

PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LOS
EQUIPOS DE MEDICIÓN EN LA COMPAÑÍA RAYCO LTDA.

MARIANA ANDREA SANTANDER PICO
ANDRES FELIPE VILLEGAS GOMEZ

UNIVERSIDAD ECCI
DIRECCIÓN DE POSGRADOS
ESPECIALIZACIÓN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BOGOTÁ D.C.
2018

PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LOS
EQUIPOS DE MEDICIÓN EN LA COMPAÑÍA RAYCO LTDA.

MARIANA ANDREA SANTANDER PICO
ANDRES FELIPE VILLEGAS GOMEZ

Proyecto de grado para optar al título de especialistas en gerencia de mantenimiento

Asesor

Ingeniero Miguel Ángel Urián Tinoco

UNIVERSIDAD ECCI
DIRECCIÓN DE POSGRADOS
ESPECIALIZACIÓN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BOGOTÁ D.C.

2018

Contenido

1	Título de la investigación.....	8
2	Problema de investigación.....	9
2.1	Descripción del problema.....	9
2.2	Planteamiento del problema.....	10
2.3	Sistematización del problema.....	10
3	Objetivos de la investigación.....	12
3.1	Objetivo general.....	12
3.2	Objetivos específicos.....	12
4	Justificación y delimitación de la investigación.....	13
4.1	Justificación.....	13
4.2	Delimitación.....	15
4.3	Limitaciones.....	15
5	Marco conceptual.....	16
5.1	Estado del arte.....	16
5.1.1	Estado del arte Local.....	16
5.1.2	Estado del arte Nacional.....	18
5.1.3	Estado del arte Internacional.....	20
5.2	Marco teórico.....	23
5.2.1	Definición de mantenimiento.....	24
5.2.2	Historia del mantenimiento.....	24
5.2.3	Filosofía del Mantenimiento.....	26

5.2.4	Objetivo del mantenimiento.....	26
5.2.5	Funciones del mantenimiento.....	27
5.2.6	Tipos de mantenimiento.....	28
5.2.7	Metodologías de mantenimiento.....	30
5.2.8	Análisis de criticidad.....	34
5.2.9	Indicadores de mantenimiento.....	35
5.2.10	Costos de mantenimiento. (Pascual J, 2002).....	37
5.2.11	Equipos de medición.....	39
5.3	Marco normativo/legal.....	41
5.4	Marco histórico.....	41
6	Marco metodológico.....	45
6.1	Recolección de la información.....	45
6.1.1	Tipo de Investigación.....	45
6.1.2	Fuentes de obtención de la información.....	45
6.1.3	Herramientas.....	46
6.1.4	Metodología de la investigación.....	47
6.1.5	Información recopilada.....	48
6.2	Análisis de la información.....	50
6.2.1	Inventarios.....	50
6.2.2	Registros de novedades.....	51
6.2.3	Análisis de criticidad.....	52

6.2.4	Indicadores de gestión de mantenimiento.....	52
6.3	Propuesta de solución.....	54
6.3.1	Elaboración de formatos.....	54
6.3.2	Rutinas de inspección y mantenimiento.....	57
6.3.3	Indicadores de gestión.....	57
7	Resultados esperados	58
7.1	Gestión de activos	58
7.2	Gestión documental.....	58
7.3	Gestión del mantenimiento.....	59
8	Análisis financiero	60
9	Conclusiones y recomendaciones	63
9.1	Conclusiones	63
9.2	Recomendaciones.....	64
10	Bibliografía.....	65
11	Anexos.....	67
11.1	Ilustraciones	67
11.2	Tablas	75

Ilustraciones

<i>Ilustración 1 Alcoholímetro</i>	67
<i>Ilustración 2 Analizador de comunicaciones</i>	67
<i>Ilustración 3 Analizador de líneas</i>	67
<i>Ilustración 4 Calibrador de lazo</i>	68
<i>Ilustración 5 Cell máster</i>	68
<i>Ilustración 6 Certificadora de cable</i>	68
<i>Ilustración 7 Multidetector de gases</i>	68
<i>Ilustración 8 Multímetro digital</i>	69
<i>Ilustración 9 Pinza amperimétrica</i>	69
<i>Ilustración 10 Telurómetro</i>	69
<i>Ilustración 11 Vatímetro</i>	70
<i>Ilustración 12 Pareto para relación de familia equipos Vs cantidad total de equipos</i>	70
<i>Ilustración 13 Relación marcas por familia Vs cantidad de equipos</i>	71
<i>Ilustración 14 Gráfico Pareto para clasificación nivel de criticidad</i>	71
<i>Ilustración 15 Formato Hoja de Vida</i>	72
<i>Ilustración 16 Formato Orden de Trabajo</i>	73
<i>Ilustración 17 Formato Histórico de Mantenimiento</i>	74

Tablas

<i>Tabla 1 Marco normativo/legal</i>	75
<i>Tabla 2 Tipo de Investigación</i>	75
<i>Tabla 3 Inventario equipos de medición</i>	76
<i>Tabla 4 Registro de Novedades</i>	79
<i>Tabla 5 Base de Datos Manuales de operación y mantenimiento</i>	81
<i>Tabla 6 Clasificación por familias equipos de medición</i>	82
<i>Tabla 7 Modelo cualitativo de criticidad</i>	83
<i>Tabla 8 Participación Impacto</i>	83
<i>Tabla 9 Ejemplo desarrollo y metas indicadores de gestión de mantenimiento</i>	84
<i>Tabla 10 Inventario equipos de medición</i>	84
<i>Tabla 11 Consolidado formato de modelo cualitativo de criticidad</i>	85
<i>Tabla 12 Complemento consolidado formato de modelo cualitativo de criticidad</i>	86
<i>Tabla 13 Clasificación equipos de acuerdo con su nivel de criticidad</i>	87
<i>Tabla 14 Equipos disponibles requeridos por el departamento de medición</i>	87
<i>Tabla 15 Rutinas de Inspección y Calibración</i>	88
<i>Tabla 16 Indicadores de gestión de mantenimiento para los equipos de medición</i>	89
<i>Tabla 17 Presupuesto Inspecciones y Calibraciones</i>	91
<i>Tabla 18 Registro préstamo equipos de medición 2018</i>	92
<i>Tabla 19 Tarifa alquiler 2018 (día)</i>	102
<i>Tabla 20 Consolidado préstamo equipos de medición Vs. Tarifa de alquiler externa</i>	103

1 Título de la investigación

Propuesta para un plan de mantenimiento preventivo a los equipos de medición en la compañía RAYCO Ltda.

2 Problema de investigación

2.1 Descripción del problema

Considerando las premisas de Innovación y desarrollo como pilar estratégico y en aras de lograr posicionar la compañía por sus altos estándares de calidad en sus servicios, se hace necesario implementar procesos al interior de la empresa que permitan lograr la plena satisfacción de los clientes y el cumplimiento de la misión y visión de esta.

RAYCO Ltda. Para el desarrollo de sus servicios cuenta con un departamento de laboratorio donde se administra, almacena y suministra equipos de medición a los profesionales encargados de la ejecución de los diferentes proyectos.

La ausencia de registros de intervenciones realizadas a los equipos de medición que no son objeto de calibración y el desconocimiento de normatividad técnica y legal para la gestión de mantenimiento imposibilita la ejecución de un adecuado análisis para aquellos indicadores esenciales a medir y controlar tales como: Mantenibilidad, Confiabilidad y Disponibilidad; adicionalmente afecta la ejecución de los servicios contratados por el cliente debido fallas en la operación de los equipos ya sea por descalibración y/o baja confiabilidad en su operación.

Dentro del Departamento no existen antecedentes de estudios referente a alguna propuesta que permita mitigar estas falencias, únicamente se cuenta con un plan de calibración para el 10 % de los equipos de medición, entre los que se encuentran: multímetros, analizadores de comunicaciones, analizador de líneas, cell máster, vatímetros, telurómetros, calibradores de lazo y pinzas amperimétricas, entre otros.

No hay una solución real con base al problema planteado y no tener este procedimiento establecido ha generado situaciones negativas como:

- Sobre costos por envío de equipo para reemplazar el equipo averiado.
- Retrasos en los trabajos de campo debido a la baja confiabilidad de los equipos.
- Hallazgos y oportunidades de mejora como resultado de las auditorías internas y externas realizadas al subproceso, influenciando en el resultado final de los procesos de evaluación para la Política Integral de Gestión (PIG) de la compañía.
- Incumplimientos en la prestación de los servicios generando afectación a las cláusulas contractuales.

2.2 Planteamiento del problema

De acuerdo con la problemática descrita en el numeral anterior a continuación, se plantea la pregunta problema: ¿Cómo a través de un plan de mantenimiento preventivo se pueden mejorar indicadores como: mantenibilidad, confiabilidad y disponibilidad en los equipos de medición para la compañía RAYCO Ltda?

2.3 Sistematización del problema

- ¿Cómo se realiza actualmente la gestión de mantenimiento para los equipos de medición del subproceso de laboratorio dentro de la compañía RAYCO Ltda.?
- ¿Qué información es necesaria para definir el criterio de selección de la metodología a implantar en el diseño del plan de mantenimiento preventivo a proponer?

- ¿Cuál será la metodología preventiva más apropiada para la gestión de mantenimiento en los equipos de medición del subproceso de laboratorio dentro de la compañía RAYCO Ltda.?

3 Objetivos de la investigación

3.1 Objetivo general

Elaborar la propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para los equipos de medición en la empresa RAYCO LTDA.

3.2 Objetivos específicos

- Diagnosticar la problemática actual del subproceso de laboratorio respecto a los programas, procedimientos y procesos actuales que se tienen para la gestión de mantenimiento.
- Recopilar la información necesaria para definir las actividades y procesos del plan de mantenimiento preventivo a proponer.
- Definir la metodología a implementar dentro de la propuesta de mantenimiento preventivo para los equipos de medición de la Compañía RAYCO Ltda.

4 Justificación y delimitación de la investigación

4.1 Justificación

RAYCO Ltda está comprometida con los procesos de Innovación y Desarrollo (ID) para ello la compañía permanentemente se encuentra en la búsqueda de posibilidades de futuro en nuevos procesos productivos y tendencias tecnológicas, para lograr que sus clientes obtengan soluciones avanzadas, seguras y confiables.

En los últimos años, nuevos esquemas de inscripción, tecnología digital en radios de dos vías, incremento en el ancho de banda en los enlaces inalámbricos, desarrollos de aplicaciones para dispositivos móviles y generación de algoritmos en sistemas de automatización han sido verificados y validados a través de sus procesos de calidad para entregar productos y soluciones que les permitan a sus clientes optimizar sus procesos y minimizar errores.

La implementación de las normas del sistema de gestión de calidad, sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo en sus diferentes certificaciones, han permitido aplicar eficazmente las nuevas tecnologías, con una gestión adecuada de los recursos humanos, de infraestructura y documental, a fin de brindar soluciones integrales y seguras bajo los estándares de calidad.

Basados en las premisas de Innovación y desarrollo, y en aras de lograr posicionar la compañía por sus altos estándares de calidad en sus servicios, se hace necesario implementar procesos al interior de la empresa que permitan lograr la plena satisfacción de los clientes y lograr el cumplimiento de la misión y visión de la compañía.

Como resultado de las auditorías internas y externas de las que ha sido objeto la organización y por ende cada uno de los procesos que la componen, en nuestro caso en el subproceso de laboratorio, se ha evidenciado que no existe un registro de control que especifique los mantenimientos realizados, novedades presentadas y condiciones operacionales para los equipos de medición que no son objeto de calibración; una de las maneras de mitigar esta situación, es mediante la implementación un protocolo para la administración de los activos asignados a la ejecución de los proyectos, dicho documento debe contemplar los procedimientos necesarios para la validación del funcionamiento, calibración y mantenimiento acorde a las especificaciones del fabricante, los protocolos antes relacionados, al igual que la gestión documental requerida para el seguimiento y control de activos, se encuentran contempladas dentro de la propuesta para la elaboración de un plan de mantenimiento preventivo a los equipos de medición en la empresa RAYCO Ltda.

La elaboración de la propuesta de mantenimiento permitirá:

- Tener mayor control documental para cada uno de los equipos de medición.
- Controlar y realizar seguimiento a las reparaciones e intervenciones realizadas y pendientes por realizar.
- Facilitar la toma de decisiones gerenciales basados en los resultados de los indicadores de gestión de mantenimiento establecidos dentro del documento (adquisición de equipos, baja de equipos, entre otros).
- Mejorar el suministro de equipos confiables para el desarrollo de los servicios.
- Reducir costos en las intervenciones preventivas y correctivas.
- Reducir significativamente los tiempos adicionales de servicios ocasionados por fallas en los equipos.

- Dar cumplimiento a las políticas del Sistema de gestión Integrado para contribuir a los excelentes estándares de calidad vislumbrados dentro de los pilares estratégicos de la compañía.

Todo lo anterior en pro de prestar el mejor servicio a los clientes finales.

4.2 Delimitación

La propuesta para un plan de mantenimiento preventivo a los equipos de medición del subproceso de Laboratorio para la compañía RAYCO Ltda. Ubicada en la Calle 127B Bis #45-53, Bogotá D.C, se desarrollará a partir del mes de agosto de 2018 hasta el mes de diciembre del mismo año.

4.3 Limitaciones

- El tiempo destinado para desarrollar las tareas a incluir dentro del plan de mantenimiento preventivo es limitado teniendo en cuenta la cantidad de equipos de medición (50 aproximadamente).
- Acceso a la información de la compañía es limitado.

5 Marco conceptual

5.1 Estado del arte

5.1.1 Estado del arte Local.

En el año 2009, en la universidad ECCI de Bogotá, los ingenieros Héctor Javier Sánchez Vásquez y Jhon Mario Bravo Calderón desarrollaron el trabajo de grado titulado “*Propuesta de un programa de mantenimiento preventivo para una empresa del sector industrial TECNOFRES*” en el cual plantea recomendar a la empresa que se establezca un programa de mantenimiento que permita dar valores agregados a nivel operativo, haciendo uso una la metodología basada en la recolección de la información de la compañía, a partir dicha información se obtuvo: inventario de equipos de los cuales se identificaron los más críticos, se calcularon algunos indicadores de mantenimiento y se crearon formatos con el fin de mejorar algunos procesos documentales para la gestión de activos, de lo anterior se extracta para la presente investigación como mediante un programa de mantenimiento aplicado a una organización puede generarle a ella beneficios como: confiabilidad de sus equipos, disminución de pérdidas por fallas, mejoras en sus procesos y reducción de costos.

En el año 2015, en la universidad ECCI de Bogotá, los ingenieros Wilmer Smith Estupiñán Hidalgo y Helman Giovanny Torres García desarrollaron el trabajo de grado titulado “*Propuesta para la creación de un árbol de equipos de la flota vehicular de un concesionario perteneciente al sistema integrado de transporte público de Bogotá*” en el cual se plantea que mediante el diseño y aplicación de un árbol de equipos se pueda generar un plan de mantenimiento haciendo

uso una metodología basada en la recolección de la información, encontrando que acorde a las necesidades actuales y la mejora del servicio, esta herramienta será de gran utilidad en temas de costos y mejoras en procesos, de lo anterior se extrae cómo a raíz del conocimiento de los sistemas de un equipo se puede establecer un plan de mantenimiento efectivo para el mismo.

