
Presión Atmosférica	707 hPa
Humedad relativa	77 %
T° mínima promedio	4 °C
T° máxima promedio	16 °C

En la figura 39, el mapa con relieve topográfico del CRTV de Guamote detalla que esta es una de las ciudades más altas donde están instalados los equipos de la empresa contando con unos 3000 msnm aproximadamente.



**Figura 39.** Mapa con relieve del CRTV de Guamote [31].

En la tabla 33 se detallan las temperaturas medias y precipitaciones en Guamote presentes durante todo el año.

**Tabla 33.** Temperaturas medias y precipitaciones de Guamote [32].

Mes	T° máxima promedio [°C]	T° mínima promedio [°C]	Precipitación [mm]
E	16	6	40
F	16	5	75
M	16	5	85
A	16	5	85
M	16	6	60
J	15	5	45
J	16	4	35
A	16	4	30
S	16	4	45
O	16	4	60
N	16	5	50
D	16	5	50

En la figura 40, se detalla el cambio de temperatura abrupto que existe en la zona, la temperatura mínima va desde los 5°C y va hasta los 16°C aproximadamente. Hay un gran cambio significativo, por lo general estos cambios bruscos pueden generar problemas en los equipos de la LRTV, donde es necesario conocer si el estado de la grasa para los componentes mecánicos se encuentra en buena condición.

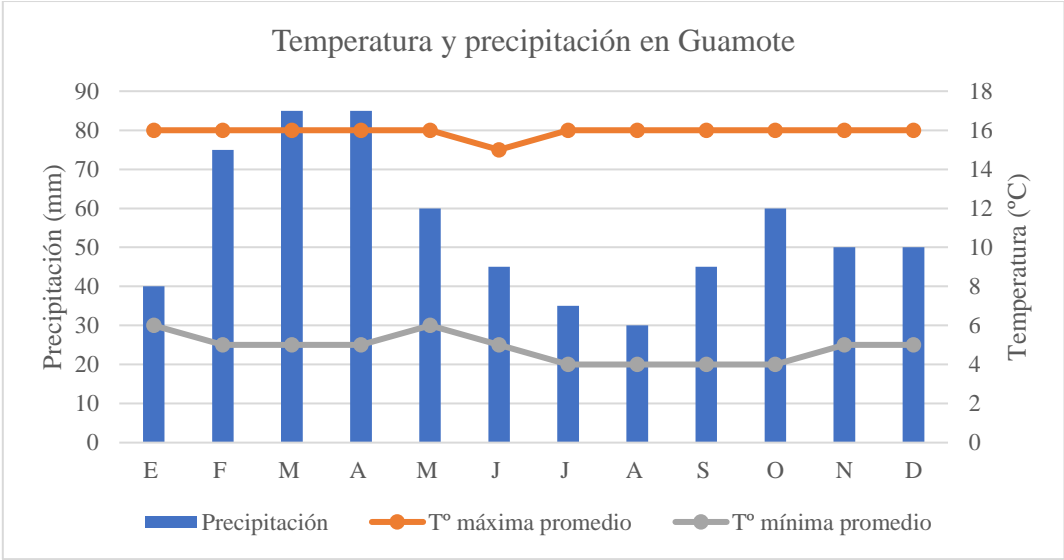


Figura 40. Temperatura y precipitación en Guamote [31].

## CAPÍTULO IV

### PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

#### 4.1. Programación de inspecciones y mantenimiento

Los mantenimientos son indispensables para mantener funcional 100 % la operación y la prestación de servicios, partiendo de este enunciado la empresa propone seguir con el siguiente listado a los GAD donde se encuentran instalados los CRTV:

- Firma de contrato para mantenimiento anual.
- Diseño y planificación del PMP anual.
- Cronograma de servicios y asistencias.
- Entrega de stock de repuestos consumibles para la línea de revisión vehicular.
- Entrega de informes detallados de cada mantenimiento realizado.
- Empezar a tener registros históricos.

##### 4.1.1. Objetivos del plan de mantenimiento programado

- Planificar el mantenimiento anual de las o las líneas de revisión del CRTV.
- Mantener un stock de consumibles en el CRTV para que el personal interno pueda cambiar de filtro, sensor, aceite y evitar paradas de producción hasta que el personal de MC Diagnóstico Automotriz acuda al centro de revisión.
- Entregar informes detallados con firmas y sellos por parte de MC Diagnóstico Automotriz y el responsable del CRTV.
- Tener información histórica y detallada de cada mantenimiento, para presentar cuando se realice auditoria al CRTV.

La empresa propone planificar 2 o 3 mantenimientos anuales, que incluyan mantenimientos preventivos y correctivos planificados.

**Mantenimientos preventivos:** Son todas las revisiones, limpiezas, ajustes, verificaciones de funcionamiento, cambios de aceites, y engrasados que uno o varios equipos de la LRTV requieran en cada visita planificada durante el año de contratación. Este mantenimiento se lo

realizará siguiendo un estricto proceso con hojas de control para cada equipo, cumpliendo con parámetros de calidad para que el equipo este funcional 100 %. El técnico en este mantenimiento podrá presentar todas las novedades que encontró y recomendará realizar las correcciones necesarias si fuera del caso.


- **Mantenimientos de calibración:** Este tipo de mantenimientos no están contemplados dentro del PMP anual diseñado por MC Diagnóstico Automotriz. Cuando un equipo requiere de calibración se necesita de un laboratorio metrológico certificado. MC no está certificado como tal ya que no es capaz de emitir certificados de calibración. Si un equipo requiere de calibración MC Diagnóstico Automotriz servirá como medio entre GAD y el laboratorio metrológico para que el servicio de calibración sea satisfactorio.
- **Cantidad de mantenimientos:** La empresa recomienda realizar 2 o 3 mantenimientos anuales para garantizar una operación óptima de cada equipo, por ende, de todo el centro de revisión vehicular.
- **Cronograma de mantenimientos:** Las fechas a realizar los mantenimientos sean 2 o 3, se las agendará considerando el ya planificado por la empresa, pero este cronograma es ajustable a cambios; hay que considerar que entre más demore la confirmación de los mantenimientos, este cronograma se estrecha un poco más porque a la fecha son 9 GAD donde MC debe dar mantenimiento programado.
- **Tiempos de mantenimiento:** Se estima que un mantenimiento completo llevará unas 8 horas en realizarlo, considerando que el mantenimiento de un equipo lleva a que la LRTV suspenda su actividad. Es importante tener planificado un cronograma que preverá que dicha LRTV 2 o 3 veces al año dejará de trabajar. Sin embargo, el diseño del plan de mantenimiento permite realizar procesos eficientes para que el mantenimiento no interrumpa la producción en su totalidad.

En la tabla 34 se propone las fechas para los mantenimientos de todos los GAD.





**Tabla 36.** Cronograma de 3 mantenimientos anuales 2024

		<b>CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTOS 2024</b>																																																								
		<b>3 MANTENIMIENTOS</b>																																																								
GAD	INSTAL	INICIO ACTIVIDAD	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE											
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4								
GUANO	13/02/2019	20/02/2019													X	X	X	X													X	X	X	X																	X	X	X	X				
24 DE MAYO	22/10/2019	22/03/2022					X	X	X	X													X	X	X	X													X	X	X	X																
ALAUSI	19/10/2020	30/10/2020													X	X	X	X													X	X	X	X																	X	X	X	X				
BUCAY	10/06/2021	01/12/2022	X	X	X	X													X	X	X	X													X	X	X	X																				
PENIPE	20/10/2021	30/10/2021													X	X	X	X													X	X	X	X													X	X	X	X								
VALENCIA	22/03/2022	30/03/2022					X	X	X	X													X	X	X	X									X	X	X	X																				
QUEVEDO	03/05/2022	15/05/2022					X	X	X	X													X	X	X	X									X	X	X	X																				
PALLATANGA	15/10/2022	01/03/2023	X	X	X	X									X	X	X	X													X	X	X	X																								
GUAMOTE	22/10/2022	01/02/2023													X	X	X	X													X	X	X	X													X	X	X	X								

Las tablas de mantenimientos posibles se dan porque se debe ir uniendo lugares geográficos para trabajar ágilmente bajo la logística de MC Diagnóstico Automotriz.



#### 4.1.2. Evaluación de componentes críticos de los equipos

Primero se verificarán diferentes equipos en las LRTV: el ajuste de alineamiento de todos los bancos, ajuste de pernos y verificación de los rieles.

##### 4.1.2.1. Evaluación del Alineador al paso

En la tabla 37 se detalla de manera más específica los componentes críticos que se deben de evaluar.

**Tabla 37.** Evaluación Alineador al paso

<b>Detalle</b>	<b>Verificación</b>
Esferas y separadores de acero	Sin óxido ni corrosión
Resortes en placa de deslizamiento	Buena elongación
Rodajas para los resortes	Sin óxido ni corrosión
Riel de las esferas	Correcto desgaste

##### 4.1.2.2. Evaluación del Banco de Suspensión

En la tabla 38 se detalla de manera más específica los componentes críticos que se deben de evaluar.

**Tabla 38.** Evaluación Banco de Suspensión

<b>Detalle</b>	<b>Verificación</b>
Rodamientos topen el marco	No deben rozar
Nivelación de los motores	Con el método del punto medio y punto exterior
Bandas	Reajustar / cambiar
Placa	Nivelar placa según posición de los resortes
Rodamientos	Buen estado
Pernos de la tapa	Que los pernos no se estén aislando

#### 4.1.2.3. Frenómetro

En la tabla 39 se detalla de manera más específica los componentes críticos que se deben de evaluar.

**Tabla 39.** Evaluación Frenómetro

<b>Detalle</b>	<b>Verificación</b>
Resistencia de los sensores	Según la tabla de especificaciones
mA de los sensores de giro	3.5 mA hueco / 0.5 mA sin hueco
Alinear los rodillos	10.3 cm desde el marco
Tensión de las cadenas	1 cm de holguras por la parte más larga
Motorreductor	Niveles de aceite
Cadenas	Engrasar correctamente

#### 4.1.2.4. Evaluación del Analizador de Gases

En la tabla 40 se detalla de manera más específica los componentes críticos que se deben de evaluar.

**Tabla 40.** Evaluación Analizador de Gases

<b>Detalle</b>	<b>Verificación</b>
Manguera y sonda	No presente fugas
Filtros de aire, agua, carbón	Cambio de los filtros cada mantenimiento
Trampa de agua	Hermeticidad
o-ring de la trampa de agua	Sellado correcto con la válvula

#### 4.1.2.5. Evaluación del Opacímetro

En la tabla 41 se detalla de manera más específica los componentes críticos que se deben de evaluar.

**Tabla 41.** Evaluación Opacímetro

<b>Detalle</b>	<b>Verificación</b>
Manguera y sonda	No presente fugas
Lentes de lectura	No debe estar rayado
Ventilador	Correcta circulación y expulsión del humo
Tótem	Comunicación correcta con el tótem

#### **4.1.2.6. Evaluación del Detector de Holguras**

En la tabla 42 se detalla de manera más específica los componentes críticos que se deben de evaluar.

**Tabla 42.** Evaluación Detector de Holguras

<b>Detalle</b>	<b>Verificación</b>
Aceite	Verificación visual del tono y consistencia *Cambio cada 2 años
Mangueras	No presente fugas
Trampa de agua	Hermeticidad
o-ring de la trampa de agua	Sellado hermético de la válvula

#### **4.1.3. Selección de repuestos**

Es importante tener un stock definido de repuestos para los equipos de las LRTV ya que, en cada visita del personal de la empresa, estos son los encargados de llevar a los diferentes GAD todo lo necesario para realizar los respectivos mantenimientos. En el anexo 4 se detalla una lista de los repuestos e insumos a considerar para el mantenimiento preventivo; en esta lista hay que optar por realizar con macros donde se pongan entradas y salidas de los insumos a manera de inventario para llevar fácilmente el control de estos.

## 4.2. Diseño del plan

Mediante formatos se busca estandarizar la ejecución del mantenimiento de cada uno de los equipos tomando en cuenta también donde está ubicado el equipo y agregando puntos para cada ubicación geográfica.

En la tabla 43 se detallan las ciudades de la costa donde están instalados los CRTV: 24 de mayo, Bucay, Quevedo y Valencia; y en sus valores atmosféricos comparten similitudes, por lo que es mejor optar por diferenciar el mantenimiento entre costa y sierra.

El problema de la humedad y calor se aprecia en los cauchos y plásticos que cubren varios cables y partes metálicas se nota el deterioro de los mismos.

**Tabla 43.** Características Ciudades Costa

<b>Ciudad CRTV</b>	<b>Presión Atmosférica (hPa)</b>	<b>Humedad Relativa (%)</b>	<b>Altitud (msnm)</b>	<b>Temperatura mínima (°C)</b>	<b>Temperatura máxima (°C)</b>	<b>Precipitación (mm/año)</b>
24 mayo	984	74	235	17	27	72
Bucay	987	66	210	19	30	69
Quevedo	998	77	101	19	30	185
Valencia	998	77	103	19	30	200

La mayoría de los equipos mecánicos y automotrices vienen preparados para operar sin ningún problema en ciudades a nivel del mar. Porque ahí no se da el problema de la presión atmosférica, pero en cambio por su cercanía al océano, hay otros problemas como son la corrosión y oxidación que son más frecuentes en las bases de los equipos y partes metálicas.

El desgaste acelerado es muy frecuente tras los años de uso de los equipos, las altas temperaturas en el ambiente pueden aumentar la fricción provocando que los componentes mecánicos se desgasten más rápido y casi siempre viene acompañado de un problema de lubricación. Los aceites y grasas lubricantes pueden descomponerse rápidamente a temperaturas más altas perdiendo así sus propiedades de lubricación y aumentando la fricción. Este se ve en el frenómetro ya que la cadena que une a los dos rodillos tiende a estar casi sin aceite lubricante provocando desgaste acelerado en la cadena y engranes.

A su vez la alta humedad relativa acelera la oxidación de los aceites lubricantes provocando que no proteja eficazmente los componentes mecánicos.

Los equipos como el detector de holguras que trabaja con líquido hidráulico pueden afectarse por la descomposición y pérdida de viscosidad. Este equipo se ve afectado a altas temperaturas ya que fomenta la aparición de burbujas de aire en el líquido hidráulico afectando la capacidad del sistema y el funcionamiento eficiente.

Los filtros que utiliza el analizador de gases son cambiados de manera más frecuente con respecto a los equipos que están en la sierra; esto se da porque al tener mucha más humedad los filtros se condensan y evaporan muy rápido, fomentando la formación de moho.

En la tabla 44 se detalla las características de las ciudades de la sierra donde están instalados los CRTV y sus valores atmosféricos.

**Tabla 44.** Características Ciudades Sierra

<b>Ciudad CRTV</b>	<b>Presión Atmosférica (hPa)</b>	<b>Humedad Relativa (%)</b>	<b>Altitud (msnm)</b>	<b>Temperatura mínima (°C)</b>	<b>Temperatura máxima (°C)</b>	<b>Precipitación (mm/año)</b>
Guano	738	77	2673	7	21	54
Alausí	738	77	2634	7	20	51
Penipe	761	77	2453	5	20	63
Pallatanga	857	77	1508	19	30	67
Guamote	707	77	3027	4	16	55

Se obtiene menor presión atmosférica a mayor altura, por lo tanto, una menor densidad del aire, donde varios equipos se ven afectados y por eso hay que realizar otras calibraciones para poder operar en estas condiciones atmosféricas. Uno de los equipos donde es más evidente la consecuencia de estar en ciudades de altura es el analizador de gases, el equipo de Capelec tiene un sensor barométrico que se ajusta automáticamente a las condiciones ideales para que pueda tener exactitud en las mediciones, por lo tanto, siempre será necesario revisar permanentemente este sensor para evitar problemas.

Otro equipo donde se puede sentir el efecto de la presión es el detector de holguras ya que la menor densidad del aire presente afecta la forma en que las piezas (ejes, cilindros y mangueras) interactúan potencialmente influenciando el movimiento de los componentes mecánicos.

Además, las bajas temperaturas donde a veces se tienen en los CRTV de la sierra afectan los elementos mecánicos de los equipos. En el frenómetro y detector de holguras se han visto más afectados, donde las carcasas, bases y soportes de estos equipos se ven dañados. Al ser fabricados de materiales metálicos pueden desgastarse con el paso del tiempo, aumentando así la probabilidad del riesgo de fracturas y fisuras en estos componentes.

Finalmente, un problema frecuente se presenta en los aceites y grasas lubricantes ya que estos se pueden volver más viscosos a bajas temperaturas, donde se afecta la capacidad del aceite para fluir. Se aumenta la resistencia al movimiento y se ve afectada la lubricación debido a que no es eficiente haciendo que no se genera de buena manera la capa protectora. Igualmente, los líquidos hidráulicos que van en algunos equipos presentan el mismo problema de fluidez en el circuito.

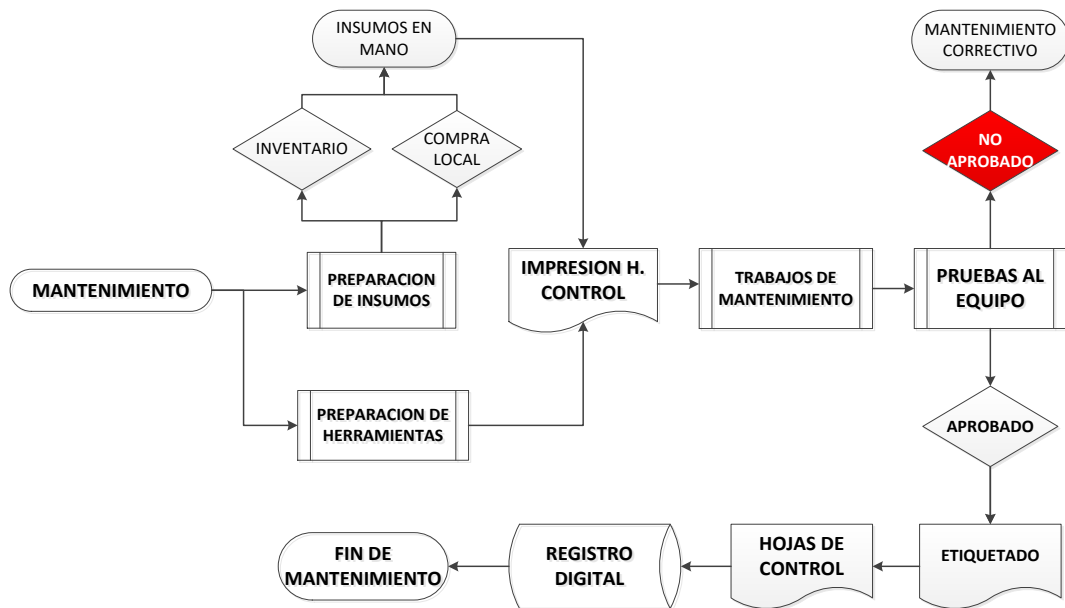
#### **4.2.1. Formatos del plan**

El mantenimiento de cada uno de los equipos se lo hará cumpliendo el debido proceso diseñado, cumpliendo con cada paso a seguir. Esto asegurará la calidad del trabajo a realizar, así como garantizar que cada mantenimiento a un CRTV quede documentado.

El mantenimiento iniciará desde el momento en que se preparen los insumos y herramientas, seguirá con la impresión de las hojas de control o check list para cada equipo. Seguido del mantenimiento propiamente dicho en el CRTV, y terminará el momento en que se registren las hojas de control con las debidas firmas de MC y del responsable del CRTV.