En el año 2013, en la universidad ECCI de Bogotá, los ingenieros Alejandro Silva Riaño y Oscar Javier Pérez Vega desarrollaron el trabajo de grado titulado “*Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para tracto camiones de una agencia logística en una compañía de la industria militar*”, en el cual se plantea cómo el diseño de un plan de mantenimiento preventivo puede servir de herramienta para gestión de costos y creación de indicadores de mantenimiento, haciendo uso de las metodologías de recolección y análisis de datos, encontrando cómo por medio de la información recolectada se puede dar origen a los procesos, herramientas y técnicas necesarias para la creación del plan de mantenimiento, de lo anterior se extrae para la presente investigación, cómo teniendo en cuenta la actividad o funcionamiento del equipo se pueden establecer las rutinas de inspección para la mantenibilidad de dichos activos.

En el año 2012, en la universidad ECCI de Bogotá, los ingenieros Gabriel García Cifuentes y Rubén Darío Forero López desarrollaron el trabajo de grado titulado “*Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para herramientas de corte de mármol*” en el cual se plantea cómo por medio de un estudio de los recursos se puede identificar la viabilidad del plan de mantenimiento, haciendo uso de las metodologías de riesgo basado en inspección y recopilación de la información, encontrando la estructuración de las políticas de mantenimiento e inventario, de lo anterior se extrae para la presente investigación cómo por medio de los resultados obtenidos se puede calificar la efectividad y calidad del mantenimiento efectuado y el nivel de mejora en las deficiencias de funcionamiento del equipo o sistema al cual le fue aplicado.

En el año 2013, en la universidad ECCI de Bogotá, el ingeniero Juan Sebastián Rodríguez Guerrero desarrolló el trabajo de grado titulado *“Plan de mantenimiento preventivo escolar para la institución educativa Simón Rodríguez”* en el cual se plantea un plan de mantenimiento preventivo con el fin de generar un mejor control de los activos, haciendo uso de las metodologías recolección y análisis de datos, encontrando que a partir de un inventario de equipos codificado por cada una de las áreas, se podría clasificar cada uno de ellos acorde a la importancia a nivel educativo, de lo anterior se extracta para la presente investigación que por medio de la matriz de criticidad se puede realizar el estudio de los activos pudiendo reconocer del más crítico al menos crítico.

5.1.2 Estado del arte Nacional.

En el año 2009, en la Universidad de Cartagena en Cartagena, los ingenieros Jorge Luis Valdés Atencio y Erick Armando San Martín Pacheco desarrollaron el trabajo de grado titulado *“Diseño de un plan de mantenimiento preventivo-predictivo aplicado a los equipos de la empresa remaplast”* en el cual se plantea un diseño de plan de mantenimiento preventivo-predictivo para sus equipos haciendo uso de la metodología inductiva, encontrando que mediante la elaboración de un inventario, la identificación la importancia de equipo dentro del proceso y la organización documental dieron como resultado las actividades que se plasmaron en el plan de mantenimiento, creando así esta herramienta con la finalidad de mejorar la gestión del mantenimiento en la empresa Remaplast, de lo anterior se extracta para la presente investigación que el conocimiento de los activos disponibles en la compañía permitirá resultados reales ante la ejecución de dicho plan de mantenimiento.

En el año 2017, en la universidad Santo Tomás de Bogotá, el ingeniero Juan Sebastián Urrego Torres desarrollo el trabajo de grado titulado *“Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo para equipos de la línea de perforación de la empresa cimentaciones de Colombia Ltda.”*, en el cual se plantea la elaboración de un plan de mantenimiento preventivo haciendo uso de las metodologías de análisis de causa raíz, encontrando el origen de la falla, frecuencia con que ocurre e impacto que produce, de lo anterior se extracta para la presente investigación, que por medio de los indicadores establecidos se podrá evaluar tiempos de reparación, confiabilidad, disponibilidad, mantenibilidad etc.

En el año 2015, en la universidad de Nariño en Nariño, el ingeniero Luis Carlos Quiroz Chamorro desarrollo el trabajo de grado titulado *“Diseño del plan de mantenimiento de equipos de la emisora RCN, Rumba estéreo y cableado estructurado para el área de comunicaciones de la diócesis de Ipiales”* en el cual se plantea desarrollar los componentes principales de un mantenimiento preventivo, haciendo uso de las metodologías de mantenimiento preventivo y correctivo, encontrando que por medio de rutinas de mantenimiento e instructivos se podrá administrar eficientemente los equipos, de lo anterior se extracta para la presente investigación que en ocasiones no estamos exentos que los equipos presenten fallas inesperadas que puedan generar en ellos la ejecución de actividades correctivas.

En el año 2017, en la universidad Militar Nueva Granada de Bogotá, el ingeniero Andrés Camilo Peña Sánchez desarrolló el trabajo de grado titulado *“Diseño del plan de mantenimiento preventivo y correctivo para la planta de tratamiento de agua potable del municipio de muzo (Boyacá)”* en el cual se plantea la creación de un plan de mantenimiento haciendo uso de la metodología explicativa donde se evaluaron las condiciones en las que opera el sistema de agua potable, encontrando que los problemas presentados se generaron por causa de un mantenimiento

deficiente, de lo anterior se extracta para la presente investigación como la implementación de un plan de mantenimiento preventivo en una empresa que opera el tratamiento de agua potable, brinda mejor calidad en el servicio y presta un valor agregado a la sociedad y al medio ambiente.

En el año 2012, en la universidad Tecnológica de Bolívar de Cartagena, los ingenieros Hernando José Bravo Jiménez y Luis Carlos Castro Utria desarrollaron el trabajo de grado titulado “*Plan de mantenimiento preventivo de maquinaria pesada de la empresa Inser sas*” en el cual se plantea un plan de mantenimiento preventivo como herramienta de continuidad productiva para la empresa, haciendo uso de las metodologías de recolección de información en campo e información del fabricante de los equipos, encontrando que por medio de dicho plan se obtiene disminución de tiempos muertos, alargamiento de vida útil, disminución de costos por mantenimientos correctivos etc., de lo anterior se extracta para la presente investigación, que no solamente por medio de un plan de mantenimiento preventivo se puede beneficiar la organización sino también los clientes ya que recibirán mejor servicio lo que se verá reflejado en la satisfacción de los mismos.

5.1.3 .Estado del arte Internacional.

En el año 2013, en la universidad Instituto Universitario Politécnico “Santiago Nariño” de República Bolivariana de Venezuela, el ingeniero T.S.U Cedeño M, José G desarrollo el trabajo de grado titulado “*Propuesta de plan de mantenimiento preventivo basado en la norma covenín 3049-93 para la planta de mezcla de fluidos de perforación en la empresa Proamsa, Maturín estado Monagas*” en el cual se plantea un plan de mantenimiento preventivo con el fin de optimizar las actividades y disminuir tiempos en la planta de mezcla de fluidos aplicando la

norma Covenín 3049-93, haciendo uso de la metodología de proyecto factible, apoyándose en dar una solución al problema planteado de forma práctica, encontrando que por medio de una investigación de nivel descriptivo se obtiene una solución a partir de recolección y análisis de datos, garantizando así un mejor funcionamiento de las máquinas, logrando la disminución de fallas y por ende haciendo que el proyecto sea viable, de lo anterior se extracta para la presente investigación que por medio de un programa de mantenimiento preventivo se puede mejorar las condiciones de funcionamiento y prolongar vida útil del equipo.

En el año 2016, en la universidad Central de Venezuela en Venezuela, el ingeniero Fabián E. Bravo H desarrollo el trabajo de grado titulado *“Elaboración de un plan de mantenimiento centrado en confiabilidad”* en el cual se plantea un plan de mantenimiento como alternativa que permita la disminución de las horas de paradas no programadas en la línea seis de Pepsico Alimentos haciendo uso de la metodología del mantenimiento centrado en confiabilidad, encontrando que por medio de este se puede realizar una gestión de mantenimiento eficiente, y aumentar la disponibilidad de sus activos físicos, de lo anterior se extracta para la presente investigación que por medio de este método y sus herramientas es posible a través de tareas preestablecidas reducir el número de horas de paradas no programadas, obteniendo una mayor confiabilidad y disponibilidad de los activos.

En el año 2016, en la universidad Politécnica de Valencia de España, el ingeniero D. Hamid Allali desarrollo el trabajo de grado titulado *“Propuesta de un plan de mantenimiento para la flota vehicular megalog”*, en el cual se plantea una propuesta de plan de mantenimiento teniendo en cuenta aspectos técnicos y económicos, haciendo uso de las metodologías de investigación técnica y de campo, inspección técnica y pruebas de funcionamiento, logrando mejorar la gestión de mantenimiento mediante la elaboración e implementación de registros, fichas técnicas y

formatos, de lo anterior se extracta para la presente investigación que por medio de las actividades de mantenimiento y los registros de las mismas se puede tener un histórico de las intervenciones realizadas a los equipos y por ende un control y validación de la vida útil de los mismos.

En el año 2013, en la universidad Politécnica de Cataluña de España, la ingeniera Sarah Lockhart Pastor desarrolló el trabajo de grado titulado *“Propuesta de modelo de mantenimiento preventivo en centros escolares públicos en República Dominicana”* en el cual se plantea una propuesta de mantenimiento preventivo, haciendo uso de las metodologías de recolección y análisis de información, encontrando que por medio de la aplicación de mantenimientos preventivos a las edificaciones de las escuelas de República Dominicana, se puede evitar accidentes fatales y garantizar la condición de los estudiantes que las ocupan, de lo anterior se extracta para la presente investigación que todo activo debido a su uso tiende a sufrir desgaste y por ende se ve reflejada la importancia del mantenimiento para estos, con el fin de velar por un adecuado funcionamiento y prolongar la vida útil de los mismos.

En el año 2012, en la universidad Politécnica Salesiana de Ecuador, los ingenieros Herman Manuel Maldonado Villavicencio y Luis Alfredo Sigüenza Maldonado desarrollaron el trabajo de grado titulado *“Propuesta de un plan de mantenimiento para maquinaria pesada de la empresa minera Dynasty mining del cantón Portovelo”* en el cual se plantea , haciendo uso de las metodologías de recolección y análisis de información por medio de formularios, que a través de los resultados obtenidos mediante la metodología antes descrita es posible diagnosticar la gestión del mantenimiento dentro de la compañía, de lo anterior se extracta para la presente investigación que por medio de un diagnóstico adecuado se pueden determinar las herramientas

requeridas para la ejecución de las rutinas de mantenimiento y las aptitudes y actitudes que debe tener el personal encargado de realizar las mismas.

5.2 Marco teórico

A continuación, se enlistan aquellos conceptos básicos considerados para el desarrollo del presente proyecto para la propuesta de plan de mantenimiento para los equipos de medición en la compañía RAYCO S.A.

- Definición de mantenimiento.
- Historia del mantenimiento.
- Filosofía del mantenimiento.
- Objetivo del mantenimiento.
- Funciones del mantenimiento.
- Tipos de mantenimiento.
- Metodologías de mantenimiento.
- Análisis de criticidad.
- Métodos de análisis de fallas.
- Indicadores de mantenimiento.
- Costos de mantenimiento.
- Equipos de medición.

5.2.1 Definición de mantenimiento.

Se puede definir el mantenimiento al conjunto de acciones encaminadas a conservar o reestablecer, en este caso, cualquier tipo de máquina antes o después de la falla para que esta siga su funcionamiento adecuado y brindar un mejor servicio y a la vez establecer condiciones de seguridad para proteger a los trabajadores y evitar cualquier tipo de accidente si la falla ocurre mientras el equipo está en funcionamiento.

5.2.2 Historia del mantenimiento.

El mantenimiento nació con la primera herramienta, elaborada por el hombre y a partir de ese instante ha evolucionado de la mano de la actividad productiva. Sin embargo, Técnicamente, el mantenimiento incursionó en la industria en el siglo XI.

El mantenimiento se tecnificó después de la Segunda Guerra Mundial y tuvo que hacerlo en la medida en que evolucionaron una serie de aspectos tales como:

- El desarrollo técnico de las máquinas.
- El desarrollo socio cultural de la población.
- El desarrollo de la población.
- La situación político-militar del mundo.
- El desarrollo de la ciencia y la técnica (la física, la electrónica, la computación, etc.).
- La protección del medio ambiente.

A continuación, se enlista en la línea del tiempo los avances más importantes que se han venido presentado en el sector y que han brindado un sentido de integración al actual concepto de mantenimiento.

1780 Mantenimiento Correctivo (CM).

1798 Uso de partes intercambiables en las máquinas.

1910 Formación de cuadrillas de Mantenimiento Correctivo.

1914 Mantenimiento Preventivo (MP).

1937 Conocimiento del Principio de W. Pareto.

1939 Se controlan los trabajos de Mantenimiento Preventivo con estadística.

1950 En Estados Unidos de América se desarrolla el Mantenimiento Productivo (PM).

1951 Se da a conocer el “Análisis de Weibull”.

1960 Se desarrolla el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM).

1961 Se inicia el Poka-Yoke.

1965 Se inicia con el desarrollo del análisis- Causa- Raíz (RCA).

1968 Se da la presentación de la Guía MSG-1 o conocida también como RCM mejorado.

1970 Se origina la divulgación de las computadoras como herramienta para la administración de activos (CMMS).

1971 Desarrollo del Mantenimiento Productivo Total (TPM).

1978 Presentación de la Guía MSG-3 para mejoras del mantenimiento en naves aéreas.

1980 Desarrollo y optimización del Mantenimiento Planificado (PMO).

1980 Aplicación del RCM-2 en todas las clases de industrias.

1995 Desarrollo del proceso de los 5 Pilares del lugar de trabajo visual (5S's).

2005 Estudio de la filosofía de la Conservación Industrial (IC).

5.2.3 Filosofía del Mantenimiento.

Como profesionales dedicados al sector del mantenimiento Industrial, se tiene como propósito contribuir con el mejoramiento continuo de sistemas productivos de bienes y servicios. Una de las formas de contribuir a dicho mejoramiento es asegurando la disponibilidad y confiabilidad de las operaciones de los equipos de medición de la empresa mediante un óptimo mantenimiento.

5.2.4 Objetivo del mantenimiento.

Los objetivos principales de la gestión del mantenimiento deben estar encaminados a:

Reducir, evadir y reparar según el caso, las fallas presentadas en los equipos o instalación de la central.

- Evitar el paro o detenciones innecesarias de las máquinas.
- Lograr evitar el origen de accidentes.
- Evadir los riesgos de posibles incidentes aumentando la seguridad de las personas.
- Preservar en condiciones seguras y de operación los bienes productivos.
- Hacer un balance del costo de mantenimiento acorde al lucro cesante.
- Lograr la prolongación de la vida útil de los bienes.

A continuación se describe los principales objetivos del mantenimiento encausados al ahorro de costos generales de producción:

- Realizar inspección sistemática de todas las instalaciones.
- Velar porque las instalaciones y equipos se encuentren siempre en su mejor estado con el fin de prevenir tiempos de parada no programados.

- Efectuar las reparaciones de emergencia en el menor tiempo.
- Prolongar la vida útil de los equipos e instalaciones al máximo.
- Sugerir y proyectar mejoras en la maquinaria y equipos para disminuir las posibilidades de daño y rotura.
- Controlar el costo directo del mantenimiento mediante el uso correcto y eficiencia de los recursos físicos y humanos.