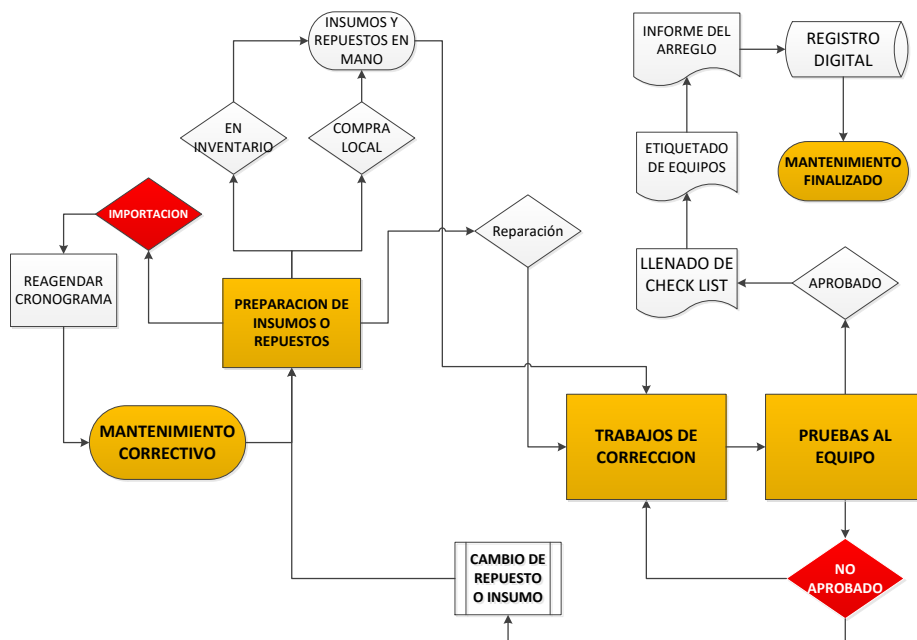
La no aprobación de las pruebas de funcionamiento lleva a realizar trabajos de corrección a uno o varios equipos, para ello está diseñado el o los procesos a seguir para reparar las fallas presentadas.

En la figura 41 se indican los procesos de mantenimiento de un CRTV.



**Figura 41.** Flujograma procesos de mantenimiento

Si se presentan problemas en los CRTV se deberá seguir otro flujograma donde las actividades deben seguir otro proceso, como se detalla en la figura 42.




**Figura 42.** Flujograma proceso de mantenimiento correctivo

Tras detallar los flujogramas es necesario ingresarlos a un manual para que cualquier operador del mantenimiento de la empresa conozca más sobre los pasos que tiene que seguir y los formatos del PMP de los equipos.

#### 4.2.1.1. Formato para el Alineador al paso

Tabla 45. Formato Alineador al paso


		<b>EQUIPOS – CONSULTORÍA – SERVICIOS QUITO - ECUADOR</b>	
		<b><u>CONTROL DE MANTENIMIENTO</u></b>	
No. FMP-01			
<b>FECHA:</b>		<b>RESPONSABLE:</b>	
<b>HORA INICIO:</b>		<b>LUGAR:</b>	
<b>HORA FIN:</b>		<b>ETIQUETA #:</b>	
<b>ALINEADOR AL PASO</b>			COD. MEQ-001
ACTIVIDAD	Realizado		OBSERVACIONES
	SI	NO	
Desmontaje de placa de desplazamiento			
Limpieza del equipo			
Aspirado			
Verificación de sujeción			
Verificación de la alimentación eléctrica			
Verificación de parámetros de medición			
Verificación de la comunicación (equipo-PC)			
Control del sistema eléctrico y electrónico			
Engrasado de esferas			
Verificación del funcionamiento del sensor de desplazamiento			
Reajuste de pernos y tuercas			
NOTAS:			
RESPONSABLES:			
<b>APROBADO POR:</b>		<b>REALIZADO POR:</b>	
<b>AUTORIZADO POR:</b>			

CONTROL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO – VERSIÓN 2024.1.0




#### 4.2.1.2. Formato para el Banco de Suspensión

Tabla 46. Formato Banco de suspensión

		<b>EQUIPOS – CONSULTORÍA – SERVICIOS QUITO - ECUADOR</b>	
No. FMP-02			
<b><u>CONTROL DE MANTENIMIENTO</u></b>			
<b>FECHA:</b>		<b>RESPONSABLE:</b>	
<b>HORA INICIO:</b>		<b>LUGAR:</b>	
<b>HORA FIN:</b>		<b>ETIQUETA #:</b>	
<b>BANCO DE SUSPENSIÓN</b>			COD. MEQ-002
ACTIVIDAD	Realizado		OBSERVACIONES
	SI	NO	
Desmontaje de placas de protección			
Limpieza total del equipo			
Aspirado			
Verificación del sistema eléctrico y comunicación			
Verificación del estado de los motores eléctricos			
Verificación de rodamientos			
Verificación de la comunicación (equipo-PC)			
Ajuste y estado de correas dentadas			
Verificación del funcionamiento del sensor de tonelaje			
Reajuste de pernos y tuercas			
Engrasado			
(* Verificar estado de las tapas metálicas y pintar con pintura antioxidante			
(* Verificar estados de los cables de comunicación, alimentación			
(* Verificar que no exista humedad al interior del equipo			
NOTAS:			
RESPONSABLES:			
<b>APROBADO POR:</b>	<b>REALIZADO POR:</b>	<b>AUTORIZADO POR:</b>	
CONTROL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO – VERSIÓN 2024.1.0			
(*) SE DETALLA CON ESTE SÍMBOLO EN CRTV DE LA COSTA DONDE HAY OTRAS ACTIVIDADES A REALIZAR			


### 4.2.1.3. Formato para el Frenometro

Tabla 47. Formato Frenometro

		<b>EQUIPOS – CONSULTORÍA – SERVICIOS QUITO - ECUADOR</b>	
		<b>No. FMP-03</b>	
<b>CONTROL DE MANTENIMIENTO</b>			
<b>FECHA:</b>		<b>RESPONSABLE:</b>	
<b>HORA INICIO:</b>		<b>LUGAR:</b>	
<b>HORA FIN:</b>		<b>ETIQUETA #:</b>	
<b>BANCO DE FRENADO/FRENOMETRO</b>			COD. MEQ-003
ACTIVIDAD	Realizado		OBSERVACIONES
	SI	NO	
Desmontaje de marcos			
Limpieza del equipo			
Aspirado			
Verificación y limpieza del funcionamiento de los sensores (tonelaje y presencia)			
Verificación de ajuste y desgaste de las cadenas			
Verificación de la comunicación (equipo-PC)			
Comprobación de arranque de los motores eléctricos			
Chequeo de los factores de medición			
Verificación de la continuidad eléctrica			
Reajuste y lubricación de las cadenas			
Verificación del desgaste de epoxi de los rodillos			
Engrasado de chumaceras			
Estado del aceite			
Nivel del aceite			
Reajuste de pernos y tuercas			
(*) Poner especial atención al momento de lubricar la cadena, debe ser con grasa especial para cadenas			
(*) Verificar corrosión en los marcos metálicos del banco de frenado			
(*) Verificar corrosión y oxidación en las juntas metálicas soldadas			
(*) Verificar al interior del banco que no exista presencia de insectos			
NOTAS:			
RESPONSABLES:			
<b>APROBADO POR:</b>	<b>REALIZADO POR:</b>	<b>AUTORIZADO POR:</b>	
CONTROL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO – VERSIÓN 2024.1.0			
(*) SE DETALLA CON ESTE SÍMBOLO EN CRTV DE LA COSTA DONDE HAY OTRAS ACTIVIDADES A REALIZAR			


#### 4.2.1.4. Formato para el Armario Electrónico

Tabla 48. Formato Armario electrónico

	<b>EQUIPOS – CONSULTORÍA – SERVICIOS QUITO - ECUADOR</b>		
	<b><u>CONTROL DE MANTENIMIENTO</u></b>		
No. FMP-04			
<b>FECHA:</b>	<b>RESPONSABLE:</b>		
<b>HORA INICIO:</b>	<b>LUGAR:</b>		
<b>HORA FIN:</b>	<b>ETIQUETA #:</b>		
<b>ARMARIO ELECTRÓNICO</b>		COD. MEQ-004	
ACTIVIDAD	Realizado		OBSERVACIONES
	SI	NO	
Limpieza			
Verificación del funcionamiento			
Verificación de sockets			
Verificación del interruptor de encendido/apagado			
Verificación del paro de emergencia			
Ajuste de pines			
Reajuste de contactos			
Reajuste de pernos			
Estañado de cables			
(* Verificación que no exista animales como ranas, serpientes, lagartijas al interior del armario			
NOTAS:			
RESPONSABLES:			
<b>APROBADO POR:</b>	<b>REALIZADO POR:</b>	<b>AUTORIZADO POR:</b>	
CONTROL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO – VERSIÓN 2024.1.0			
(*) SE DETALLA CON ESTE SÍMBOLO EN CRTV DE LA COSTA DONDE HAY OTRAS ACTIVIDADES A REALIZAR			


#### 4.2.1.5. Formato para el Tótem Frenometro (PC, Pantalla y mando a distancia)

Tabla 49. Formato Tótem Frenometro

		<b>EQUIPOS – CONSULTORÍA – SERVICIOS QUITO - ECUADOR</b>	
		<b>No. FMP-05</b>	
<b><u>CONTROL DE MANTENIMIENTO</u></b>			
<b>FECHA:</b>		<b>RESPONSABLE:</b>	
<b>HORA INICIO:</b>		<b>LUGAR:</b>	
<b>HORA FIN:</b>		<b>ETIQUETA #:</b>	
<b>TÓTEM FRENOMETRO (PC, PANTALLA Y MANDO A DISTANCIA)</b>			<b>COD. MEQ-005</b>
ACTIVIDAD	Realizado		OBSERVACIONES
	SI	NO	
Limpieza			
Verificación de comunicación			
Verificación de conductores eléctricos y de comunicación			
Actualización			
Verificación de estructura de tótem			
Reajuste de pernos en la base			
(*) Verificación que no exista animales como ranas, serpientes, lagartijas al interior del armario			
NOTAS:			
RESPONSABLES:			
<b>APROBADO POR:</b>	<b>REALIZADO POR:</b>	<b>AUTORIZADO POR:</b>	
<small>CONTROL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO – VERSIÓN 2024.1.0 (* SE DETALLA CON ESTE SÍMBOLO EN CRTV DE LA COSTA DONDE HAY OTRAS ACTIVIDADES A REALIZAR</small>			


#### 4.2.1.6. Formato para el Tótem Emisiones

Tabla 50. Formato Tótem Emisiones

		<b>EQUIPOS – CONSULTORÍA – SERVICIOS QUITO - ECUADOR</b>	
		<b><u>CONTROL DE MANTENIMIENTO</u></b>	
No. FMP-06			
<b>FECHA:</b>		<b>RESPONSABLE:</b>	
<b>HORA INICIO:</b>		<b>LUGAR:</b>	
<b>HORA FIN:</b>		<b>ETIQUETA #:</b>	
<b>ARMARIO ELECTRÓNICO</b>			COD. MEQ-006
ACTIVIDAD	Realizado		OBSERVACIONES
	SI	NO	
Limpieza			
Verificación de alimentación			
Verificación de conductores eléctricos y de comunicación			
Verificación de teclado y control remoto			
Actualización			
Ajuste de pernos de la base			
(*) Verificación que no exista animales como ranas, serpientes, lagartijas al interior del armario			
NOTAS:			
RESPONSABLES:			
<b>APROBADO POR:</b>	<b>REALIZADO POR:</b>	<b>AUTORIZADO POR:</b>	
CONTROL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO – VERSIÓN 2024.1.0 (*) SE DETALLA CON ESTE SÍMBOLO EN CRTV DE LA COSTA DONDE HAY OTRAS ACTIVIDADES A REALIZAR			