5.2.5 Funciones del mantenimiento.

5.2.5.1 Funciones Primarias.

- Mantener, reparar y revisar los equipos e instalaciones.
- Modificar, instalar, remover equipos e instalaciones.
- Desarrollo de programas de Mantenimiento de acuerdo con las políticas establecidas por la compañía.
- Selección y entrenamiento de personal.

5.2.5.2 Funciones Secundarias.

- Acompañar y brindar asesoría para la compra de nuevos equipos.
- Realizar pedidos de suministros, herramientas y repuestos.
- Garantizar y hacer control de suministros e inventario de repuestos.
- Preservar los sistemas de protección y equipos de seguridad.

- Guiar el inventario y contabilidad de los equipos.

5.2.5.3 Actividades y responsabilidades del Mantenimiento.

- Proporcionar la máxima confiabilidad en los equipos con el fin de minimizar fallas que puedan afectar la producción.
- Preservar y mantener al máximo la eficiencia de operación de los equipos.
- Minimización en costos de mantenimiento.
- Conservar el nivel de ingeniería práctica más alta en el trabajo realizado.
- Investigar las causas y generar soluciones oportunas a los paros de emergencia.
- Realizar planeación y coordinación del trabajo acorde a la fuerza laboral de la que se dispone.
- Preparar anualmente un presupuesto para justificar el costo de mantenimiento.
- Crear una rutina de inspección adecuada para los equipos de la organización.

5.2.6 Tipos de mantenimiento.

5.2.6.1 Mantenimiento correctivo.

Se comprende mantenimiento correctivo como la corrección de fallas o averías que se presenten. La constante reparación debido a una avería obliga a que la instalación de la máquina sea detenida debido a la falla.

Hay dos diferentes maneras de realizar mantenimiento correctivo: el programado y no programado. La diferencia entre ellos es que mientras el no programado asume que después de presentada la falla esta debe ser reparada, mientras que el programado o planificado asume la corrección de la falla al disponer de los recursos necesarios y la disponibilidad del tiempo para reparar según la disponibilidad de producción. Dependiendo de la relevancia del equipo del sistema productivo a reparar se establece que tipo de mantenimiento correctivo se aplicará (Programado o no programado). (Garcia Garrido, 2009)

5.2.6.2 Mantenimiento preventivo.

El mantenimiento preventivo consiste en programar las actividades de acuerdo con intervalos predeterminados de tiempo o espacios regulares. El objetivo de este tipo de mantenimiento es reducir la probabilidad de avería o pérdida de rendimiento de una máquina o instalación tratando de planificar unas intervenciones que se ajusten al máximo a la vida útil del elemento intervenido. Este tipo de mantenimiento tiene como objetivo proporcionar un programa de administración del mantenimiento que permita el tiempo máximo de funcionamiento con costos mínimos y máxima seguridad. (Tamborero del Pino, 1999)

5.2.6.3 Mantenimiento predictivo.

El mantenimiento predictivo consta de una serie de ensayos de carácter no destructivo encaminados a detectar factores que puedan mostrar la aparición temprana de una falla en algún componente del equipo.

Los ensayos que más se utilizan en las industrias son los siguientes:

- **Análisis de Vibraciones:** Es una técnica de mantenimiento predictivo basada en el estudio del funcionamiento de las máquinas rotativas a través del comportamiento de sus vibraciones.
- **Termografía:** La Termografía es una técnica que estudia el comportamiento de la temperatura de las máquinas con el fin de determinar si se encuentran funcionando de manera correcta.
- **Análisis por Ultrasonido:** El análisis por ultrasonido está basado en el estudio de las ondas de sonido de alta frecuencia producidas por las máquinas cuando presentan algún tipo de problema.
- **Análisis de Aceite:** El análisis de aceites determina el estado de operación de las máquinas a partir del estudio de las propiedades físicas y químicas de su aceite lubricante. (Olarte, Botero, & Cañon, 2010)

5.2.7 Metodologías de mantenimiento.

5.2.7.1 Mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM).

El RCM es un proceso que se usa para determinar los requerimientos del mantenimiento de los elementos físicos en su contexto operacional o lo que es lo mismo, un proceso que se emplea para determinar lo que debe hacerse para asegurar que un elemento físico sigue desempeñando las funciones deseadas en su contexto operacional.

Para determinar si un proceso puede considerarse RCM se debe cumplir en su totalidad los 7 pasos descritos en el estándar SAE 1011 y enunciados a continuación:

- 1) ¿Cuáles son las funciones y estándares de rendimiento asociados del activo en su actual contexto operativo? (Funciones y criterios de funcionamiento).
- 2) ¿De qué formas no realiza sus funciones? (Fallos funcionales).
- 3) ¿Qué causa que deje de cumplir su función? (Modos de fallo).
- 4) ¿Qué sucede cuando ocurre un fallo? (Efectos de los fallos).
- 5) ¿De qué ocurre cuando falla? (Consecuencia de los fallos).
- 6) ¿Qué puede hacerse para predecir o prevenir cada fallo? (Tareas preventivas).
- 7) ¿Qué debe hacerse si no se puede prevenir el fallo? (Tareas a “falta de”). (Garcia Moreno, 2008)

5.2.7.2 *Mantenimiento productivo total (TPM).*

Mantenimiento Productivo Total es la traducción de TPM (Total Productive Maintenance). El TPM es un sistema de gestión que evita todo tipo de pérdidas durante la vida entera del sistema de producción, maximizando su eficacia e involucrando a todos los departamentos y a todo el personal desde operadores hasta la alta dirección, y orientando sus acciones apoyándose en las actividades en pequeños grupos.

El TPM es un poderoso concepto busca llegar al ideal de cero averías, cero defectos y cero problemas de seguridad. Esta metodología amplía la base de conocimientos de los operarios y del personal de mantenimiento y los une como un equipo cooperativo para optimizar las actividades de operación y mantenimiento.

Los procesos fundamentales del TPM han sido llamados por el JIPM como "pilares". Estos pilares ayudan a la construcción de un sistema de producción ordenado. Se establecen acorde a una metodología efectiva, disciplinada y potente. Los pilares considerados como relevantes para el desarrollo del TPM en una organización por el JIPM son:

- 1) Mejoras enfocadas o KOBETSU KAISEN: Actividades realizadas por las diferentes áreas involucradas en el proceso productivo con la finalidad de maximizar la efectividad global de equipos, procesos y plantas; planteando un trabajo ordenado por equipos funcionales e interfuncionales empleando metodologías específicas, centrando su atención en la eliminación de pérdidas existentes en plantas industriales.
- 2) Mantenimiento autónomo o JISHU HOZEN: Una actividad del sistema TPM es la participación del personal de producción en las actividades de mantenimiento. Este proceso es de mayor impacto en la mejora productiva; El objetivo es que el operador se involucre con el equipo a nivel del cuidado del mismo a través de la preparación y formación profesional en la operación y conservación del espacio de trabajo (Contaminación, desorden, suciedad).
- 3) Mantenimiento planificado: El objetivo del mantenimiento planificado es el de eliminar los problemas del equipo a través de acciones de mejora, prevención y predicción. Para una correcta gestión de las actividades de mantenimiento es necesario contar con bases de información, obtención de conocimiento a partir de los datos, capacidad de programación de recursos, gestión de tecnologías de mantenimiento y un poder de motivación y coordinación del equipo humano encargado de estas actividades.

- 4) Mantenimiento de calidad HINSHITSU HOZEN: Esta clase de mantenimiento tiene como propósito mejorar la calidad del producto reduciendo la variabilidad mediante el control de las condiciones de los componentes y condiciones del equipo que tienen directo impacto en las características de calidad del producto.
- 5) Prevención del mantenimiento: Son aquellas actividades de mejora que se realizan durante la fase de diseño, construcción y puesta a punto de los equipos, con el objeto de reducir los costes de mantenimiento durante su explotación.
- 6) Mantenimiento en áreas administrativas: Esta clase de actividades no involucra el equipo productivo. Departamentos como planificación, desarrollo y administración no producen un valor directo como producción, pero facilitan y ofrecen el apoyo necesario para que el proceso productivo funcione eficientemente, con los menores costos, oportunidad solicitada y con la más alta calidad. Su apoyo normalmente es ofrecido a través de un proceso productivo de información.
- 7) Entrenamiento y desarrollo de habilidades de operación: Las habilidades tienen que ver con la correcta forma de interpretar y actuar de acuerdo con las condiciones establecidas para el buen funcionamiento de los procesos. Es el conocimiento adquirido a través de la reflexión y experiencia acumulada en el trabajo diario durante un tiempo. (Tiburcio Rodriguez, 2002)

5.2.8 Análisis de criticidad.

Las técnicas de análisis de criticidad son herramientas que ayudan a determinar la importancia y las consecuencias de los eventos potenciales de fallos de los sistemas de producción dentro del contexto operacional en el cual se desempeñan.

El objetivo de un análisis de criticidad es establecer un método que sirva de instrumento de ayuda en la determinación de la jerarquía de procesos, sistemas y equipos de una planta compleja, permitiendo subdividir los elementos en secciones que puedan ser manejadas de manera controlada y auditable.

Para determinar la criticidad de una unidad o equipo se pueden emplear varios métodos dentro de los cuales se destaca: Matriz de Criticidad, el método ABC, y el método cuantitativo, este último evalúa los siguientes aspectos:

- Seguridad
- Ambiente
- Operación
- Costos
- Frecuencia de falla
- Imagen
- Tiempo para reparación

5.2.9 Indicadores de mantenimiento.

Algunos de los indicadores para gestión de mantenimiento más destacados se describen a continuación:

- Tiempo Promedio para Fallar (TPPF).
- Tiempo Promedio para Reparar (TPPR).
- Disponibilidad.
- Utilización.
- Confiabilidad.
- Tiempo Promedio entre Fallos (TMEF).

5.2.9.1 *Tiempo Promedio para Fallar (TPPF).*

Este indicador mide el tiempo promedio que es capaz de operar el equipo a capacidad sin interrupciones dentro del período considerado; este constituye un indicador indirecto de la confiabilidad del equipo o sistema. El Tiempo Promedio para Fallar también es llamado “Tiempo Promedio Operativo” o “Tiempo Promedio hasta la Falla”.

5.2.9.2 *Tiempo Promedio para Reparar (TPPR).*

Este indicador mide la efectividad en retornar un equipo a sus condiciones óptimas de operación una vez que este se encuentra fuera de servicio debido a una falla; este indicador es un parámetro de medición asociado a la mantenibilidad, es decir, a la ejecución del mantenimiento.

$$\textit{Tiempo medio para la reparacion} = \frac{\textit{Tiempo para la eliminacion de las fallas}}{\textit{Cantidad total de fallas}}$$

(Ramirez Ortiz & Moreno, 2017)

5.2.9.3 Disponibilidad.

Función que permite de forma porcentual estimar el tiempo total en que un equipo puede estar disponible cumpliendo su función de uso. La disponibilidad del equipo se define como:

$$\textit{Disponibilidad} = \frac{\textit{HT} - \textit{HMC} - \textit{HMP}}{\textit{HT}}$$

(Ramirez Ortiz & Moreno, 2017)

Donde:

HT: Horas operación programadas

HMC: Horas mantenimiento correctivo

HMP: Horas mantenimiento programado

5.2.9.4 Utilización.

Conocida también como factor de servicio, mide tiempo efectivo de operación en un determinado periodo de tiempo de un activo.

5.2.9.5 *Confiabilidad.*

Es la probabilidad de que un equipo cumpla una misión específica bajo condiciones de uso determinadas en un período determinado.

5.2.9.6 *Tiempo Promedio entre Fallos (TMEF).*

El Tiempo Promedio Entre Fallos indica el tiempo medio transcurrido hasta la aparición de una falla, este indicador figura como un parámetro primordial en el estudio de la confiabilidad.

$$MTBF = \frac{\textit{Tiempo real de operacion}}{\textit{Cantidad total de fallas}}$$

(Ramirez Ortiz & Moreno, 2017)

Asimismo, para establecer el valor del indicador se empleará la información primaria almacenada en los históricos que se encuentran en los sistemas de información. El paso más importante en la creación de un programa de mantenimiento es el análisis de fallos, ya que este depende del conocimiento en el índice de fallos en un equipo en cualquier momento de su vida útil. (Ramirez Ortiz & Moreno, 2017)

5.2.10 Costos de mantenimiento. (Pascual J, 2002)

Como administradores del mantenimiento una de las principales tareas debe ser velar por la reducción de costos de mantenimiento, para ello es importante identificar sus principales componentes.

5.2.10.1 Costo global (CGM, C_g).

El costo global de mantenimiento es la suma de cuatro componentes:

- Costo de intervenciones de mantención (C_i).
- Costo de fallas de mantención (C_f).
- Costo de almacenamiento de mantención (C_a).

5.2.10.2 Costo de intervención (CIM, C_i).

El CIM incluye los gastos relacionados con el mantenimiento preventivo y correctivo. Los gastos de inversión y los directamente relacionados con la producción no son tenidos en cuenta.

El CIM contempla:

- Mano de obra interna o externa.
- Repuestos de bodega, o comprados para una intervención.
- Material consumible requerido para la intervención.

5.2.10.3 Costo de fallas (CFM, C_f).

Estos costos corresponden a las pérdidas de margen de explotación debidas a un problema de mantenimiento que haya producido una caída en la producción originada por:

- Mantenimiento preventivo mal definido.
- Mantenimiento preventivo mal ejecutado.

- Mantenimiento correctivo efectuado tiempos prolongados, mal ejecutados, o realizado con repuestos de mala calidad.

5.2.10.4 Costo de almacenamiento (CAM, Ca).

Este costo representa los gastos incurridos en financiar y manejar el stock de piezas de recambio e insumos necesarios para la función mantención. Incluye:

- El interés financiero del capital inmovilizado por el stock.
- Los gastos en mano de obra dedicada a la gestión y manejo del stock.
- Los costos de explotación de edificios: energía, mantención.
- Amortización de sistemas adjuntos: montacargas, sistema informático.
- Gastos de seguro por el stock.
- La depreciación comercial de repuestos. Equipos de medición.

5.2.11 Equipos de medición.

Los equipos de medición son herramientas fundamentales en cualquier entorno en el cual son necesarias para cumplir con un fin específico, permitiendo así la realización de tareas acorde al tipo de equipo que se utilice y a su vez obtener por medio de ellos datos precisos respecto a características de diferentes productos, mediciones etc.

Estos equipos de medición pueden clasificarse por: aparatos de mano, de montaje, conversores, entre otros.

Unas de las características principales que debe de tener todo equipo para medir es que sean fáciles de usar, prácticos y que tengan una alta precisión en su medición, asimismo es preferible que los resultados de la medición se puedan obtener mientras se toman las medidas y que no requieran de otros procesos para conocer los valores de medición. En la actualidad existen una gran variedad de equipos de medición acorde a la necesidad del usuario (Especificaciones técnicas, costo, modelos etc).