#### 4.2.1.7. Formato para el Analizador de gases

Tabla 51. Formato Analizador de gases

		<b>EQUIPOS – CONSULTORÍA – SERVICIOS QUITO - ECUADOR</b>	
		<b>No. FMP-07</b>	
<b>CONTROL DE MANTENIMIENTO</b>			
<b>FECHA:</b>		<b>RESPONSABLE:</b>	
<b>HORA INICIO:</b>		<b>LUGAR:</b>	
<b>HORA FIN:</b>		<b>ETIQUETA #:</b>	
<b>ANALIZADOR DE GASES</b>			COD. MEQ-007
ACTIVIDAD	Realizado		OBSERVACIONES
	SI	NO	
Limpieza de la sonda			
Verificación del estado de los filtros			
Chequeo en la sonda			
Comprobación de fugas en la sonda			
Verificación de sujeción del analizador			
Verificación del estado de trampa de agua			
Verificación de la comunicación (equipo-PC)			
Verificación del estado de los conductores eléctricos y de comunicación			
Verificación del sensor de oxígeno			
Comprobación del sensor barométrico			
Cambio de filtros			
Revisión del vacío de la bomba de succión			
Verificación de parámetros de medición			
(* Verificar recubrimiento de la manguera			
(* Verificar corrosión en el cuerpo del analizador de gases			
(* Verificar filtros de polvo			
(* Verificar que dentro del cuerpo del analizador de gases no estén insectos			
NOTAS:			
RESPONSABLES:			
<b>APROBADO POR:</b>	<b>REALIZADO POR:</b>	<b>AUTORIZADO POR:</b>	
CONTROL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO – VERSIÓN 2024.1.0			
(*) SE DETALLA CON ESTE SÍMBOLO EN CRTV DE LA COSTA DONDE HAY OTRAS ACTIVIDADES A REALIZAR			

#### 4.2.1.8. Formato para el Opacímetro

Tabla 52. Formato Opacímetro

		<b>EQUIPOS – CONSULTORÍA – SERVICIOS QUITO - ECUADOR</b>	
<b>No. FMP-08</b>			
<b><u>CONTROL DE MANTENIMIENTO</u></b>			
<b>FECHA:</b>		<b>RESPONSABLE:</b>	
<b>HORA INICIO:</b>		<b>LUGAR:</b>	
<b>HORA FIN:</b>		<b>ETIQUETA #:</b>	
<b>OPACÍMETRO</b>			COD. MEQ-008
ACTIVIDAD	Realizado		OBSERVACIONES
	SI	NO	
Limpieza externa del cuerpo del equipo			
Comprobación de la sonda			
Chequeo de no presencia de ruidos anormales			
Comprobación del ventilador			
Verificación de fijación del dongle bluetooth			
Chequeo de la comunicación bluetooth (equipo-PC)			
Control del sistema eléctrico			
Limpieza de los lentes			
Verificación de medición con lentes			
Verificación mordaza de la sonda			
Verificación de parámetros de medición			
(* Verificar correcta adhesión del imán del dispositivo bluetooth hacia al equipo			
(* Verificar estado de los cables hacia el PC			
NOTAS:			
RESPONSABLES:			
<b>APROBADO POR:</b>	<b>REALIZADO POR:</b>	<b>AUTORIZADO POR:</b>	
CONTROL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO – VERSIÓN 2024.1.0			
(*) SE DETALLA CON ESTE SÍMBOLO EN CRTV DE LA COSTA DONDE HAY OTRAS ACTIVIDADES A REALIZAR			

#### 4.2.1.9. Formato para el Detector de Holguras


Tabla 53. Formato Detector de Holguras

		<b>EQUIPOS – CONSULTORÍA – SERVICIOS QUITO - ECUADOR</b>	
		<b>No. FMP-09</b>	
<b>CONTROL DE MANTENIMIENTO</b>			
<b>FECHA:</b>		<b>RESPONSABLE:</b>	
<b>HORA INICIO:</b>		<b>LUGAR:</b>	
<b>HORA FIN:</b>		<b>ETIQUETA #:</b>	
<b>DETECTOR DE HOLGURAS</b>			COD. MEQ-009
ACTIVIDAD	Realizado		OBSERVACIONES
	SI	NO	
Limpieza			
Aspirado			
Verificación que no existe obstrucción en las placas			
Verificación estado aceite			
Control del sistema electrohidráulico			
Control del motor eléctrico			
Chequeo del sistema hidráulico			
Comprobación de presencia fugas			
Verificación de sujeción de las placas			
Verificación de control de activación eléctrico (luz led-movimientos)			
Control del sistema eléctrico			
Chequeo no presencia de ruidos anormales			
Reajuste de los pernos de sujeción, tuercas, racor.			
(* Verificación del estado de las mangueras y su recubrimiento			
(* Verificación que no exista oxidación ni corrosión en los imanes ni partes metálicas del equipo			
(* Recubrimiento con pintura antioxidante a la placa de sujeción			
NOTAS:			
RESPONSABLES:			
<b>APROBADO POR:</b>	<b>REALIZADO POR:</b>	<b>AUTORIZADO POR:</b>	
CONTROL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO – VERSIÓN 2024.1.0			
(*) SE DETALLA CON ESTE SÍMBOLO EN CRTV DE LA COSTA DONDE HAY OTRAS ACTIVIDADES A REALIZAR			




#### 4.2.1.10. Formato para el Luxómetro

Tabla 54. Formato Luxómetro

		<b>EQUIPOS – CONSULTORÍA – SERVICIOS QUITO - ECUADOR</b>	
		<b>No. FMP-010</b>	
<b><u>CONTROL DE MANTENIMIENTO</u></b>			
<b>FECHA:</b>		<b>RESPONSABLE:</b>	
<b>HORA INICIO:</b>		<b>LUGAR:</b>	
<b>HORA FIN:</b>		<b>ETIQUETA #:</b>	
<b>LUXÓMETRO</b>			COD. MEQ-010
ACTIVIDAD	Realizado		OBSERVACIONES
	SI	NO	
Limpieza del equipo			
Reajuste de la columna de fijación			
Verificación de la comunicación (equipo-PC)			
Rayaduras en el lente Fresnel			
Verificación del estado de los conductores eléctricos y de comunicación			
Verificación de estructura de aluminio, bases y ruedas			
Comprobación de todas las conexiones eléctricas			
Chequeo de la batería			
Verificación del nivel láser			
Validación de los niveles de medición			
Cambio en las baterías del láser			
(*) Revisión en la base y columna del regloscopio para comprobar que no existe signos de oxidación ni corrosión			
(*) Revisión del protector plástico del cable de comunicación			
NOTAS:			
RESPONSABLES:			
<b>APROBADO POR:</b>	<b>REALIZADO POR:</b>	<b>AUTORIZADO POR:</b>	
CONTROL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO – VERSIÓN 2024.1.0			
(*) SE DETALLA CON ESTE SÍMBOLO EN CRTV DE LA COSTA DONDE HAY OTRAS ACTIVIDADES A REALIZAR			

#### 4.2.1.11. Formato para el Sonómetro

Tabla 55. Formato Sonómetro

		<b>EQUIPOS – CONSULTORÍA – SERVICIOS QUITO - ECUADOR</b>	
		<b>No. FMP-011</b>	
<b><u>CONTROL DE MANTENIMIENTO</u></b>			
<b>FECHA:</b>		<b>RESPONSABLE:</b>	
<b>HORA INICIO:</b>		<b>LUGAR:</b>	
<b>HORA FIN:</b>		<b>ETIQUETA #:</b>	
<b>SONÓMETRO</b>			COD. MEQ-011
ACTIVIDAD	Realizado		OBSERVACIONES
	SI	NO	
Limpieza del equipo			
Verificación de comunicación (equipo-PC)			
Evaluación de la integridad del cable de datos			
Revisión de los datos de medición según los valores predefinidos			
Verificación del funcionamiento del teclado del sonómetro			
Verificación de la esponja del micrófono			
NOTAS:			
RESPONSABLES:			
<b>APROBADO POR:</b>	<b>REALIZADO POR:</b>	<b>AUTORIZADO POR:</b>	
CONTROL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO – VERSIÓN 2024.1.0			

#### 4.2.2. Formato control post mantenimiento

Este formato detallado en la tabla 56 sirve para que la empresa pueda tenerla de manera de formato de sticker o etiqueta adhesiva. Esto tiene como finalidad poder ser pegado en las superficies de los equipos después de realizar el mantenimiento preventivo. En esta ficha se detalla el nombre del equipo, el GAD, la fecha de realización, la próxima fecha del mantenimiento, por quién fue realizado y un espacio para detallar observaciones.

**Tabla 56.** Formato Control de mantenimiento

<b>CONTROL DE MANTENIMIENTO</b>			
<b>EQUIPO:</b>		<b>GAD:</b>	
<b>Fecha:</b>	<b>Observaciones:</b>	<b>Fecha:</b>	<b>Observaciones:</b>
<b>Por:</b>		<b>Por:</b>	
<b>Próximo:</b>		<b>Próximo:</b>	
<b>Fecha:</b>	<b>Observaciones:</b>	<b>Fecha:</b>	<b>Observaciones:</b>
<b>Por:</b>		<b>Por:</b>	
<b>Próximo:</b>		<b>Próximo:</b>	

MC 22.1 mcautomotriz.com.ec

#### 4.3. Costos y beneficios


En la tabla 57 se especifica los tipos de líneas de RTV que puede contar en cada CRTV y estas opciones pueden ser 4: motos, livianos, mixta, freno de motos.

**Tabla 57.** Costos para cada tipo de línea de RTV

<b>COSTOS TIPO DE LÍNEA</b>	
	
<b>TIPO DE LÍNEA</b>	<b>COSTO</b>
TRICIMOTOS	\$ 1.170,00
LIVIANOS	\$ 2.875,00
MIXTA	\$ 2.975,00
FRENO MOTOS	\$ 300,00

Los precios del servicio de mantenimiento para los diferentes GAD (tabla 58), todo el costo que se ofrece es en base a qué tipos de líneas hay en el CRTV y si se debe realizar 2 o 3 mantenimientos anuales. El costo individual de cada mantenimiento dependerá de las características anteriormente mencionadas. Como beneficio de ya tener todo organizado se puede llegar a bajar el costo en algunos GAD ya que puede ser que no se requiera realizar algún cambio de un componente mecánico costoso.

**Tabla 58.** Costos para cada GAD del mantenimiento

<b>COSTOS</b>					
					
#	GAD	TIPO DE LÍNEA	COSTO INDIVIDUAL	# MANTENIMIENTOS	
				2	3
1	GUANO	1 MIXTA + FRENO MOTOS	\$ 3.275,00	\$ 6.550,00	\$ 9.825,00
2	24 DE MAYO	1 MIXTA + 1 MOTOS-TRICIMOTOS	\$ 4.145,00	\$ 8.290,00	\$ 12.435,00
3	ALAUÍS	1 MIXTA 1 MOTOS	\$ 3.275,00	\$ 6.550,00	\$ 9.825,00
4	BUCA Y	1 MIXTA + FRENO MOTOS + 1 LIVIANOS	\$ 6.150,00	\$ 12.300,00	\$ 18.450,00
5	PENIPE	1 MIXTA + FRENO MOTOA	\$ 3.275,00	\$ 6.550,00	\$ 9.825,00
6	VALENCIA	1 MIXTA + 1 MOTOS-TRICIMOTOS	\$ 4.145,00	\$ 8.290,00	\$ 12.435,00
7	QUEVEDO	1 MIXTA + 1 MOTOS-TRICIMOTOS	\$ 4.145,00	\$ 8.290,00	\$ 12.435,00
8	PALLATANGA	1 MIXTA + FRENO MOTOS	\$ 3.275,00	\$ 6.550,00	\$ 9.825,00
9	GUAMOTE	1 MIXTA + FRENO MOTOS	\$ 3.275,00	\$ 6.550,00	\$ 9.825,00

#### 4.3.1. Costos de implementación y operación

Al implementar el PMP basándose en las condiciones atmosféricas presentes en los CRTV es mucho mejor que seguir realizando y optando por el mantenimiento correctivo. El costo de operación es mucho menor ya que los elementos críticos de los equipos no se ven comprometidos, ya que al ser monitoreados constantemente estos están en un buen estado, y no se tiene que cambiar repuestos críticos y costos. El ahorro de mano de obra de \$1375 que representa para la empresa es alto. Por su lado hay ahorro para los GADS al contratar los mantenimientos anuales. En la tabla 59 se detalla las características de los tipos de mantenimiento.

**Tabla 59.** Comparación costo entre los 2 mantenimientos

<b>LÍNEA MIXTA</b>	<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>				
	1	Alineador al paso	\$ 350,00	1	\$ 350,00
	2	Banco de Suspensión	\$ 530,00	1	\$ 530,00
	3	Frenómetro	\$ 730,00	1	\$ 730,00
	4	Analizador de gases	\$ 170,00	1	\$ 170,00
	5	Opacímetro	\$ 160,00	1	\$ 160,00
	6	Sonómetro	\$ 140,00	1	\$ 140,00
	7	Luxómetro	\$ 300,00	1	\$ 300,00
	8	Detector de Holguras	\$ 420,00	1	\$ 420,00
	9	PC táctil	\$ 175,00	1	\$ 175,00
	<b>COSTO TOTAL</b>				<b>\$ 2.975,00</b>
	<b>MANTENIMIENTO CORRECTIVO</b>				
	1	Alineador al paso	\$ 590,00	1	\$ 590,00
	2	Banco de Suspensión	\$ 770,00	1	\$ 770,00
	3	Frenómetro	\$ 970,00	1	\$ 970,00
	4	Analizador de gases	\$ 220,00	1	\$ 220,00
	5	Opacímetro	\$ 220,00	1	\$ 220,00
	6	Sonómetro	\$ 220,00	1	\$ 220,00
	7	Luxómetro	\$ 540,00	1	\$ 540,00
8	Detector de Holguras	\$ 660,00	1	\$ 660,00	
9	PC táctil	\$ 160,00	1	\$ 160,00	
<b>COSTO TOTAL</b>				<b>\$ 4.350,00</b>	

#### 4.3.2. Beneficios potenciales en términos de reducción de tiempo de inactividad

Los equipos instalados de la LRTV deben funcionar correctamente para que los resultados de RTV sean los correctos, la fiabilidad es importante en este tipo de equipos es por esto que con los mantenimientos preventivos programados hay una reducción en los tiempos de inactividad y otros beneficios potenciales.

Un beneficio de optar por el mantenimiento preventivo antes del mantenimiento correctivo es evitar que el personal de la empresa en Quito tenga que movilizarse imprevistamente a cualquier GAD. Esto significa que mínimo un día el CRTV deja de funcionar, hay casos graves donde el componente dañado o averiado debe importarse desde Francia, generando pérdidas económicas y de tiempo.

Al optar por el mantenimiento preventivo programado y verificar los detalles que se debe de seguir en los formatos se asegura que los cambios de piezas sean mínimos y no tan costoso como sería un mantenimiento correctivo.

En la tabla 60 se detalla la comparativa del tiempo que toma realizar cada tipo de mantenimiento.

**Tabla 60.** Comparación tiempo de inactividad

<b>Equipo</b>	<b>Mantenimiento Correctivo (horas)</b>	<b>Mantenimiento Preventivo (horas)</b>
Alineador al paso	2	1
Banco de suspensión	4	2
Frenometro	6	2
Analizador de gases	1	0.5
Opacímetro	1	0.5
Sonómetro	1	0.5
Luxómetro	1	0.5
Detector de holguras	2	1
<b>Tiempo total</b>	<b>18</b>	<b>8</b>

Cuando la empresa realiza el mantenimiento se notifica al ente encargado de la operación del CRTV en qué fecha es necesario realizar las actividades y cuando estas actividades son realizadas en los fines de semana ayuda a evitar que se detenga el CRTV durante 1 día.

Como dice la tabla 60, el tiempo que el CRTV está inactivo es menor cuando se realiza el mantenimiento preventivo con respecto al correctivo. Optar por realizar mantenimiento preventivo es un buen beneficio para el GAD y, por ser un servicio público, el tiempo que los usuarios no pierden, genera mucha confianza al GAD y los operarios del CRTV.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### CONCLUSIONES

Al finalizar con la implementación del PMP los mantenimientos que se realizarán a partir de ahora se los hará de una manera más rápida. Esto debido a que los mantenimientos correctivos tomaban 18 horas. Por su parte el mantenimiento preventivo tomará 8 horas teniendo así un ahorro de tiempo de más de la mitad.

Las condiciones de presión atmosférica no afectan en el funcionamiento del alineador al paso, frenómetro, detector de holguras, banco de suspensión y luxómetro. Debido a que todos estos equipos son mecánicos y no operan con sensores barométricos.

En las ciudades de la costa donde los CRTV funcionan a una alta temperatura ambiente (30° C como máxima y 23°C como media) y humedad relativa (73% como media), se debe verificar los estados de los plásticos y gomas. Ya que son parte del recubrimiento de los cables de comunicación y alimentación de los equipos, donde casi siempre se los debe de reemplazar de manera más rápida (1 vez al año) que en comparación de los CRTV de la sierra (1 vez cada 3 años).

En los CRTV de la costa donde se registraron los más altos niveles de precipitación (69 a 200 mm/año) afectaron a los analizadores de gases. Se presentaron los mismos problemas en los equipos validando que el sensor de oxígeno no mida bien y los filtros de polvo presenten rastros de condensación.

Con la implementación del PMP en la empresa propone al GAD un ahorro significativo de \$1375 en los costos de la mano de obra. Permitiendo así poder mejorar su aspecto financiero y teniendo la capacidad de poder pujar por los contratos de mantenimiento.

## **RECOMENDACIONES**

En las provincias de la Sierra donde los CRTV están funcionando tienen la característica de cuando amanece hay un punto de rocío en las superficies de los equipos. Se recomienda limpiar la carcasa y que al prender los equipos estén en la temperatura óptima de funcionamiento.

Se recomienda destapar las cubiertas de los tótems en los CRTV de la Costa ya que al estar cerca de zonas campestres se han encontrado animales al interior del módulo, afectando el funcionamiento.

Se recomienda usar grasa para cadenas en vez de grasa azul ya que la segunda no repele adecuadamente la acumulación del polvo en los elementos lubricados.

Se sugiere a los CRTV de las cuatro ciudades de la Costa realizar 3 mantenimientos anuales por el impacto de la humedad relativa en los equipos.

Se recomienda en un futuro seguir con la investigación del mismo tema con base en un plan de mantenimiento correctivo.