Los equipos de medición empleados para la ejecución de los servicios de instalación y mantenimiento contratados por el cliente final a la compañía RAYCO Ltda. se describen a continuación:

- Alcoholímetro: Equipo utilizado para medir el nivel de alcohol que se halla presente en un líquido o para determinar la presencia de alcohol en la sangre o en un gas. (Ver ilustración 1)
- Analizador de Comunicaciones: Equipo que permite realizar mediciones de potencia, sensibilidad, voltaje, frecuencia, intensidad de señal entre otros. (Ver ilustración 2)
- Analizador de Líneas: Equipo de medición que permite medir distancia de fallas, VSWR, potencia, frecuencia etc. (Ver ilustración 3)
- Calibrador de Lazo: Equipo de medición y simulación de corriente y voltaje. (Ver ilustración 4)
- Cell máster: Equipo capaz de medir barrido de cables, potencia, detección de interferencias, solución de problemas de la calidad de la señal de la estación base. (Ver ilustración 5)
- Certificadora de Cable: Equipo de medición capaz de analizar y certificar sistemas de cableado estructurado. (Ver ilustración 6)
- Multidetector de gases: Equipo de medición de gases como monóxido de carbono, oxígeno, dióxido de carbono entre otros. (Ver ilustración 7)

- **Multímetro Digital:** Es un instrumento eléctrico empleado para medir magnitudes eléctricas activas, como corrientes y potenciales (tensiones), o pasivas, como resistencias, capacidades y otras. Las medidas pueden realizarse para corriente continua o alterna y en varios márgenes de medida cada una. Los hay de tipos analógicos y digitales. (Ver ilustración 8)
- **Pinza Amperimétrica:** Es un tipo especial de amperímetro que permite obviar abrir el circuito para realizar medición de corriente, su funcionalidad se basa en la medida indirecta de corriente; aparte de medir corriente también mide magnitudes como voltaje, resistencia, capacidad. (Ver ilustración 9)
- **Telurómetro:** Equipo utilizado para medición de tierras, resistencia y resistividad del suelo. (Ver ilustración 10)
- **Vatímetro:** Instrumento electrodinámico para medir la potencia eléctrica o la tasa de suministro de energía eléctrica de un circuito eléctrico. (Ver ilustración 11)

5.3 Marco normativo/legal

(Ver Tabla 1)

5.4 Marco histórico

La tecnología hoy en día se encuentra en constante evolución y en el campo de las telecomunicaciones los retos no se hacen esperar. Su desarrollo es fundamental con el fin de expandir oportunidades de negocio u obtener eficiencia en los procesos productivos.

Teniendo en cuenta que Colombia no es un productor de equipos de telecomunicaciones, en él se encuentran varias empresas extranjeras que se encargan de fabricar sus productos en otros

países y finalmente exportarlos en Colombia; siendo este mercado liderado por las empresas que tienen a su alcance tecnología de punta encontrando en Colombia un mercado para la comercialización de estos productos.

Rodrigo Aristizábal Buitrago, fue Ingeniero Electrónico de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, quien después de trabajar con Motorola en Estados Unidos alrededor de quince años llegó a la conclusión de que Colombia podía ser un mercado factible para llevar a cabo la distribución de equipos de telecomunicaciones; fue así como Rodrigo Aristizábal visualizó que estos productos podrían dar origen a un negocio con buena aceptación.

Se caracterizó por ser emprendedor, y analítico en tema de las oportunidades de negocio, fue fundador del instituto Colombiano de Telecomunicaciones LAMDA LTDA y finalmente la empresa RAYCO LTDA.

Fue una persona que constantemente difundió entre sus colaboradores el propósito de dar lo mejor de sí y no permitir dejar perder lo que con tanto esfuerzo se había construido hasta la finalización de su administración al frente de la compañía.

En el año de 1981 Rodrigo Aristizábal funda la compañía RAYCO LTDA con la cual inicia la distribución equipos de comunicaciones como radioteléfonos siendo Motorola su proveedor, siendo este producto junto con los diferentes modelos el principal de radiocomunicaciones en Colombia; posteriormente a su portafolio integró equipos con otras aplicaciones en la industria como en la parte de automatización incluyendo las RTU (Remote Terminal Unit).

Con el fin de posicionar a RAYCO como empresa líder en Colombia en el campo de las telecomunicaciones su mercado se enfocó hacia las entidades de misión crítica del país como: Ejército, Policía Nacional, Armada Nacional, etc. quienes teniendo en cuenta el rol que desempeñan este tipo de equipos que son indispensables, también se enfocó en empresas

privadas importantes como Drummond LTDA y Carbones del Cerrejón quienes necesitaban lo último en tecnología para llevar a cabo sus actividades productivas, también SR Telecom empresa que ofrecía soluciones en internet, sistemas de acceso inalámbrico de banda ancha posicionándose en los sectores de Agua potable y alcantarillado.

Debido a que Motorola era su proveedor tarde o temprano se convertiría en el mercado en un competidor directo ya que ambos vendían los mismos productos; teniendo en cuenta esta premisa se estableció una alianza estratégica en la cual se definió que productos comercializaría cada uno manteniendo así la armonía de negocio.

La crisis económica por la cual atravesó Colombia en el año de 1999 dio origen a que empresas de telecomunicaciones como Teltronic S.A.U y radio Jhonson llegaran al país amenazando oportunidades de negocio convirtiéndose así en competencia para RAYCO LTDA.

RAYCO LTDA por ser el mayor distribuidor de Motorola ha encontrado varias ventajas como que sus competidores Teltronics y Radio Jhonson no hayan querido enfocar toda su atención en el mercado colombiano optando así por cambiar su línea de productos a una más económica, permaneciendo así RAYCO ofreciendo la calidad y buenos productos de las diferentes gamas de Motorola.

A lo largo de los años RAYCO LTDA ha acompañado a empresas privadas y gubernamentales ofreciendo soluciones en comunicaciones generando también un laboratorio certificado por Motorola SAM (Centro de servicio autorizado Motorola), el cual se encarga de manejar garantía, mantenimiento, diagnóstico y reparación de los equipos Motorola vendidos, ofreciendo así un servicio posventa a sus clientes como un plus que beneficie la oportunidad de negocio y satisfacción del cliente.

En la actualidad con 37 años de experiencia la compañía cuenta con varios campos de acción como comunicaciones de radios y satélite, automatización industrial, sistemas para ciudades inteligentes, banda ancha, dispositivos móviles a su entorno entre otros.

(Alfonso, Montealegre, & Valenzuela, 2009)

6 Marco metodológico

6.1 Recolección de la información

Con base a la plantilla diseñada por la Universidad ECCI, a continuación, se plantea el tipo de investigación a realizar para la elaboración de la propuesta de mantenimiento preventivo para los equipos de medición de la compañía RAYCO Ltda.

6.1.1 Tipo de Investigación.

(Ver Tabla 2)

6.1.2 Fuentes de obtención de la información.

A continuación, se relacionan las fuentes de información primaria y secundaria que serán empleadas para el desarrollo de la propuesta de mantenimiento preventivo para los equipos de medición de la compañía RAYCO Ltda.

6.1.2.1 Fuentes Primarias.

Dentro de las fuentes primeras de información empleadas para la elaboración del presente proyecto se consideraron:

- Información extraída de la base de datos de la compañía.
- Información extraída del personal técnico de la compañía.

- Información extraída de los manuales de cada fabricante.

6.1.2.2 Fuentes Secundarias.

Dentro de las fuentes secundarias de información empleadas para la elaboración del presente proyecto se consideraron:

- Libros, textos, artículos y trabajos de grado consultados en la biblioteca física y virtual de la ECCI.
- Archivos digitales y documentación física suministrados por los profesores de la ECCI durante el desarrollo del curso.
- Libros, textos, artículos, trabajos de grado y foros y páginas especializadas consultados en internet.

6.1.3 Herramientas.

Para el desarrollo del plan de mantenimiento preventivo a los equipos de medición en la empresa RAYCO Ltda. se considerarán las siguientes herramientas:

- Taxonomía de los activos
- Análisis de criticidad (Modelo cualitativo)
- Manuales de mantenimiento
- Indicadores de gestión de mantenimiento

6.1.4 Metodología de la investigación.

A continuación, se describe la metodología a desarrollar para la elaboración de la propuesta de mantenimiento preventivo para los equipos de medición en la empresa RAYCO Ltda.

Para el desarrollo del Objetivo No. 1 “Diagnosticar la problemática actual del subproceso de laboratorio respecto a los programas, procedimientos y procesos actuales que se tienen para la gestión de mantenimiento” se realizará la taxonomía de activos para identificar, cuantificar y describir los equipos objeto de estudio, por medio de los registros encontrados en las bases de datos y en el gestor documental de la Compañía.

Para el desarrollo del Objetivo No. 2 “Recopilar la información necesaria para definir las actividades y procesos del plan de mantenimiento preventivo a proponer” se consultará los manuales de mantenimiento y operación de los diferentes fabricantes de los equipos objeto de estudio y mediante el análisis de la información recopilada a través de las diferentes consultas bibliográficas, se determinará la metodología más apropiada para la elaboración de la propuesta de mantenimiento.

Para el desarrollo del Objetivo No. 3 “Definir la metodología a implementar dentro de la propuesta de mantenimiento preventivo para los equipos de medición de la Compañía RAYCO Ltda” se desarrollarán los análisis de criticidad (Modelo Cualitativo), y finalmente establecer las rutinas de mantenimiento para cada equipo objeto de estudio.

6.1.5 Información recopilada.

6.1.5.1 Inventario.

(Ver anexo Tabla 3)

6.1.5.2 Registros de Novedades.

De la base de datos de la compañía a continuación se extrae el reporte de novedades el cual incluye: servicio de inspección, pruebas de medición, limpieza, calibración, novedades encontradas en los equipos, se realiza la clasificación por familia y se totaliza la cantidad de registros.

Estos registros fueron tomados desde el ingreso de cada equipo al inventario del laboratorio y permiten identificar de acuerdo con la cantidad de actividades realizadas cuales son aquellas ejecutadas con mayor frecuencia e identificar aquellas novedades o acciones correctivas reportadas más destacadas por cada familia. (Ver Tabla 4)

6.1.5.3 Manuales de operación y mantenimiento. (tabla Anexos)

La información recopilada de los manuales de operación y mantenimiento para los equipos de medición del laboratorio de la empresa RAYCO Ltda. es extraída de los textos relacionados en la tabla 5 y serán la base de las rutinas de mantenimiento a realizar a cada equipo de medición contemplado dentro de la actual propuesta de mantenimiento (Ver Tabla 5)

6.1.5.4 Análisis de criticidad (Modelo cualitativo).

Debido a que los equipos de medición los podemos clasificar por familias de acuerdo con su funcionalidad y considerando que los equipos que integran cada familia realizan la misma función en iguales condiciones de operación, se analizará la criticidad por medio del flujograma de criticidad por familia, mas no por cada equipo independiente (Ver Tabla 6).

Para el desarrollo del análisis de criticidad a desarrollar, se tendrán en cuenta los siguientes criterios de calificación para cada uno de los siguientes 8 aspectos contemplados (Ver anexo Tabla 7, 8).

Para el para el desarrollo de los formularios con los cuales se obtendrán los resultados que permitirán clasificar de acuerdo con el nivel de criticidad cada una de las familias de equipos de medición, se contó con la colaboración de tres funcionarios del subproceso (operario, Jefe de Laboratorio y auxiliar de laboratorio) quienes a través de consultas virtuales diligenciaron los formatos de criticidad por medio del modelo cualitativo cuyos resultados se consolidaron en un formato final (Ver anexo Tabla 11 y 12).

6.1.5.5 Indicadores de gestión.

De la información extraída en las diferentes fuentes primarias y secundarias a continuación relacionamos aquellos indicadores de gestión de mantenimiento que serán objeto de estudio para la elaboración de la propuesta de mantenimiento preventivo a realizar a los equipos de medición de la empresa RAYCO Ltda.

Dentro de los indicadores de gestión de mantenimiento a tener en cuenta se extraen los siguientes:

- Tiempo medio entre fallas
- Tiempo medio para reparación
- Disponibilidad
- Utilización
- Costo de mantenimiento por cantidad de fallas.

Su formulación y parámetros a tener en cuenta, al igual que los resultados y las metas se relacionan en el siguiente ejemplo (Ver anexo Tabla 9)

6.2 Análisis de la información

6.2.1 Inventarios

Respecto al inventario elaborado para los equipos de medición del laboratorio de la empresa RAYCO Ltda. Podemos resaltar algunos aspectos importantes:

- a) Actualmente el laboratorio cuenta con 94 equipos de medición distribuidos en 13 familias según tabla relacionada a continuación (Ver Tabla 10).
- b) De acuerdo al siguiente gráfico extraído del inventario actual de la compañía (Ver ilustración 12), podemos identificar a través del método de Pareto que el 80% de la totalidad de equipos corresponden a las familias:
 - Pinzas amperimétricas.
 - Vatímetros.

- Telurómetros.
 - Medidores de lazo.
- c) De acuerdo al siguiente gráfico extraído del inventario actual de la compañía (Ver ilustración 13), podemos identificar a través del método de Pareto que el 80% de la totalidad de equipos corresponden las siguientes marcas:
- Fluke
 - Bird
 - Kyoriutsu
 - Erasmus

6.2.2 Registros de novedades

De acuerdo a la información recolectada de la base de datos de la compañía RAYCO Ltda. podemos deducir que el laboratorio actualmente lleva un registro de todas las novedades presentadas en los equipos, sin embargo, no evidencia o relaciona una orden de trabajo asociada a las intervenciones preventivas y correctivas realizadas, razón por la cual no es posible extraer de la misma datos como: responsable de la intervención, duración de las actividades, costos asociados, repuestos utilizados, de acuerdo a lo anterior es difícil medir la gestión de mantenimiento actual por medio de los indicadores a proponer en la presente propuesta para la elaboración de un plan de mantenimiento preventivo para los equipos de medición del laboratorio.

Adicionalmente se puede evidenciar que en la actualidad se realizan actividades de chequeos de medición, operación y limpieza cada vez que el equipo es solicitado para la ejecución de una

actividad, siguiendo los protocolos los recomendados por los fabricantes, ahora bien, para aquellas actividades correctivas y servicios de calibración y mantenimiento general, el laboratorio contrata estos servicios a compañías calificadas y certificadas para tal fin, la medición de los indicadores de mantenibilidad y confiabilidad serán herramientas que permitirían a los encargados del laboratorio retroalimentar los resultados a sus proveedores estratégicos para realizar un proceso de mejora continua en cuanto a tiempos y calidad de servicios.

6.2.3 Análisis de criticidad

En primera instancia se realizó el análisis de criticidad por medio de un modelo cualitativo en el cual se evaluarán los aspectos más relevantes con el fin de jerarquizar la lista de equipos de medición y así determinar el nivel de criticidad definido de la siguiente manera: Equipos críticos, Equipos semi-críticos y Equipos no críticos, el resultado de dichos formularios se muestran en (Ver anexo tabla 11,12,13).

Mediante el empleo de la metodología de “Pareto” se definen los equipos críticos, aquellos que sumando el porcentaje consolidado de criticidad se encuentran dentro del 80% según representación gráfica (Ver anexo tabla 14 e Ilustración 14).

6.2.4 Indicadores de gestión de mantenimiento.

En la actualidad el laboratorio de la compañía RAYCO Ltda. No cuenta con indicadores de gestión de mantenimiento establecidos, razón por la cual el subproceso se limita a atender las

necesidades del día a día de los proyectos, sin tener metas establecidas para el cumplimiento de la disponibilidad de los equipos, debido a lo antes expuesto se hace necesario implementar indicadores de gestión que facilitarán la toma de decisiones gerenciales respecto a:

- Control de inventario de equipos (sobre stock de equipos de medición).
- Identificación de equipos críticos.
- Costos de mantenimiento y calibraciones.
- Frecuencia de fallas de los equipos.
- Determinación de vida útil de los equipos.
- Elaboración de presupuestos para el departamento.
- Seguimiento a proveedores y contratistas.

De acuerdo con lo antes expuesto se plantea dentro de la propuesta de mantenimiento preventivo a los equipos de medición de la compañía RAYCO Ltda. La implementación de los siguientes indicadores de gestión de mantenimiento:

- Tiempo medio entre fallas
- Tiempo medio para reparación
- Disponibilidad
- Utilización
- Costo de mantenimiento por cantidad de fallas.

6.3 Propuesta de solución

La propuesta para el plan de mantenimiento preventivo se realizará en base a las herramientas enunciadas en el numeral 6.1.3, de acuerdo con los resultados obtenidos en el análisis de la información relacionados en el numeral 6.2.

Para la futura implementación de la actual propuesta de mantenimiento se debe contar con el equipo de trabajo del laboratorio quienes serán los responsables de realizar las rutinas de inspección periódicas, la gestión y retroalimentación del proceso, el control y seguimiento a los indicadores de gestión y la presentación de informes a la gerencia de la compañía, para ello se requiere de la colaboración de las demás áreas o procesos quienes deberán contar con la disponibilidad de suministrar aquella información necesaria para la implementación del plan de mantenimiento propuesto (Económica, técnica, seguridad, calidad, entre otras), de igual manera es muy importante contar con el soporte técnico y logístico de aquellas empresas externas con las cuales se realizan aquellos servicios especializados y calibraciones esto con el propósito del cumplimiento de objetivos de la compañía y realizar una retroalimentación para el beneficio y crecimiento de ambas partes.

Para el desarrollo de la propuesta de mantenimiento preventivo, de acuerdo con la información antes mencionada, se plantearán las siguientes etapas:

6.3.1 Elaboración de formatos.

Con el propósito de realizar una mejora en la gestión documental del subproceso de laboratorio que permita extraer de allí información detallada y en tiempo real de las actividades

de mantenimiento preventivo y correctivo realizadas a los equipos de medición para la toma de decisiones gerenciales y considerando que la información actual suministrada por el sistema de gestión de activos empleado por el laboratorio es corta en información, se hace necesario contemplar dentro de la actual propuesta la implementación de los siguientes formatos:

- Formato Hoja de vida
- Formato Orden de trabajo
- Formato histórico de mantenimiento

6.3.1.1 Hoja de Vida.

De acuerdo al análisis de la información recopilada se detectó que los equipos no cuentan con una hoja de vida adecuada, la información de los activos se realiza por medio de un software que arroja un archivo plano que dificulta su empleo para la extracción de información de manera oportuna, razón por la cual el primer paso para la realizar el plan de mantenimiento radica en la elaboración de un formato de hoja de vida donde podamos obtener las características fundamentales del equipo y conocer además los aspectos más relevantes de su adquisición, de acuerdo a lo anterior a continuación realizamos la propuesta para el formato de hoja de vida para cada activo.

Dentro de la información a diligenciar en el presente formato se encuentra: Equipo, marca, modelo, código interno, accesorios incluidos, valor de compra, proveedor, fecha de compra. (Ver Ilustración 15)

6.3.1.2 Orden de Trabajo

A pesar de que en el sistema se puede extraer información de los servicios de mantenimiento realizados a los equipos de medición, esta es incompleta, razón por la cual no permite obtener datos fundamentales para la elaboración de informes de gestión y seguimiento a los equipos debido a lo antes expuesto, se propone un modelo de Orden de trabajo con el propósito de realizar una trazabilidad a los servicios ejecutados.

La información contenida en este formato permitirá identificar: responsable, actividades a ejecutar, duración de la actividad, repuestos y herramientas requeridos y costos relacionados con la prestación del servicio. (Ver ilustración 16)

6.3.1.3 Histórico de mantenimiento.

Actualmente la compañía cuenta con un software de gestión de activos que permite identificar las fechas y actividades realizadas a los equipos de medición, sin embargo no permite extraer reportes individuales por equipos, y validar el detalle de las intervenciones, razón por la cual se propone el formato “Histórico de Mantenimiento” con el propósito de poder identificar rápidamente las Ordenes de Trabajo realizadas y el detalle de las intervenciones para extraer de allí la información necesaria y de manera ágil para la presentación de informes de gestión. (Ver Ilustración 17)

6.3.2 Rutinas de inspección y mantenimiento

Con el propósito de identificar las actividades de mantenimiento e inspección a realizar a cada familia de equipos, con base al análisis de criticidad realizado y apoyados en los manuales de operación y mantenimiento de los equipos, se propone la elaboración de las rutinas de mantenimiento, frecuencia, personal, herramientas, repuestos y consumibles necesarios para llevarlas a acabo (Ver Tabla 15).

6.3.3 Indicadores de gestión

Actualmente el laboratorio de la empresa RAYCO Ltda. no cuenta con indicadores de gestión de mantenimiento, razón por la cual actualmente no hay posibilidad de identificar acciones de mejora para la prestación de servicios técnicos contratados por el cliente final, a razón de ello se plantea la implementación de los siguientes indicadores y sus metas de acuerdo al análisis de criticidad realizado; se espera que los mismos sean retroalimentados con base a la información recolectada en la implementación futura del plan de mantenimiento y ajustados de acuerdo a las estrategias establecidas por la compañía (Ver Tabla 16).

- Tiempo medio entre falla
- Tiempo medio para reparación
- Disponibilidad
- Utilización
- Costo de mantenimiento por cantidad de servicios.

7 Resultados esperados

La propuesta para un plan de mantenimiento a los equipos de medición del laboratorio de la empresa RAYCO Ltda tiene como objetivo principal la mejora en la administración de los activos, la gestión documental y de mantenimiento mediante el desarrollo de las actividades propuestas en el numeral 6.3.

Se espera que mediante la implementación del plan de mantenimiento se optimicen los siguientes procesos:

7.1 Gestión de activos

Con la implementación del plan de mantenimiento, se tendrán los criterios necesarios para realizar la futura adquisición de activos o la venta de los mismos cuando corresponda, según el análisis de criticidad elaborado y los resultados a obtener en la medición de los indicadores propuestos.

7.2 Gestión documental

Con la implementación del plan de mantenimiento, el diligenciamiento de los formatos propuestos facilitará la extracción de información crítica de manera detallada y en tiempo real.

7.3 Gestión del mantenimiento

Con la implementación del plan de mantenimiento se facilitará la extracción de información crítica de manera detallada y en tiempo real para la toma de decisiones gerenciales en cuanto refiere:

- Determinación vida útil de los activos.
- Control de costos de inspección y mantenimientos.
- Control de inventario bajo el criterio de utilización y disponibilidad de activos.
- Elaboración de presupuestos de mantenimiento.

8 Análisis financiero

Para la elaboración del análisis financiero del costo de implementación del plan de mantenimiento se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos:

- Análisis de criticidad para los equipos.
- Rotación equipos de medición.
- Recomendaciones de los fabricantes.

Con base a lo antes expuesto, a continuación, se estima el costo financiero para la implementación del plan de mantenimiento, las cuales incluyen los costos presupuestados en la ejecución de actividades de inspección, mantenimiento preventivo y calibraciones en un periodo de 1 año contemplando de las mismas los costos de mano de obra, repuestos y consumibles requeridos para la ejecución de las actividades propuestas.

Se prevé que para la ejecución de las actividades propuestas en el presente plan de mantenimiento no se requiere incluir equipos, software y recurso humano diferente al actualmente disponible.

Para el aspecto financiero del proyecto se plantea un tiempo de mano de obra estándar para inspección acorde al tipo de equipo, dicho valor se basa de la siguiente ecuación:

$$\text{Hora salarios} > \text{promedio salarios} / \text{en 22 días hábiles} / \text{en 8 horas laborales} * \text{el } 0,25 \text{ de utilidad}$$

Posteriormente se realiza el consolidado de los consumibles necesarios para realizar las inspecciones acordes al tipo de equipo, cabe resaltar que se promedió el porcentaje de utilización del consumible de la silicona, ya que en algunos casos no se considera que se consuma el 100% del contenido del producto, pero si se cuenta el valor total del mismo (Ver Tabla 17).

Con el propósito de calcular el costo de la No Disponibilidad de los equipos se realiza el registro de historial de préstamo de cada activo para el año 2018, consolidada la información y determinados los días totales de préstamo se multiplica por la tarifa vigente para el mismo año, de esta manera se obtiene el costo de no disponibilidad para el caso en que estos equipos fuesen alquilados con un tercero (Ver anexo tabla 18).

Las tarifas de alquiler obtenidas para el cálculo de la No Disponibilidad de equipos son extraídas de la Empresa RAYCO LTDA (Ver anexo tabla 19).

Consolidada la información del histórico de préstamos durante el año 2018 se desarrolla el resumen de No disponibilidad por cada familia de activos (Ver anexo tabla 20)

Con el propósito de determinar el Retorno de la Inversión (ROI) para la implementación del plan de mantenimiento preventivo a los equipos de medición de la empresa RAYCO LTDA. Se tendrán en cuenta las siguientes observaciones:

1. Teniendo en cuenta que los equipos de medición son activos vigentes del laboratorio, los costos de administrativos (Almacenamiento, depreciación, etc.) son los mismos en el caso en que se opte por implementar el plan de mantenimiento propuesto o si por el contrario la compañía opta por continuar con la gestión actual de mantenimiento, razón por la cual estos costos no serán tenidos en cuenta para el cálculo del (ROI).

2. Para realizar el cálculo del Retorno de Inversión correspondiente a la implementación del plan de mantenimiento a los equipos de medición de la empresa RAYCO LTDA. Se tuvo en cuenta el valor día de alquiler de cada uno de los equipos de medición cobrados a los clientes de los proyectos en los cuales estos son utilizados.

3. El Análisis para el Cálculo del ROI se realiza basado en los despachos y tarifas de alquiler realizados desde enero de 2018 con corte a la proyección del mes de diciembre del mismo año.

De acuerdo a las observaciones antes relacionadas se tiene lo siguiente:

$$(1) ROI = \text{Costo de no disponibilidad} - \text{Presupuesto para la implementacion del PM}$$

Donde:

$$(2) \text{Costo de no disponibilidad} = \$228.574.109$$

$$(3) \text{Presupuesto para la implementacion del PM} = \$35.729.722$$

$$(4) ROI = \$228.574.109 - \$35.729.722$$

$$(5) ROI = \$192.844.387$$

De acuerdo con lo anterior, la implementación del plan de mantenimiento preventivo para los equipos de medición del laboratorio de la empresa RAYCO LTDA. Es completamente viable respecto a los costos de no tener disponibles los equipos de medición para la ejecución de los servicios contratados por el cliente final.

La implementación del plan de mantenimiento preventivo corresponde al 15.63% del Costo de no disponibilidad.

9 Conclusiones y recomendaciones

9.1 Conclusiones

- Teniendo en cuenta la información recolectada durante la realización de la propuesta se logró llevar a cabo un análisis de criticidad por medio de un modelo cualitativo el cual permitió clasificar los equipos de medición según su nivel de criticidad: crítico, semi-crítico y no crítico.
- Se logró establecer una propuesta de plan de mantenimiento acorde a los tipos de equipos y su nivel de criticidad tomando como criterio que los equipos más críticos deben tener unas inspecciones más recurrentes.
- Se proponen los formatos de hoja de vida, orden de trabajo e histórico de mantenimiento como una opción en la mejora del control y manejo de información de los equipos de medición.
- Como propuesta se obtienen unos indicadores de gestión para mantenimiento (tiempo medio entre fallas, tiempo medio para reparación, disponibilidad etc) con el fin de realizar un seguimiento de estos equipos de medición y evidenciar su nivel de disponibilidad.

9.2 Recomendaciones

- La organización debería contar un proceso de mantenimiento que permita establecer un procedimiento que genere mejorar la gestión en los activos, prolongar su vida útil y minimizar disponibilidad de los mismos en periodos de alta demanda.
- Se evidenció que por medio de un formato de orden de trabajo se puede documentar todas las actividades que se le realicen a los equipos de medición con el fin de construir un histórico del mismo permitiendo así llevar un control de la vida del equipo durante su uso al igual que el formato de históricos de mantenimientos. (ver ilustración 16 y 17).

10 Bibliografía

- Alfonso, P., Montealegre, C., & Valenzuela, J. (Octubre de 2009). Cuaderno de Casos. *Caso 1: Rayco Ltda.* Bogota, Colombia.
- Altmann, C. (2006). Lograr Confiabilidad un Objetivo alcanzable. *2do Congreso Uruguayo de Mantenimiento, Gestión de*, 5-6.
- Galeano Hernandez, E., & Perez Carrillo, H. H. (2017). *ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLA EN EL PROCESO DE EXTRUSIÓN – SOPLADO EN PLACA S.A.* Bogotá, Colombia.
- Garcia Garrido, S. (2009). Mantenimiento Correctivo. *Colección MANTENIMIENTO INDUSTRIAL*, 9-10.
- Garcia Moreno, D. (01 de Julio de 2008). TECHNICAL PUBLICATIONS GUIDE. *RELIABILITY CENTRED MAINTENANCE*. Argentina.
- Olarte, W., Botero, M., & Cañon, B. (2010). TÉCNICAS DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO UTILIZADAS EN LA INDUSTRIA. *Scientia et Technica Año XVI*, 224-226.
- Pascual J, R. (2002). *Gestion Moderna del Mantenimiento*. Santiago de Chile, Chile.
- Ramirez Ortiz, J. C., & Moreno, H. F. (2017). *ELABORACIÓN DE UN ANÁLISIS DE CRITICIDAD Y DISPONIBILIDAD PARA LA ATRACCIÓN X-TREME DEL PARQUE MUNDO AVENTURA, TOMANDO COMO REFERENCIA LAS NORMAS, SAE JA1011 Y SAE JA1012*. Bogotá.
- Tamborero del Pino, J. M. (1999). NTP 460: Mantenimiento preventivo de las instalaciones peligrosas. Madrid, España.

Tiburcio Rodriguez, V. V. (2002). MRP II Aplicado al mantenimiento productivo total. Lima,
Peru.