## LISTA DE REFERENCIAS

- [1] Consejo Del Distrito Metropolitano de Quito. (2013). Ordenanza Metropolitana #213. Quito, Pichincha.
- [2] SGS (2017). Centros de revisión SGS. Obtenido de <http://sgsrevisionestecnicas.ec/>
- [3] Ramón Olives Masa. (2013). Mantenimiento Preventivo. Barcelona: Departamento de empresa y empleo.
- [4] Cansino, E., & Lucero, D. (2015). Elaboración De Un Plan De Mantenimiento Preventivo Y Seguridad Industrial Para La Fábrica Dinerosa [Escuela Politécnica Nacional]. <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/10469>
- [5] Vedan, A. (s/f). Tipos de Mantenimiento: La Guía Definitiva. Tractian.com. Recuperado el 13 de noviembre de 2023, de <https://tractian.com/es/blog/tipos-de-mantenimiento-la-guia-definitiva>
- [6] Sacristán, F. R. (2014). Elaboración y optimización de un plan de mantenimiento preventivo. Técnica Industrial Magazine, 12.
- [7] Buelvas, C., & Martínez, K. (2014). Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada de la empresa L&L [Universidad Autónoma del Caribe]. <http://hdl.handle.net/11619/813>
- [8] Olarte C., W., Botero A., M., & Canon A., B. (2010). Importancia Del Mantenimiento Industrial Dentro De Los Procesos De Producción. Sienta Et Técnico, Xavi (44), 354-356.
- [9] Importaciones, L. (2023). Normativa Ecuatoriana para la Revisión Técnica Vehicular. Leal Importaciones. <https://lealimportaciones.com/blog/normativa-ecuatoriana-revision-tecnica-vehicular/>
- [10] Servicio de Acreditación Ecuatoriano. (2019). Acreditación Para Organismos Que Realizan Inspección Técnica Vehicular- ITV.
- [11] Asamblea Nacional República del Ecuador. (2021). Ley Orgánica Reformatoria De La Ley Orgánica De Transporte Terrestre, Tránsito Y Seguridad Vial.
- [12] Agencia Nacional de Tránsito. (2019). Resolución No. 025-ANT-DIR-2019.
- [13] Capelec. "Alineador al paso CAP9010". [https://www.capelec.com/es/equipements/bancos-de-ensayo/cap9010-2#:~:text=El%20alineador%20al%20paso%20comprueba,de%20los%20vehículos%20de%20turismo.\(accedido el 24 de julio de 2023\).](https://www.capelec.com/es/equipements/bancos-de-ensayo/cap9010-2#:~:text=El%20alineador%20al%20paso%20comprueba,de%20los%20vehículos%20de%20turismo.(accedido%20el%2024%20de%20julio%20de%202023).)
- [14] Capelec. "Banco de suspensiones VL+ CAP9020". Capelec Equipements. [https://www.capelec.com/es/equipements/bancos-de-ensayo/cap9020-1#:~:text=El%20banco%20de%20suspensiones%20CAP9020,,%20camioneta...\).\(accedido el 24 de julio de 2023\).](https://www.capelec.com/es/equipements/bancos-de-ensayo/cap9020-1#:~:text=El%20banco%20de%20suspensiones%20CAP9020,,%20camioneta...).(accedido%20el%2024%20de%20julio%20de%202023).)

- [15] L. Orellana. "Banco de Pruebas para Frenos | PDF | Eje | Transmisión (Mecánica)". Scribd. <https://es.scribd.com/document/417959366/Banco-de-Pruebas-Para-Frenos> (accedido el 24 de julio de 2023).
- [16]MRU Instruments. "¿Qué es un analizador de gases de escape?" MRU Instruments. [https://mru-instruments.com/es/what-does-an-exhaust-gas-analyzer-measure-and-what-are-its-uses/#:~:text=Los%20analizadores%20de%20gases%20de,y%20el%20oxígeno%20\(O2\).](https://mru-instruments.com/es/what-does-an-exhaust-gas-analyzer-measure-and-what-are-its-uses/#:~:text=Los%20analizadores%20de%20gases%20de,y%20el%20oxígeno%20(O2).) (accedido el 24 de julio de 2023).
- [17] Reynada. "Opacímetro para controlar las emisiones de los diéselos". Reynaga Recambios. <https://www.reynasa.es/opacimetro-para-controlar-las-emisiones-de-los-diesel/#:~:text=Los%20opacímetros%20son%20máquinas%20que,de%20humos%20en%20vehículos%20diésel.> (accedido el 24 de julio de 2023).
- [18]"¿Qué es un Sonómetro? - Audiocentro". Audiocentro. <https://www.audiocentros.com/que-es-un-sonometro/> (accedido el 24 de julio de 2023).
- [19]P. J y G. A. "Luxómetro-Definiciones". Definición. De. <https://definicion.de/luxometro/> (accedido el 24 de julio de 2023).
- [20]DVC Divehco. "Detector de holguras neumático". <http://divehco.com/detector-de-holguras-neumatico/> (accedido el 24 de julio de 2023).
- [21] Hello Auto. "Compresor". <https://helloauto.com/glosario/compresor> (accedido el 24 de julio de 2023).
- [22]"Medidor de profundidad: Una herramienta esencial para el mantenimiento". BT-Ingenieros. <https://www.bt-ingenieros.com/medicion/38-profundimetro-para-neumaticos.html#:~:text=El%20medidor%20de%20profundidad%20es,tus%20neumáticos%20en%20buen%20estado.> (accedido el 24 de julio de 2023).
- [23] Capelec. (2022). Equipos de Inspección Vehicular y Talleres [Folleto].
- [24] Pourrut, P. (1983). Los climas del Ecuador - fundamentos explicativos. Centro Ecuatoriano de Investigación Geográfica.
- [25] Detalles climáticos en Ecuador. (s/f). Datosmundial.com. Recuperado el 16 de septiembre de 2023, de <https://www.datosmundial.com/america/ecuador/clima.php>
- [26] Comunidad Educativa Varitek. (2013). La presión atmosférica. Varitek.ec. <https://www.varitek.ec/index.php/temas/fisica/fisica>
- [27] Arte dinámico. (s/f). HUMEDAD RELATIVA. Recuperado el 31 de diciembre de 2023, de <https://www.equiposylaboratorio.com/portal/articulo-ampliado/humedad-relativa>
- [28] 26 tipos de mapas con sus características y ejemplos. (2020, diciembre 10). Diferenciador. <https://www.diferenciador.com/tipos-de-mapas/>

[29] Espinosa, José & Mite, Francisco & Alvarado Ochoa, Soraya & Moreno Izquierdo, Julio. (2022). Suelos Ecuador - Características, Uso y Manejo.

[30] The Weather Now. (s/f). El tiempo ahora. Theweathernow.net. Recuperado el 15 de noviembre de 2023, de <https://www.theweathernow.net/es/>

[31] Google Maps. (s/f). Google Maps. Recuperado el 30 de diciembre de 2023, de <https://www.google.com/maps/>

[32] Worldmeteo. (s/f). El tiempo actual en. Worldmeteo.info. Recuperado el 15 de noviembre de 2023, de <https://www.worldmeteo.info/es/>