11 Anexos

11.1 Ilustraciones

Ilustración 1
Alcoholímetro



Tomado de www.roka.com.co

Ilustración 2
Analizador de comunicaciones



Tomado de www.aeroflex.com

Ilustración 3
Analizador de líneas



Tomado de www.birdrf.com

Ilustración 4
Calibrador de lazo



Tomado de www.fluke.com

Ilustración 5
Cell máster



Tomado de www.anritsu.com

Ilustración 6
Certificadora de cable



Tomado de www.adinstruments.es

Ilustración 7
Multidetector de gases



Tomado de www.progen.com.co/seguridadindustrial

Ilustración 8
Multímetro digital



Tomado de www.fluke.com

Ilustración 9
Pinza amperimétrica



Tomado de www.fluke.com

Ilustración 10
Telurómetro



Tomado de rodapiluminaciones.com

Ilustración 11
Vatímetro



Tomado de www.birdrf.com

Ilustración 12
Pareto para relación de familia equipos Vs cantidad total de equipos

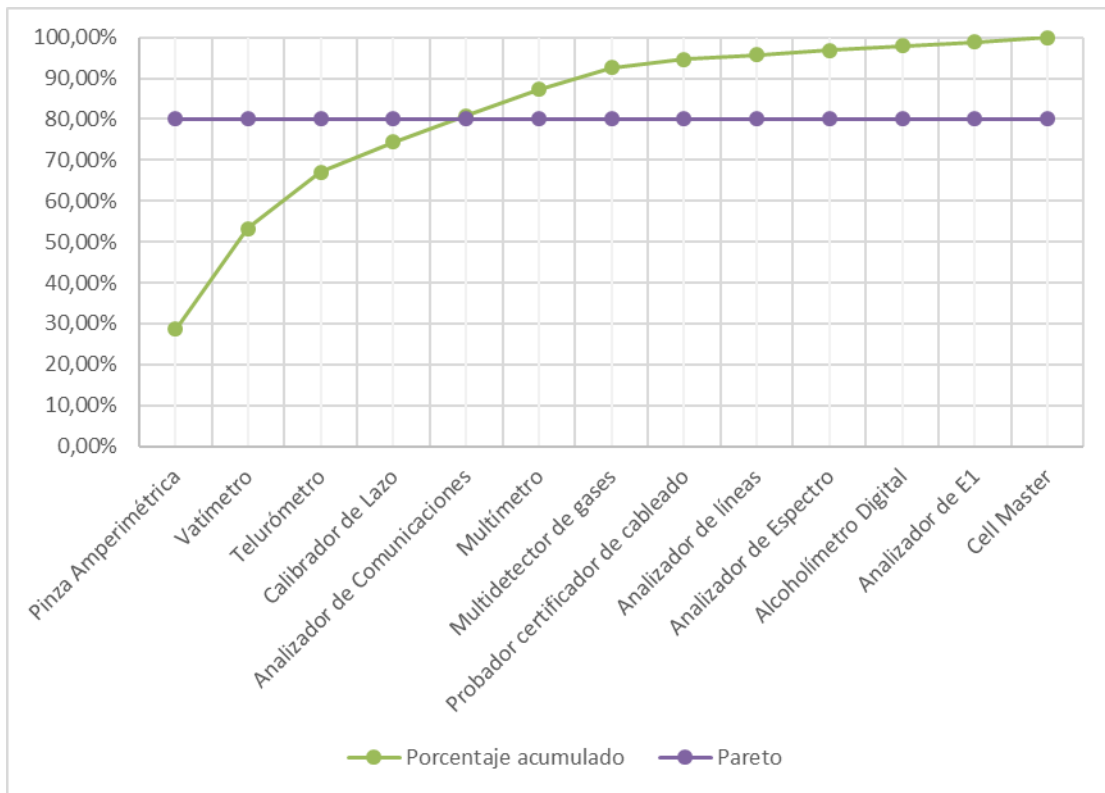


Ilustración 13
Relación marcas por familia Vs cantidad de equipos

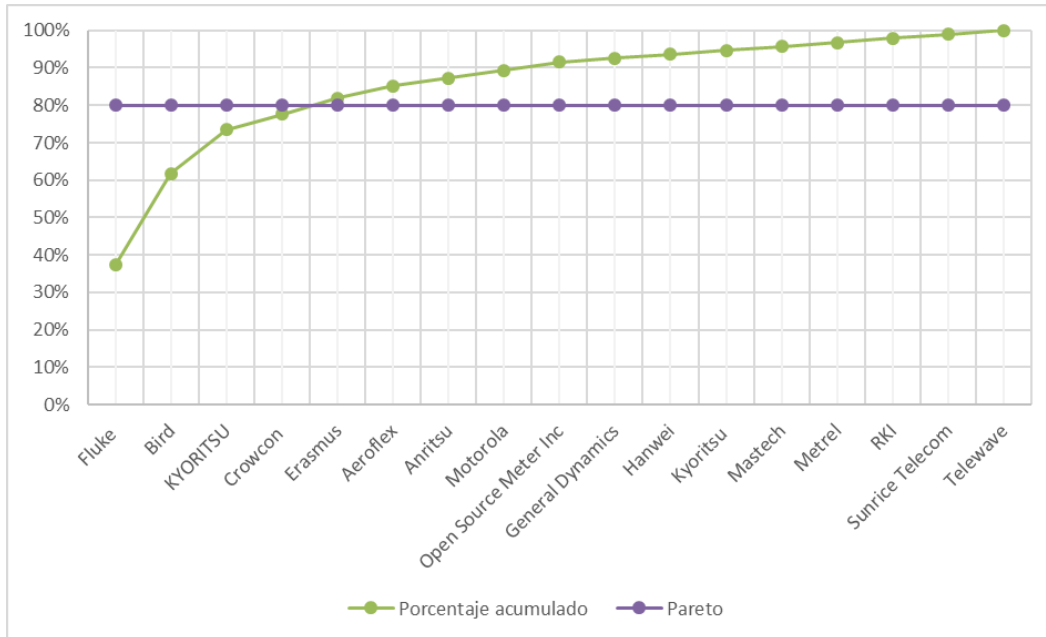


Ilustración 14
Gráfico Pareto para clasificación nivel de criticidad

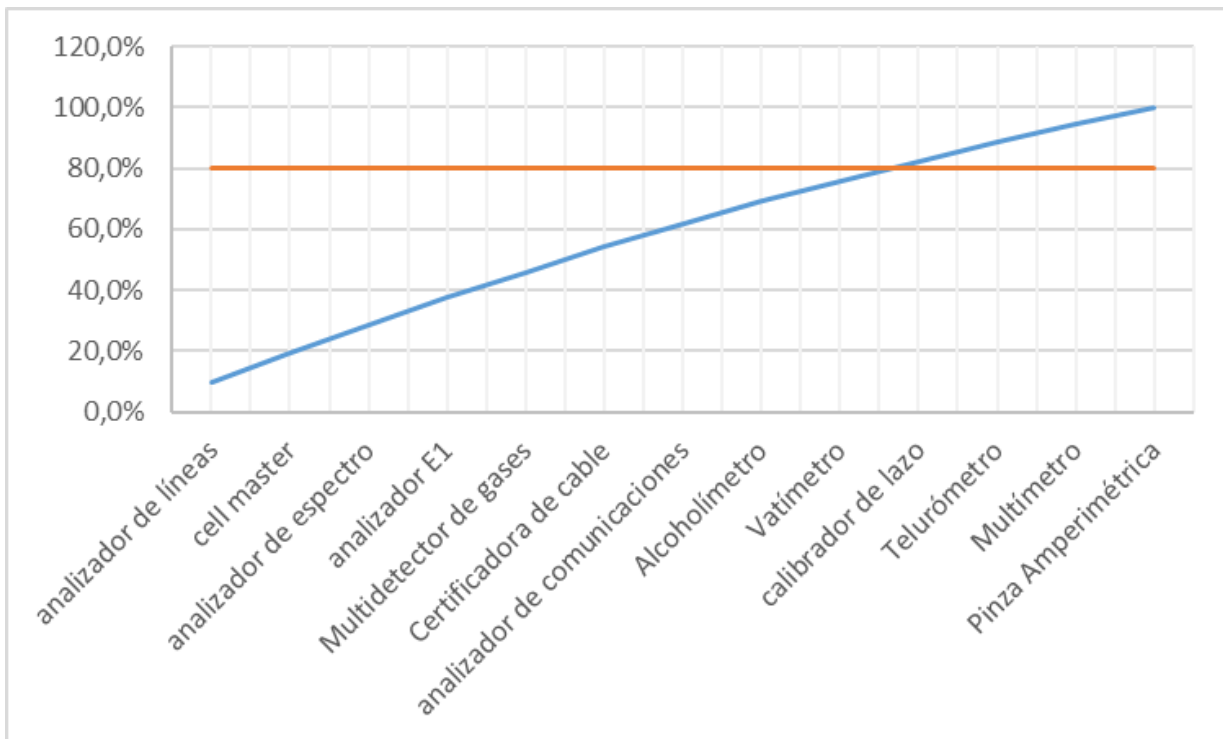


Ilustración 15
Formato Hoja de Vida


	HOJA DE VIDA DE EQUIPO DE MEDICIÓN		
DATOS DEL EQUIPO			
Tipo de equipo		Proveedor	
Marca		Código Interno	
Modelo		Fecha de compra	
Serie		Valor de compra	
Fabricante		Número de factura	
Accesorios			
EVIDENCIA FOTOGRÁFICA DEL EQUIPO			
<i>Fotografía 1</i>		<i>Fotografía 2</i>	
<i>Fotografía 3</i>		<i>Fotografía 4</i>	

Ilustración 16
Formato Orden de Trabajo


		ORDEN DE TRABAJO EQUIPO DE MEDICIÓN					
Tipo de Mantenimiento			No. Orden de Trabajo	Fecha			
Correctivo	preventivo	Otro		Dia	Mes	Año	
Datos del Equipo a intervenir							
Equipo		Marca	Modelo	Serie	Codigo Interno		
Descripcion general de la actividad							
Item	Trabajo a realizar	Responsable	Fecha		Herramientas empleadas	Repuestos empleados	Costos Asociados
			Inicio Actividad	Fin Actividad			
_____		_____		_____			
Ejecutó		Revisó		Aprobó			

Ilustración 17
Formato Histórico de Mantenimiento



HISTORICO DE MANTENIMIENTO EQUIPO DE MEDICIÓN

Datos del Equipo a intervenir				
Equipo	Marca	Modelo	Serie	Codigo Interno

Descripción general de la actividad						
Item	Orden de Trabajo	Fecha	Actividad desarrollada	Responsable	Duracion de la actividad	Costos Asociados

_____ Ejecutó	_____ Revisó	_____ Aprobó
-------------------------	------------------------	------------------------

11.2 Tablas

Tabla 1
Marco normativo/legal

Normatividad	Numeral	Requisito principal	Como se cumple
LEY 0009/1979	Art. 112	Maquinaria, equipos y herramientas	Cronograma de mantenimiento de equipos y herramientas Inspección de herramientas.
RESOLUCIÓN 2400/1979	Art. 121, 124 - 138	De la electricidad continua, alterna y directa	Inspecciones en áreas de trabajo Señalización
	Art. 203	Código de colores para señalización de instalaciones	Señalización en instalaciones
Norma ISO 9001	7.1.5.1	Establecer recursos apropiados, conservar información con el fin de medir si el proceso es adecuado	Obtener fiabilidad en los resultados cuando se realice seguimiento o medición con el fin de validar conformidad del proceso. Describe un marco para el soporte de mantenimiento y las diversas prácticas mínimas que se deben emprender.
IEC 60300	3-14:2004	Mantenimiento y logística de mantenimiento	Establecer, de forma genérica, la gestión, los procesos y las técnicas relacionados con el mantenimiento que son necesarios para lograr una fiabilidad adecuada.
ISO 55002: 2014		Gestión de activos	Establecer el estado de los equipos de medición y validar acorde a su condición su ciclo de vida útil.
ASTM E2132		Inventario físico de los activos	Controlar el préstamo y uso de los equipos de medición.

Tabla 2
Tipo de Investigación

Tipo de Investigación	Observaciones
Documental	La presente propuesta de mantenimiento se basa en la recolección de información disponible en la compañía RAYCO Ltda y las rutinas de mantenimiento allí incluidas son extraídas de los manuales de los fabricantes de los equipos contemplados en el mismo.

Tabla 3
Inventario equipos de medición

Ítem	Equipo	Serial	Marca	Modelo	Consecutivo	Fecha ingreso
1	Alcoholímetro Digital	A823038006	Hanwei	AT 8020	L-16-10	29/09/2016
2	Analizador de Comunicaciones	1001681762	Aeroflex	3920B	L-1-4	21/08/2014
3	Analizador de Comunicaciones	1001681760	Aeroflex	3920B	L-1-5	21/08/2014
4	Analizador de Comunicaciones	1001681761	Aeroflex	3920B	L-1-6	21/08/2014
5	Analizador de Comunicaciones	496KVW0084	Motorola	R2600B	L-1-3	15/07/2013
6	Analizador de Comunicaciones	496KSE0093	Motorola	R-2600B	L-1-1	24/12/2010
7	Analizador de Comunicaciones	496LHE0040W3	General Dynamics	R-2670B	L-1-2	27/12/2010
8	Analizador de E1	SLE11213109203	Sunrise Telecom	SS265 SUNLITE-E1	L-5-2	2/08/2012
9	Analizador de Espectro	15388	Anritsu	MS2663B	L-5-1	23/12/2010
10	Analizador de líneas	130400853	Bird	SA-3600XT	L-5-3	10/03/2014
11	Calibrador de Lazo	9926148	Fluke	707	L-9-1	5/10/2012
12	Calibrador de Lazo	9939010	Fluke	707	L-9-3	5/10/2012
13	Calibrador de Lazo	2378072	Fluke	707	L-9-4	22/05/2013
14	Calibrador de Lazo	9704057	Fluke	707	L-9-7	6/03/2014
15	Calibrador de Lazo	9549055	Fluke	FLUKE 705	L-9-2	5/10/2012
16	Calibrador de Lazo	(L-9-5)	Open Source Meter Inc	N/A	L-9-5	17/09/2013
17	Calibrador de Lazo	(L-9-6)	Open Source Meter Inc	N/A	L-9-6	17/09/2013
18	Cell Master	945113	Anritsu	MT8212E	L-6-1	27/12/2010
19	Multidetector de gases	473671/01-005	Crowcon	GAS-PRO	L-16-9	16/09/2015
20	Multidetector de gases	427514/01-010	Crowcon	GAS-PRO	L-16-6	15/11/2013
21	Multidetector de gases	115090950RN	RKI	GX-2009	L-16-3	11/04/2011
22	Multidetector de gases	W230218/00-1	Crowcon	Tetra 3	L-16-8	26/03/2015
23	Multidetector de gases	380268/03-13	Crowcon	TETRA- 3	L-16-4	5/04/2013
24	Multímetro	96720629	Fluke	115 TRUE RMS	L-2-2	11/03/2011
25	Multímetro	96020938	Fluke	115 TRUE RMS	L-2-3	23/12/2010
26	Multímetro	95971415	Fluke	115 TRUE RMS	L-2-6	24/06/2013
27	Multímetro	23920499	Fluke	115 TRUE RMS	L-2-7	28/11/2013
28	Multímetro	24560160	Fluke	77 IV	L-2-9	13/01/2015

29	Multímetro	27690003	Fluke	Fluke 289	L-2-8	2/10/2014
30	Pinza Amperimétrica	400323	Fluke	337	L-3-10	20/11/2012
31	Pinza Amperimétrica	17350282	Fluke	374	L-3-1	5/10/2012
32	Pinza Amperimétrica	17270019	Fluke	374	L-3-9	5/10/2012
33	Pinza Amperimétrica	25980234WS	Fluke	375	L-3-28	29/10/2014
34	Pinza Amperimétrica	24990047WS	Fluke	375	L-3-15	20/03/2014
35	Pinza Amperimétrica	23160176	Fluke	375	L-3-16	20/03/2014
36	Pinza Amperimétrica	24990004WS	Fluke	375	L-3-17	20/03/2014
37	Pinza Amperimétrica	24990054WS	Fluke	375	L-3-18	26/03/2014
38	Pinza Amperimétrica	24990056WS	Fluke	375	L-3-19	1/08/2014
39	Pinza Amperimétrica	25980278WS	Fluke	375	L-3-20	1/08/2014
40	Pinza Amperimétrica	25980098WS	Fluke	375	L-3-21	1/08/2014
41	Pinza Amperimétrica	25980279WS	Fluke	375	L-3-22	1/08/2014
42	Pinza Amperimétrica	25980019WS	Fluke	375	L-3-23	1/08/2014
43	Pinza Amperimétrica	24990055WS	Fluke	375	L-3-24	1/08/2014
44	Pinza Amperimétrica	25980014WS	Fluke	375	L-3-25	1/08/2014
45	Pinza Amperimétrica	25980012WS	Fluke	375	L-3-26	1/08/2014
46	Pinza Amperimétrica	21290390	Fluke	375	L-3-3	21/02/2013
47	Pinza Amperimétrica	22610107	Fluke	375	L-3-4	26/04/2013
48	Pinza Amperimétrica	24990075WS	Fluke	375	L-3-12	28/11/2013
49	Pinza Amperimétrica	23360783	Fluke	375	L-3-13	29/01/2014
50	Pinza Amperimétrica	24990078WS	Fluke	375	L-3-14	29/01/2014
51	Pinza Amperimétrica	17620120	Fluke	376	L-3-2	28/11/2011
52	Pinza Amperimétrica	100601761	Erasmus	EDP-100	L-3-7	31/07/2013
53	Pinza Amperimétrica	11043557	Erasmus	EPD-50		2/02/2012
54	Pinza Amperimétrica	11043558	Erasmus	EPD-50	L-3-27	2/02/2012
55	Pinza Amperimétrica	11043630	Erasmus	EPD-50	L-3-8	2/02/2012
56	Pinza Amperimétrica	87610	Kyoritsu	KT203	L-3-6	25/01/2012

				DTX-1800 MAIN		
57	Probador certificador de cableado	1898021/1898022	Fluke	UNIT / DTX- SMART REMOTE	L-30-4	6/02/2012
58	Probador certificador de cableado	2440037/2440038	Fluke	DTX-1800R	L-30-6	20/08/2013
59	Telurómetro	1090	KYORITSU	4102	L-6-1-1	3/01/2011
60	Telurómetro	1089	KYORITSU	4102	L-6-1-2	3/01/2011
61	Telurómetro	1059	KYORITSU	4102	L-6-1-3	3/01/2011
62	Telurómetro	W8232991	KYORITSU	4102A	L-6-11	22/08/2014
63	Telurómetro	W8177445	KYORITSU	4102A	L-6-5	10/04/2014
64	Telurómetro	W8177447	KYORITSU	4102A	L-6-6	10/04/2014
65	Telurómetro	W8177448	KYORITSU	4102A	L-6-7	10/04/2014
66	Telurómetro	W8182382	KYORITSU	4102A	L-6-8	10/04/2014
67	Telurómetro	W8185122	KYORITSU	4102A	L-6-9	20/08/2014
68	Telurómetro	W8232994	KYORITSU	4105A	L-6-10	22/08/2014
69	Telurómetro	W8232984	KYORITSU	4105A	L-6-12	22/08/2014
70	Telurómetro	8122089	Metrel	Earth Insulation Tester MI2088	L-6-1-4	12/01/2011
71	Telurómetro	8030035810	Mastech	MS5209	L-6-1-5	29/08/2011
72	Vatímetro	223555	Bird	43	L-8-13	6/08/2014
73	Vatímetro	60400220	Bird	43	L-8-15	12/08/2014
74	Vatímetro	93200486	Bird	43	L-8-6	3/06/2011
75	Vatímetro	103000741	Bird	43	L-8-9	3/01/2011
76	Vatímetro	133500911	Bird	4304A	L-8-10	27/12/2013
77	Vatímetro	142600465	Bird	4304A	L-8-16	19/08/2014
78	Vatímetro	142600472	Bird	4304A	L-8-17	19/08/2014
79	Vatímetro	142600469	Bird	4304A	L-8-18	19/08/2014
80	Vatímetro	142600473	Bird	4304A	L-8-20	19/08/2014
81	Vatímetro	142900634	Bird	4304A	L-8-21	22/08/2014
82	Vatímetro	142900643	Bird	4304A	L-8-22	22/08/2014
83	Vatímetro	142900631	Bird	4304A	L-8-23	22/08/2014
84	Vatímetro	142900648	Bird	4304A	L-8-24	22/08/2014
85	Vatímetro	142900633	Bird	4304A	L-8-25	22/08/2014
86	Vatímetro	142900647	Bird	4304A	L-8-26	22/08/2014
87	Vatímetro	142900644	Bird	4304A	L-8-27	22/08/2014
88	Vatímetro	142900630	Bird	4304A	L-8-28	22/08/2014
89	Vatímetro	142900640	Bird	4304A	L-8-29	22/08/2014
90	Vatímetro	142900632	Bird	4304A	L-8-30	22/08/2014
91	Vatímetro	130800338	Bird	4304A	L-8-8	22/05/2013
92	Vatímetro	10517	Bird	4391A	L-8-12	3/01/2011

93	Vatímetro	10518	Bird	4391A	L-8-5	24/06/2011
94	Vatímetro	28414	Telewave	44A	L-8-14	6/08/2014

Tabla 4
Registro de Novedades

Equipo / Novedades	Cantidad
Calibrador de Lazo	350
Prueba de encendido, medición y limpieza	310
Calibración y mantenimiento	29
Equipo ingresa al laboratorio	8
Se verifica equipo por acta de revista	3
Multímetro	305
Prueba de encendido, medición y limpieza	268
Calibración y mantenimiento	28
Equipo ingresa al laboratorio	4
Novedad: equipo no mide corriente. Se realiza revisión del equipo y se evidencia daño en el fusible de entrada de corriente, se realiza cambio de fusible, se realizan pruebas del equipo y se encuentra en perfecto estado.	1
Novedad: equipo no mide corriente	1
Novedad: daño en los contactos de alimentación del equipo, la placa de alimentación positiva de encuentra desprendida	1
Novedad: equipo ingresa a fuera de servicio no mide corriente	1
Novedad: tapa de la batería dañada y con residuos de pegamento	1
Telurómetro	298
Prueba de encendido, medición y limpieza	143
Prueba de medición y verificación de batería	101
Calibración y mantenimiento	34
Equipo ingresa al laboratorio	9
Se verifica equipo por acta de revista	4
Anotación, equipo ingresa al plan de calibración	3
Verificación del equipo en laboratorio.	1
Novedad: se recibe el equipo sin el kit de puntas caimanes y cables viene del préstamo PH18080355	1
Cambio batería.	1
Se recibe equipo sin estuche de cuero con juego caimanes (2), juego adaptadores de punta (2), juego cables verde (1), rojo (1), del préstamo PH17110978, equipo pasa a fuera de servicio	1
Vatímetro	296
Prueba de encendido, medición y limpieza	234
Calibración y mantenimiento	32
Equipo ingresa al laboratorio	19
Anotación, equipo ingresa al plan de calibración	4
Teniendo en cuenta la mínima rotación, la dificultad para adquirir soporte técnico y	1

piezas de repuesto, así como la obsolescencia tecnológica del equipo, se retira del listado de equipos a calibrar y se reemplaza por el equipo Bird con consecutivo L-8-30	
el vatímetro presenta mediciones erróneas en algunos casos	1
Novedad: al momento de realizar medición de potencia de un radio portátil el equipo no registra medición alguna en ninguna escala. Se reemplaza diodo del equipo por uno de prueba y se conecta el radio nuevamente, posteriormente se obtura el ptt del radio para verificar potencia del mismo dando aproximadamente 2.4w, pero el equipo al someterse al tocarlo o moverlo al realizar pruebas nuevamente el equipo no mide.	1
Novedad: El día 21 de agosto el señor Juan Diego Bedoya entrega el vatímetro L-8-8 el cual presenta daños en su funcionamiento.	1
Novedad: daño en metro	1
Se envía a TOPTECH para revisión.	1
Se verifica equipo por acta de revista	1
Pinza Amperimétrica	275
Prueba de encendido, medición y limpieza	210
Calibración y mantenimiento	27
Equipo ingresa al laboratorio	24
Se verifica equipo por acta de revista	8
Anotación, equipo ingresa al plan de calibración	5
Novedad: equipo no mide continuidad.	1
Probador certificador de cableado	181
Prueba de encendido, medición y limpieza	168
Calibración y mantenimiento	11
Equipo ingresa al laboratorio	2
Multidetector de gases	159
Prueba de encendido, medición y limpieza	105
Calibración y mantenimiento	43
Equipo ingresa al laboratorio	5
Se verifica equipo por acta de revista	2
Novedad: Proveedor realiza calibración en garantía debido a fallas en funcionamiento del equipo.	1
Novedad: equipo presenta alarma en el display y se envía a reparación.	1
Teniendo en cuenta el informe de proveedor "Se hicieron pruebas con gases patrones a los sensores de (O2-CH4-H2S-CO) y estos han sido calibrados satisfactoriamente y se encuentran trabajando correctamente dando alarma en los sets point establecidos y un T90 óptimo. Es probable que los sensores de (O2-H2S-CO), requieran cambio dentro de poco tiempo, esto debido a la culminación de su vida útil, se encuentran trabajando con el equipo desde el año 2014"; se define sacar del listado de calibración y realizar cambio de estado del equipo a "Fuera de servicio" así mismo dejar este para ejercicios de capacitación	1
Anotación, proveedor realiza calibración en garantía	1
Cell Master	155
Prueba de encendido, medición y limpieza	145
Calibración y mantenimiento	6
Novedad: falla detectada en el touch de la pantalla	1
Novedad: equipo ingresa con novedad en funciona de carga bajo el PH13060365, se	1

envía a proveedor para revisión, reparación y calibración.	
Equipo ingresa al laboratorio	1
Novedad: el equipo presenta falla en el touch de la pantalla	1
Analizador de Comunicaciones	137
Prueba de encendido, medición y limpieza	112
Calibración y mantenimiento	21
Equipo ingresa al laboratorio	4
Analizador de líneas	52
Prueba de encendido, medición y limpieza	46
Calibración y mantenimiento	5
Equipo ingresa al laboratorio	1
Alcoholímetro	20
Prueba de encendido, medición y limpieza	17
Calibración y mantenimiento	2
Equipo ingresa al laboratorio	1
Analizador de E1	14
Prueba de encendido, medición y limpieza	12
Calibración y mantenimiento	2
Analizador de Espectro	8
Prueba de encendido, medición y limpieza	6
Calibración y mantenimiento	2
Total, general	2250

Tabla 5
Base de Datos Manuales de operación y mantenimiento

Equipo	Bibliografía	Pag.
Alcoholímetro Digital	Manual de uso Alcoholímetro AT8020	1-4
Analizador de Comunicaciones	Manual de operación Analizador de comunicaciones Aeroflex 3920B	48-49
Analizador de Comunicaciones	Manual del operador Analizador de comunicaciones Motorola R2600B	12-18
Analizador de E1	Manual de usuario Analizador E1 Sunrise Telecom SS265	4-12
Analizador de Espectro	Manual de operación Analizador de espectro Anritsu MS26660B/C	2-8
Analizador de líneas	Manual de operación Site Analyzer XT	74-78
Calibrador de Lazo	Manual de instrucciones Fluke 705	10-16
Calibrador de Lazo	Manual de instrucciones Fluke 707	11-16
Cell Máster	Manual de uso Cell Máster Anritsu Modelo MT821xE	18-18
Multidetector de gases	Manual de usuario y el operador Monitor de gases múltiples Gas-Pro	37-51
Multidetector de gases	Manual del usuario Multidetector de gases Crowcon modelo tetra 3	20-20
Multidetector de gases	Manual de Instrucciones Monitor de gases portátil GX-2009	58-74
Multímetro	Manual de usuario Multímetro Fluke Modelo 289	57-65

Multímetro	Manual de uso Multímetro Fluke Modelo 115	17-18
Multímetro	Manual de uso Multímetro Digital Fluke Modelo 77 Series IV	9-10
Pinza Amperimétrica	Manual de uso Clamp Meter 374,375,376	3-28
Pinza Amperimétrica	Manual de uso Clamp Meter 374,375,376	3-28
Pinza Amperimétrica	Manual de uso Clamp Meter 374,375,376	3-28
Pinza Amperimétrica	Manual de uso pinza amperimétrica Kewtech KT203	1-2
Probador certificador de cableado	Manual de uso DTX Series	63-68
Telurómetro	Manual de instrucciones Telurómetro Modelo 4102A	12-14
Telurómetro	Manual de instrucciones Telurómetro Modelo 4105A	14-17
Telurómetro	Manual de instrucciones Metrel Modelo MI-2088	45-47
Vatímetro	Manual de servicio Vatímetro Bird Modelo 43	16-18
Vatímetro	Manual de instrucciones Vatímetro Bird Modelo 4304	11-13
Vatímetro	Manual de instrucciones Vatímetro Bird Modelo 4391	20-24
Vatímetro	Manual de operación Vatímetro Telewave Modelo 44a	13-15

Tabla 6
Clasificación por familias equipos de medición

Familia	Canti dad
Alcoholímetro Digital	1
Analizador de Comunicaciones	6
Analizador de E1	1
Analizador de Espectro	1
Analizador de líneas	1
Calibrador de Lazo	7
Cell Master	1
Multidetector de gases	5
Multímetro	6
Pinza Amperimétrica	27

Probador certificador de cableado	2
Telurómetro	13
Vatímetro	23
Total, general	94

*Tabla 7
Modelo cualitativo de Criticidad*

Organización Evaluada:

Fecha

Nombre del Funcionario que Diligencia:

Área:

Equipo:

Calificacion	1. Frecuencia de falla (Todo tipo de Falla)	Valoracion
20	No más de 1 por año	
40	Entre 2 y 15 por año	
60	Entre 16 y 30 por año	
80	Entre 31 y 50 por año	
100	Más de 50 por año (Más de una parada semanal)	

Calificacion	2. Tiempo promedio para reparar (MTTR).	Valoracion
20	Menos de 5 días	
40	Entre 5 a 15 días	
60	Entre 15 a 30 días	
80	Entre 1 a 2 meses	
100	Más de 3 meses	

Calificacion	3. Impacto sobre la producción	Valoracion
20	No afecta la producción.	
40	25 % de impacto.	
60	50% de impacto.	
80	75% de impacto.	
100	La impacta totalmente.	

Calificacion	4. Costo de reparación (Millones de Pesos)	Valoracion
25	Menos de 1 millón de pesos	
50	Entre 1 y 5 Millones de Pesos	
75	Entre 5 y 15 millones	
100	Entre 15 y 35 millones	

Calificacion	5. Utilizacion	Valoracion
25	Se requiere para la ejecucion algunos los proyectos y tiene equipo homologo que pueda suplir sus funciones	
50	Se requiere para la ejecucion algunos los proyectos y tiene equipo homologo que pueda suplir sus funciones	
75	Se requiere para la ejecucion Todos los proyectos y tiene equipo homologo que pueda suplir sus funciones	
100	Se requiere para la ejecucion todos los proyectos y no tiene equipo homologo que pueda suplir sus funciones	

Calificacion	6 Impacto en la salud y seguridad personal	Valoracion
25	No origina heridas ni lesiones.	
50	Puede originar lesiones o heridas leves no incapacitantes.	
75	Puede ocasionar lesiones o heridas graves con incapacidad temporal entre 1 y 30 días.	
100	Puede ocasionar lesiones con incapacidad superior a 30 días o incapacidad parcial permanente.	