## **GLOSARIO DE TÉRMINOS**

ANT. - Agencia Nacional de Tránsito

CRTV. – Centro de Revisión Técnica Vehicular

LRTV. – Línea de Revisión Técnica Vehicular

RTV. – Revisión Técnica Vehicular

GAD. – Gobierno Autónomo Descentralizado

LOTTTSV. – Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial

ISO. - International Organization for Standardization

INEN. - Servicio Ecuatoriano de Normalización

NTE. – Normativa Técnica Ecuatoriana

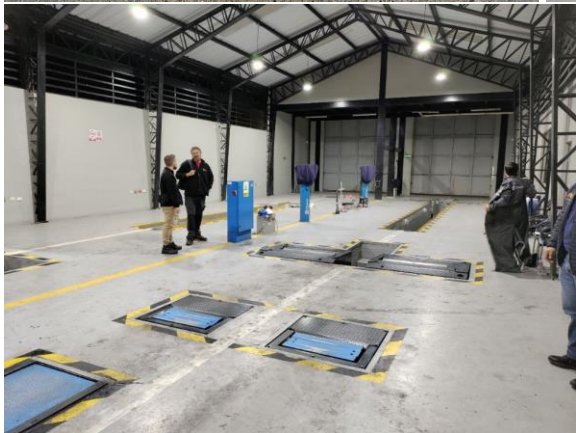
RTE.- Reglamento Técnico Ecuatoriano

SAE. - Servicio de Acreditación Ecuatoriano

PMP. - Plan de Mantenimiento Preventivo

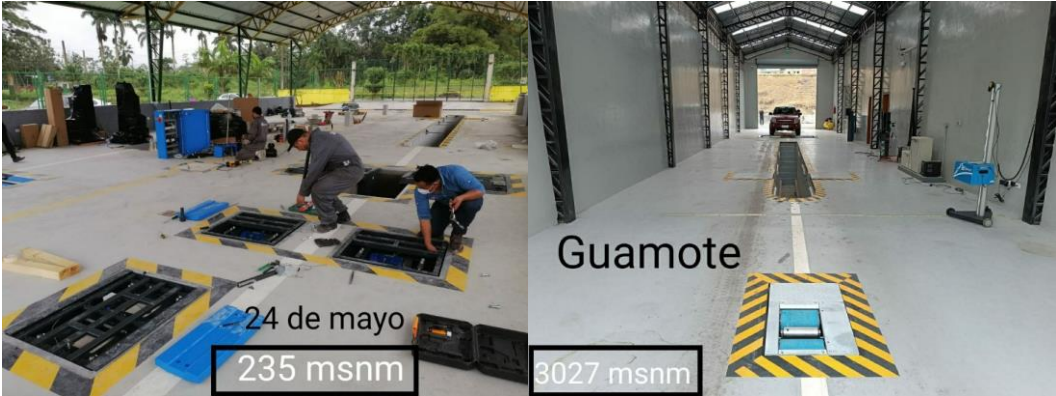
## ANEXOS

### Anexo 1. Línea de Revisión Técnica Vehicular

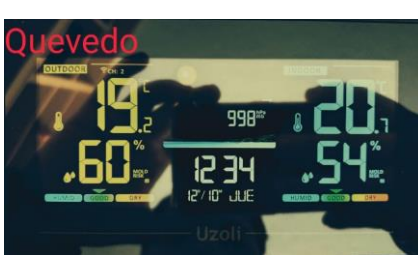


MC Diagnóstico Automotriz

Anexo 2. Toma de datos de los CRTV de las 9 ciudades





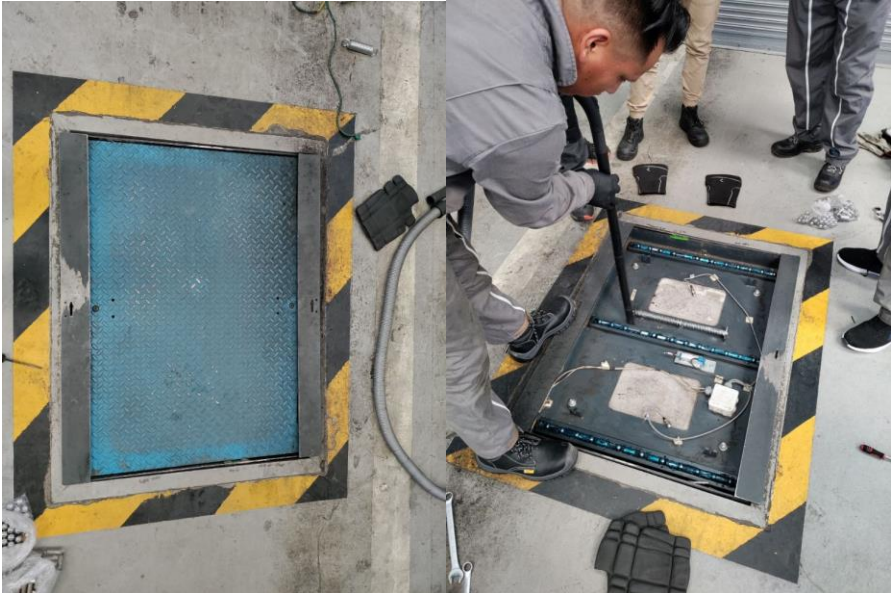


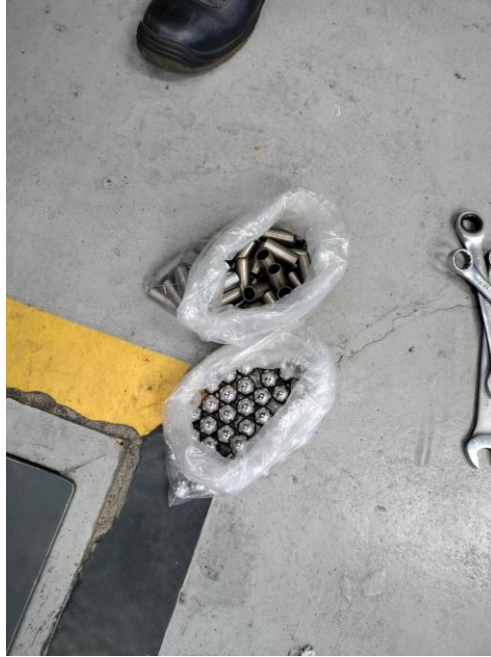




**Anexo 3. Mantenimiento de cada equipo de la LRTV**

**Anexo 3.1. Alineador al paso**

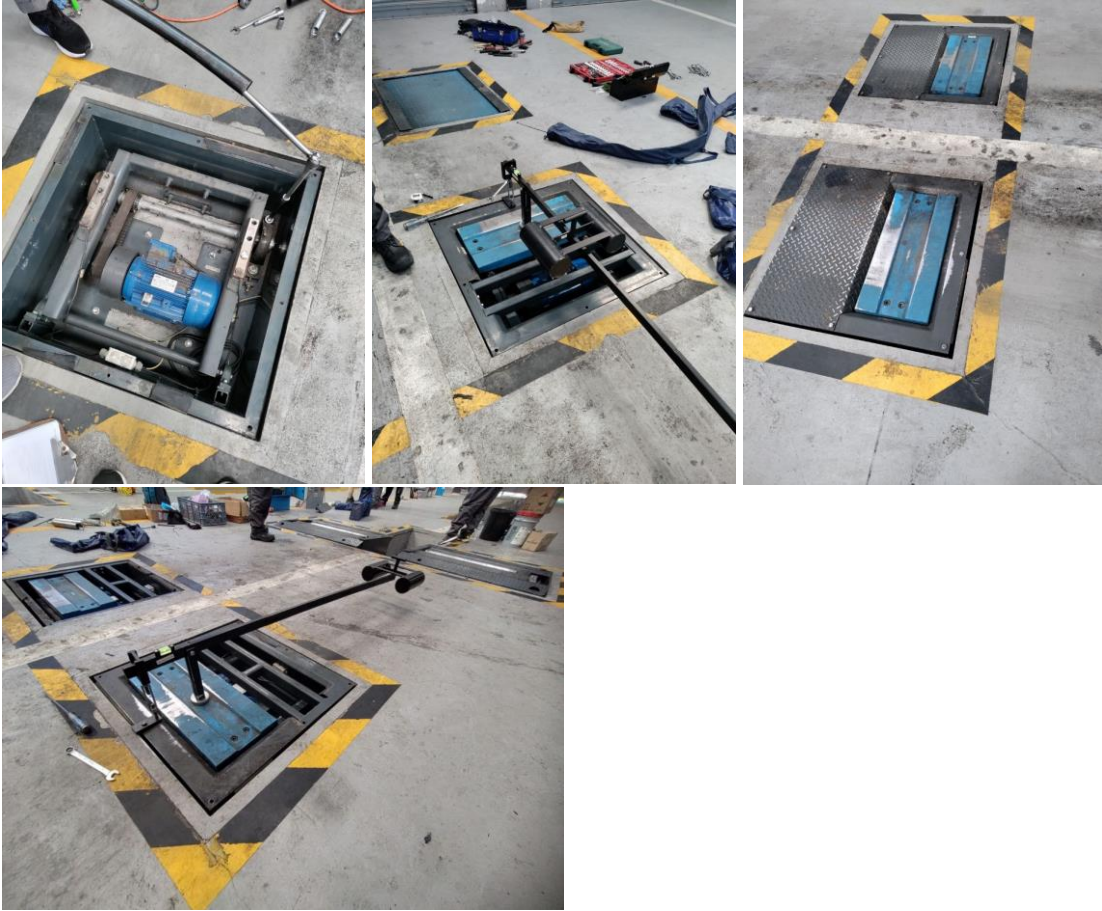






Anexo 3.2. Banco de suspensión

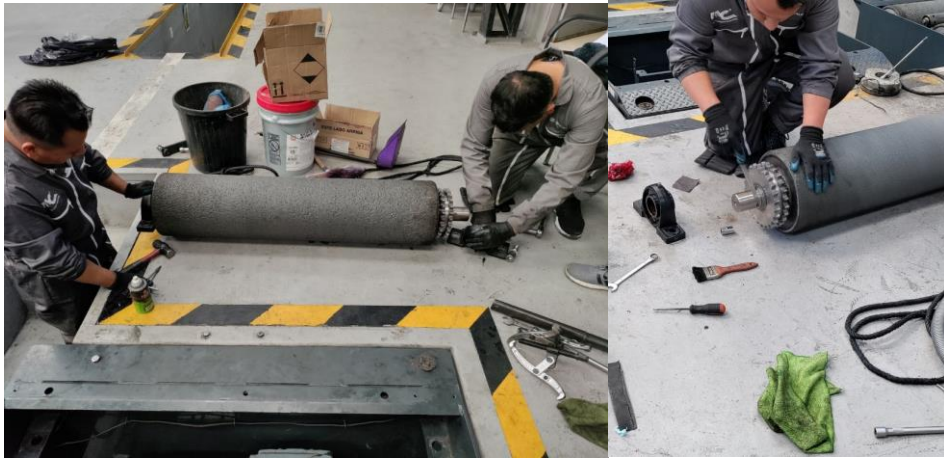




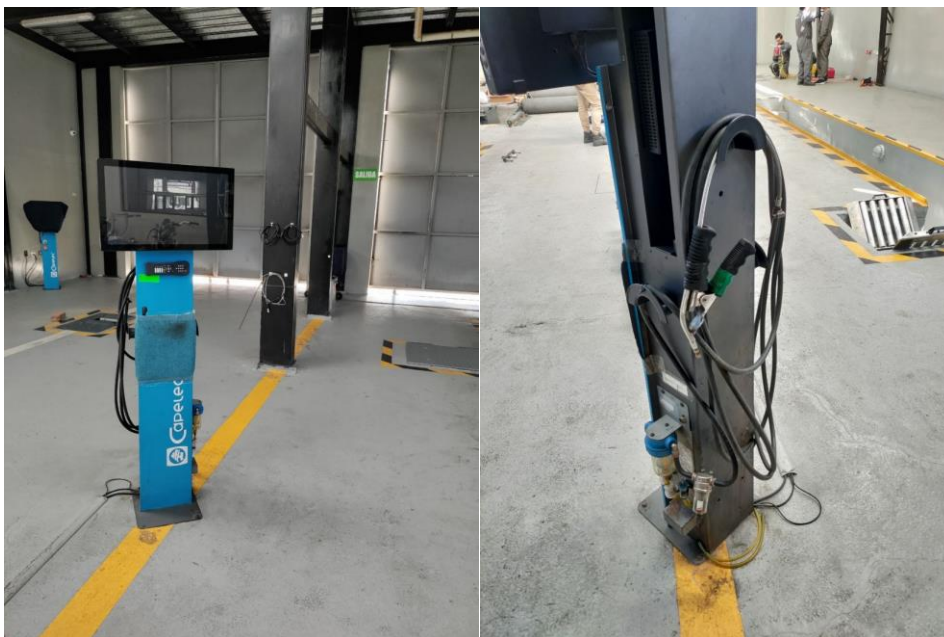
Anexo 3.3. Frenometro





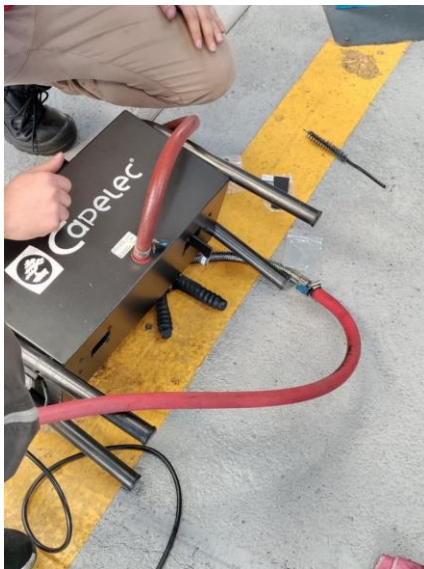


**Anexo 3.4. Analizador de gases**





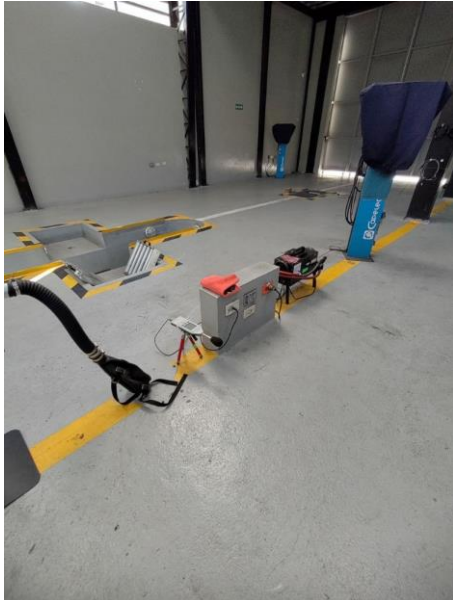
### Anexo 3.5. Opacímetro







### Anexo 3.6. Sonómetro



**Anexo 3.7. Luxómetro**



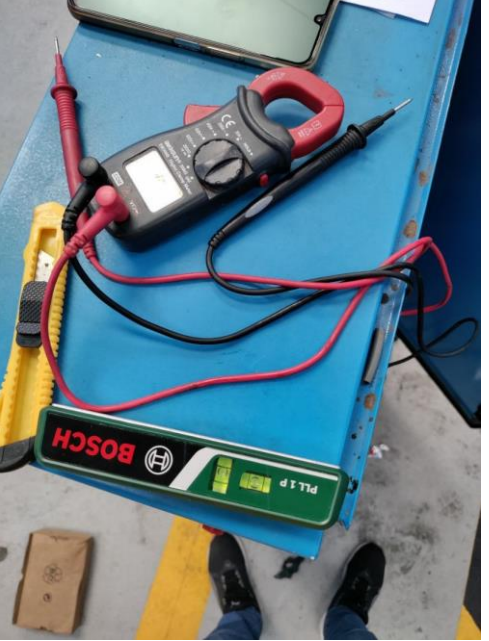
**Anexo 3.8. Detector de holguras**







Anexo 3.9. Armario Electrónico



## Anexo 4. Tabla de repuestos

		FECHA DE ACTUALIZACION 03/01/2024							
CODIGO	PRODUCTO	STOCK INCI	TOTAL	UBICACIÓN	PROVEEDOR	MARCA	EQUIPO		
P0001	ESFERAS ACERO 20 mm	156	156	B5	ESBENAL		ALINEADOR		
P0002	CILINDROS SEPARADORES	54	54	B5	MAESTRO METALMECANICO		ALINEADOR		
P0003	SENSOR DE PRESENCIA	0	0		CAPELEC		ALINEADOR		
P0004	RESORTES	0	0				ALINEADOR		
P0005	TORNILLOS PLACA	0	0				ALINEADOR		
P0006	RODELA DE AJUSTE	0	0				ALINEADOR		
P0007	CHUMACERA P205	16	8	B5	ESBENAL	NTN	BANCO SUSPENSIÓN		
P0008	CHUMACERA P213	13	13	A5	ESBENAL	NTN	BANCO SUSPENSIÓN		
P0009	BANDA 33 DIENTES 330H100 ancho 38mm	3	3	A2	BOLTON	MEGADYNE ISORAM	BANCO SUSPENSIÓN		
P0010	SENSOR DE PESO RECTANGULAR CFD 3000KG	0	2				BANCO SUSPENSIÓN		
P0011	RODAMIENTO 6311-C-2Z	12	2	B5	ESBENAL	SKF	BANCO SUSPENSIÓN		
P0012	MOTOR	0	0		CAPELEC		BANCO SUSPENSIÓN		
P0013	RESORTES	0	0				BANCO SUSPENSIÓN		
P0014	RODAMIENTOS EXCENTRICOS	0	0				BANCO SUSPENSIÓN		
P0015	PERNOS DE BASE Y MARCOS	0	0				BANCO SUSPENSIÓN		
P0016	CHUMACERAS DE RODILLOS P212	0	4		ESBENAL	NTN	BANCO FRENADO		
P0017	CHUMACERA FRENO MAGNÉTICO P208	0	0		ESBENAL	NTN	BANCO FRENADO		
P0018	CHUMACERA MOTOR P218	0	0		ESBENAL	NTN	BANCO FRENADO		
P0019	CANECA ACEITE REDUCTOR 600XP680	3	3	PISO 1 (VENTANA)	MACORSA	MOBIL (MOBLIGEAR)	BANCO FRENADO		
P0020	CADENA	0	0				BANCO FRENADO		
P0021	RODILLOS CON RECUBRIMIENTO EPOXY	0	0		CAPELEC		BANCO FRENADO		
P0022	FRENO MAGNÉTICO SK 132M54 OL	1	1	B1	CAPELEC O FABRICACION EN TORNO	NORD	BANCO FRENADO		
P0023	SENSOR DE PESO REDONDO FRENOMETRO BP 2093	1	3	B1	CAPELEC		BANCO FRENADO		
P0024	RECTIFICADOR DE VOLTAJE GPU20L	2	1	A2	EBAY INFINITUS-1	NORD	BANCO FRENADO		
P0025	SENSOR DE TORQUE	0	0		CAPELEC		BANCO FRENADO		
P0026	MOTOR	0	0		CAPELEC		BANCO FRENADO		
P0027	ACEITE DTE 25	0	0		MACORSA		DETECTOR HOLGURAS		
P0028	FUENTE DE ALIMENTACIÓN PS65R18	2	1	A2	EBAY ITELEMENTS	MEAN WELL	ANALIZADOR DE GASES		
P0029	PODOMETRO	10	10	A1					
P0030	WIRELESS EXTENDER	1	1	A2		DLINK			
P0031	SWITCH ETHERNET	1	1	A2		DLINK			
P0032	PANTALLA TACTIL IYAMA 21"	1	1	A3		IYAMA			
P0033	KIT MANOMETRO DE AIRE	1	1	A4					
P0034	SWITCH PARA SERVIDOR HPE 1820	1	1	A4		HEWLETT PACKARD			
P0035	GRASA EN TUBO PARA RODAMIENTO	6	1	A5					
P0036	PLUG EXTENSION USB	1	1	B2					
P0037	TARJETA FRENOMETRO SUSPENSIÓN SSE936	3	3	B3					
P0038	PANTALLA TACTIL LUXOMETRO	1	1	B3					
P0039	LENTE FRESSNER	1	1	B3					
P0040	PDA	7	7	B3					
P0041	CARGADOR DE PDA	14	14	B3					
P0042	LECTOR OBD PARA ANALIZADOR	1	1	B4					
P0043	JUEGO DE LENTES CALIBRADOS (3LENTES)	1	1	B4					
P0044	PUNTA CON MANGO	1	1	B4					
P0045	TRAMPA DE AGUA PRINCIPAL	6	6	B4					
P0046	GUJA METALICA	37	37	B5					
P0047	TAPA METALICA	34	34	B5					
P0048	ROUTER CON ANTENAS	1	1	A2					
P0049	TRAMPA DE AGUA EXTERNA	9	9	C3					
P0050	EJE BANCO DE SUSPENSIÓN	1	1	PISO 1 (VENTANA)					

#### Anexo 4. Tabla de repuestos, (Continuación).

P0051	CANECA DE ACEITE HIDRAULICO MEGAFLW	1	0	PISO 1 (VENTANA)	PHILIPS 66
P0053	RIEL EMPOTRADO PARA LUXOMETRO	6	6	PISO 1 (VENTANA)	
P0054	RIEL SOBRE PISO PARA LUXMETRO	6	6	PISO 1 (VENTANA)	
P0055	MINI PC	1	1	A3	
P0056	SONOMETROS	4	4	C2	SONOMETRO
P0057	CABLE 2EN1 ALIMENTACION Y COMUNICACIÓN	1	1	A3	ANALIZADOR DE GASES
P0058	CABLE DE RED	1	1	A3	
P0059	JUEGO AJUSTE DE NIVEL	1	1	B1	FRENOMETRO MIXTO
P0060	BASE MOVIL DE LUXOMETRO	3	3	PISO 2 (PARED)	REGLOSCOPIO
P0061	CABLE USB	3	3	B2	
P0062	CABLE RS32	9	9	B2	
P0063	CABLE RS232 A USB	8	8	B2	
P0064	DONGLE	8	8	B2	ANALIZADOR DE GASES
P0065	CONTROL REMOTO	1	0	B3	CAPELEC
P0066	IPOD	2	2	B3	
P0067	ADAPTADOR DC - USB	1	1	B3	
P0068	ADAPTADOR CARGA BATERÍA IPOD	9	9	B3	
P0069	SONDA ANALIZADOR DE GASES	1	1	B4	ANALIZADOR DE GASES
P0070	LENTES DE OPACIMETRO	3	3	B4	OPACIMETRO
P0071	FILTRO PRINCIPAL	3	0		ANALIZADOR DE GASES
P0072	FILTRO DE POLVO	3	0		ANALIZADOR DE GASES
P0073	SONOMETRO CESVA	0	1		CESVA SONOMETRO
P0074	ANTENA BLUETOOTH LM1010 TOTEM	0	2		TOTEM
P0075	SENSOR DE DESPLAZAMIENTO ALINEADOR TIPO RCC 110L	0	2		ALINEADOR
P0076	ANTENA BLUETOOTH OPACIMETRO	0	2		OPACIMETRO
P0077	SONDA VIBROMETRO	0	2		VIBROMETRO
P0078	LUBRICANTE PARA CADENA CYCLO	0	9	MACORSA	CYCLO
P0079	RODAMIENTO 6311-2RS1-C3	0	0	MACORSA	SKF BANCO SUSPENSIÓN
P0080	VENTILADOR OPACIMETRO	0	6		OPACIMETRO
P0081	EMPAQUE VENTILADOR OPACIMETRO	0	6		OPACIMETRO
P0082	ETIQUETA OPACIMETRO	0	6		OPACIMETRO
P0083	TARJETA PRINCIPAL OPACIMETRO	0	6		OPACIMETRO
P0084	ANALIZADOR DE GASES PARA TOTEM	0	1		ANALIZADOR DE GASES
P0085	FILTRO DE POLVO	0	128		ANALIZADOR DE GASES
P0086	PUNTA OPACIMETRO	0	2		OPACIMETRO
P0087	CABLE 2EN1 ALIMENTACION Y COMUNICACIÓN	0	2		OPACIMETRO
P0088	FILTRO TRAMPA DE AGUA	0	84		ANALIZADOR DE GASES
P0089	PINZA INDUCTIVA	0	3		ANALIZADOR DE GASES
P0090	TARJETA PARA CONEXIÓN EXTERNA ANALIZADOR 3201	0	1		ANALIZADOR DE GASES
P0091	FILTRO DE CARBON	0	25		ANALIZADOR DE GASES
P0092	POLEA DE LUXOMETRO	0	4		REGLOSCOPIO
P0093	RODAMIENTO N2201	0	2		FRENOMETRO LIMANOS
P0094	BATERIA DE IPAD	0	1		
P0095	LLAVE DE AJUSTE PARA FRENOMETRO	0	1		FRENOMETRO MIXTO