Calificacion	7. Impacto en la satisfacción del cliente interno (Departamento de la empresa al que se le prestan servicios)	Valoracion
25	No ocasiona pérdidas económicas en las otras áreas de la planta	
50	Puede ocasionar pérdidas económicas hasta de 1 SMMLV.	
75	Puede ocasionar pérdidas económicas mayores de 1 y menores de 15 SMMLV	
100	Puede ocasionar pérdidas económicas mayores de 15 SMMLV	

Calificacion	8. Impacto en la respuesta oportuna para el suministro de equipos de Backup (Inventario)	Valoracion
25	Mas de 8 equipos de Backup	
50	Entre 3-7 equipos de Backup	
75	Entre 1-2 equipos de Backup	
100	Equipo no tiene Backup	

*Tabla 8
Participación Impacto*

Impacto	Peso
Inventario (Backup)	26,00%
Tiempo promedio para reparar (MTTR).	20,00%
Frecuencia de falla	18,00%
Utilización	10,00%
Impacto sobre la producción	9,00%
Impacto en la salud y seguridad personal	8,00%
Costo de reparación (Millones de Pesos)	3,00%
Impacto en la satisfacción del cliente interno	6,00%

*Tabla 9
Ejemplo desarrollo y metas indicadores de gestión de mantenimiento*

Indicador	Formulación	Ejemplo		Resultado	Meta
Tiempo medio entre falla (TMEF)	$TMEF = \frac{\# \text{ equipos} \times \text{días en operación}}{\# \text{ de fallas}}$	# Equipos	1 Un	60 días	>80 días
		Días En Operación	60 días		
		# Fallas	1 falla		
Tiempo medio para reparacion (TMPR)	$TMPR = \frac{\text{días en mantenimiento}}{\# \text{ fallas}}$	Días En Mantenimiento	15 días	15 días	<15 días
		# Fallas	1 falla		
Disponibilidad (D)	$D = \frac{\text{periodo evaluado} - (\text{días en mantenimiento})}{\text{periodo evaluado}} \times 100\%$	Periodo Evaluado	90 días	83,33%	> 90%
		Días En Mantenimiento	15 días		
Disponibilidad (D) (Operación Eventual)	$D = \frac{\text{días operación}}{\text{días operación} + \text{días en mantenimiento}} \times 100\%$	Días En Operación	60 días	80,00%	> 90%
		Días En Mantenimiento	15 días		
Disponibilidad (D)	$D = \frac{TMEF}{TMEF + TMPR} \times 100\%$	TMEF	60,0 días	80,00%	> 90%
		TMPR	15,0 días		
Utilización (U)	$U = \frac{\text{Días en operación}}{\text{periodo evaluado}} \times 100\%$	Días En Operación	60 días	66,67%	>70%
		Periodo Evaluado	90 días		
Costo de mantenimiento por cantidad de servicios realizados (CM/SR)	$CM/SR = \frac{\text{costo Mto}}{\# \text{ fallas}}$	Costo De Mantenimiento	100000 \$	100.000 \$/falla	<60000 \$/falla
		# Fallas	1 falla		

Consideraciones	
# Equipos	1 Un
# Fallas	1 falla
Costo De Mantenimiento	100000 \$
TMEF	60,0 días
TMPR	15,0 días
Periodo Evaluado	90,0 días
Días En Mantenimiento	15,0 días
Días En Operación	60,0 días

*Tabla 10
Inventario equipos de medición*

Familia	Cantidad
Pinza Amperimétrica	27
Vatímetro	23
Telurómetro	13
Calibrador de Lazo	7
Analizador de Comunicaciones	6
Multímetro	6
Multidetector de gases	5
Probador certificador de cableado	2

Analizador de líneas	1
Analizador de Espectro	1
Alcoholímetro Digital	1
Analizador de E1	1
Cell Master	1
Total, general	94

*Tabla 11
Consolidado formato modelo cualitativo de criticidad*

CONSOLIDADO DE CRITICIDAD							
EQUIPOS	ASPECTO DE EVALUACION	PESO (%)	ENCUESTADO # 1	ENCUESTADO # 2	ENCUESTADO # 3	PROMEDIO	CRITICIDAD
Alcoholímetro	Inventario (Backup)	26,00%	100	100	100	100,0	54,98
	Utilización	10,00%	100	100	100	100,0	
	Tiempo promedio para reparar (MTTR)	20,00%	20	20	20	20,0	
	Frecuencia de falla	18,00%	20	20	20	20,0	
	Costo de reparación (Millones de Pesos)	3,00%	25	25	25	25,0	
	Impacto sobre la producción	9,00%	20	20	20	20,0	
	Impacto en la salud y seguridad personal	8,00%	100	75	100	91,7	
	Impacto en la satisfacción del cliente interno	6,00%	25	25	25	25,0	
Analizador de Comunicaciones	Inventario (Backup)	26,00%	50	50	50	50,0	59,60
	Utilización	10,00%	100	100	100	100,0	
	Tiempo promedio para reparar (MTTR)	20,00%	80	80	80	80,0	
	Frecuencia de falla	18,00%	40	40	40	40,0	
	Costo de reparación (Millones de Pesos)	3,00%	50	50	50	50,0	
	Impacto sobre la producción	9,00%	60	60	60	60,0	
	Impacto en la salud y seguridad personal	8,00%	25	25	25	25,0	
	Impacto en la satisfacción del cliente interno	6,00%	75	75	75	75,0	
Analizador de Líneas	Inventario (Backup)	26,00%	100	100	100	100,0	74,40
	Utilización	10,00%	100	100	100	100,0	
	Tiempo promedio para reparar (MTTR)	20,00%	80	80	80	80,0	
	Frecuencia de falla	18,00%	40	40	40	40,0	
	Costo de reparación (Millones de Pesos)	3,00%	50	50	50	50,0	
	Impacto sobre la producción	9,00%	80	80	80	80,0	
	Impacto en la salud y seguridad personal	8,00%	25	25	25	25,0	
	Impacto en la satisfacción del cliente interno	6,00%	75	75	75	75,0	
Calibrador de Lazo	Inventario (Backup)	26,00%	50	50	50	50,0	48,70
	Utilización	10,00%	100	100	100	100,0	
	Tiempo promedio para reparar (MTTR)	20,00%	60	60	60	60,0	
	Frecuencia de falla	18,00%	20	20	20	20,0	
	Costo de reparación (Millones de Pesos)	3,00%	50	50	50	50,0	
	Impacto sobre la producción	9,00%	40	40	40	40,0	
	Impacto en la salud y seguridad personal	8,00%	25	25	25	25,0	
	Impacto en la satisfacción del cliente interno	6,00%	50	50	50	50,0	
Cell master	Inventario (Backup)	26,00%	100	100	100	100,0	74,40
	Utilización	10,00%	100	100	100	100,0	
	Tiempo promedio para reparar (MTTR)	20,00%	80	80	80	80,0	
	Frecuencia de falla	18,00%	40	40	40	40,0	
	Costo de reparación (Millones de Pesos)	3,00%	50	50	50	50,0	
	Impacto sobre la producción	9,00%	80	80	80	80,0	
	Impacto en la salud y seguridad personal	8,00%	25	25	25	25,0	
	Impacto en la satisfacción del cliente interno	6,00%	75	75	75	75,0	
Certificadora de Cable	Inventario (Backup)	26,00%	75	75	75	75,0	62,50
	Utilización	10,00%	100	100	100	100,0	
	Tiempo promedio para reparar (MTTR)	20,00%	80	80	80	80,0	
	Frecuencia de falla	18,00%	20	20	20	20,0	
	Costo de reparación (Millones de Pesos)	3,00%	50	50	50	50,0	
	Impacto sobre la producción	9,00%	60	60	60	60,0	
	Impacto en la salud y seguridad personal	8,00%	25	25	25	25,0	
	Impacto en la satisfacción del cliente interno	6,00%	75	75	75	75,0	
Multidetector de Gases	Inventario (Backup)	26,00%	50	50	50	50,0	62,65
	Utilización	10,00%	100	100	100	100,0	
	Tiempo promedio para reparar (MTTR)	20,00%	60	60	60	60,0	
	Frecuencia de falla	18,00%	40	40	40	40,0	
	Costo de reparación (Millones de Pesos)	3,00%	25	25	25	25,0	
	Impacto sobre la producción	9,00%	80	80	80	80,0	
	Impacto en la salud y seguridad personal	8,00%	100	100	100	100,0	
	Impacto en la satisfacción del cliente interno	6,00%	75	75	75	75,0	

Tabla 12
Complemento consolidado formato modelo cualitativo de criticidad

CONSOLIDADO DE CRITICIDAD							
EQUIPOS	ASPECTO DE EVALUACION	PESO (%)	ENCUESTADO # 1	ENCUESTADO # 2	ENCUESTADO # 3	PROMEDIO	CRITICIDAD
Multímetro	Inventario (Backup)	26,00%	50	50	50	50,0	45,45
	Utilización	10,00%	75	75	75	75,0	
	Tiempo promedio para reparar (MTTR).	20,00%	60	60	60	60,0	
	Frecuencia de falla	18,00%	20	20	20	20,0	
	Costo de reparación (Millones de Pesos)	3,00%	25	25	25	25,0	
	Impacto sobre la producción	9,00%	40	40	40	40,0	
	Impacto en la salud y seguridad personal	8,00%	25	25	25	25,0	
	Impacto en la satisfacción del cliente interno	6,00%	50	50	50	50,0	
Pinza Amperimétrica	Inventario (Backup)	26,00%	25	25	25	25,0	42,95
	Utilización	10,00%	75	75	75	75,0	
	Tiempo promedio para reparar (MTTR).	20,00%	80	80	80	80,0	
	Frecuencia de falla	18,00%	20	20	20	20,0	
	Costo de reparación (Millones de Pesos)	3,00%	25	25	25	25,0	
	Impacto sobre la producción	9,00%	40	40	40	40,0	
	Impacto en la salud y seguridad personal	8,00%	25	25	25	25,0	
	Impacto en la satisfacción del cliente interno	6,00%	50	50	50	50,0	
Telurómetro	Inventario (Backup)	26,00%	25	25	25	25,0	47,70
	Utilización	10,00%	100	100	100	100,0	
	Tiempo promedio para reparar (MTTR).	20,00%	80	80	80	80,0	
	Frecuencia de falla	18,00%	20	20	20	20,0	
	Costo de reparación (Millones de Pesos)	3,00%	50	50	50	50,0	
	Impacto sobre la producción	9,00%	40	40	40	40,0	
	Impacto en la salud y seguridad personal	8,00%	25	25	25	25,0	
	Impacto en la satisfacción del cliente interno	6,00%	75	75	75	75,0	
Vatímetro	Inventario (Backup)	26,00%	25	25	25	25,0	49,10
	Utilización	10,00%	100	100	100	100,0	
	Tiempo promedio para reparar (MTTR).	20,00%	60	60	60	60,0	
	Frecuencia de falla	18,00%	40	40	40	40,0	
	Costo de reparación (Millones de Pesos)	3,00%	50	50	50	50,0	
	Impacto sobre la producción	9,00%	60	60	60	60,0	
	Impacto en la salud y seguridad personal	8,00%	25	25	25	25,0	
	Impacto en la satisfacción del cliente interno	6,00%	75	75	75	75,0	
Analizador E1	Inventario (Backup)	26,00%	100	100	100	100,0	68,60
	Utilización	10,00%	100	100	100	100,0	
	Tiempo promedio para reparar (MTTR).	20,00%	60	60	60	60,0	
	Frecuencia de falla	18,00%	40	40	40	40,0	
	Costo de reparación (Millones de Pesos)	3,00%	50	50	50	50,0	
	Impacto sobre la producción	9,00%	60	60	60	60,0	
	Impacto en la salud y seguridad personal	8,00%	25	25	25	25,0	
	Impacto en la satisfacción del cliente interno	6,00%	75	75	75	75,0	
Analizador de Espectro	Inventario (Backup)	26,00%	100	100	100	100,0	68,60
	Utilización	10,00%	100	100	100	100,0	
	Tiempo promedio para reparar (MTTR).	20,00%	60	60	60	60,0	
	Frecuencia de falla	18,00%	40	40	40	40,0	
	Costo de reparación (Millones de Pesos)	3,00%	50	50	50	50,0	
	Impacto sobre la producción	9,00%	60	60	60	60,0	
	Impacto en la salud y seguridad personal	8,00%	25	25	25	25,0	
	Impacto en la satisfacción del cliente interno	6,00%	75	75	75	75,0	

Tabla 13
Clasificación equipos de acuerdo con su nivel de criticidad

Familia	Criticidad	% Criticidad	% Criticidad acumulado	Pareto (80%)	Clasificación
analizador de líneas	74,4	9,8%	9,8%	80,0%	Crítico
cell master	74,4	9,8%	19,6%	80,0%	Crítico
analizador de espectro	68,6	9,0%	28,6%	80,0%	Crítico
analizador El	68,6	9,0%	37,6%	80,0%	Crítico
Multidetector de gases	62,7	8,2%	45,9%	80,0%	Crítico
Certificadora de cable	62,5	8,2%	54,1%	80,0%	Crítico
analizador de comunicaciones	59,6	7,8%	62,0%	80,0%	Crítico
Alcoholímetro	55,0	7,2%	69,2%	80,0%	Crítico
Vatímetro	49,1	6,5%	75,7%	80,0%	Crítico
calibrador de lazo	48,7	6,4%	82,1%	80,0%	Semicrítico
Telurómetro	47,7	6,3%	88,4%	80,0%	Semicrítico
Multímetro	45,5	6,0%	94,3%	80,0%	No crítico
Pinza Amperimétrica	43,0	5,7%	100,0%	80,0%	No crítico

Tabla 14
Equipos disponibles requeridos por el departamento de medición

Equipo	Criticidad	Equipos en inventario	Equipos Mínimos disponibles para la ejecución de servicios
Alcoholímetro	Critico	1	1
analizador de comunicaciones	Critico	6	3
analizador EI	Critico	1	1
analizador de espectro	Critico	1	1
analizador de líneas	Critico	1	1
calibrador de lazo	Semicritico	7	5
cell master	Critico	1	1
Certificadora de cable	Critico	2	2
Multidetector de gases	Critico	5	2
Multímetro	No critico	6	4
Pinza Amperimétrica	No critico	27	5
Telurómetro	Semicritico	13	5
Vatímetro	Critico	23	6
		94	37

Equipo	Equipos mto preventivo completo	Equipos mto preventivo ocasional
Alcoholímetro	1	0
analizador de comunicaciones	3	3
analizador EI	1	0
analizador de espectro	1	0
analizador de líneas	1	0
calibrador de lazo	5	2
cell master	1	0
Certificadora de cable	2	0
Multidetector de gases	2	3
Multímetro	4	2
Pinza Amperimétrica	5	22
Telurómetro	5	8
Vatímetro	6	17
	37	57

*Tabla 15
Rutinas de Inspección y Calibración*

Equipo	Críticidad	Elemento	Tarea	Frecuencia						Especialidad	Duración	Condición	Herramientas
				Inspección Periódica				Calibración					
				Por Uso	Mensual	Bimensual	Trimestral	Semestral	Anual				
Alcoholímetro	Crítico	Boquilla	Ethilación de aire	x	x					Ninguna	1 minuto	Encendido	Boquilla intercambiable
		Panel Frontal	Inspección visual	x	x					Ninguna	1 minuto	Encendido	N/A
		Teclado	Inspección visual	x	x					Ninguna	1 minuto	Encendido	N/A
		General	Limpieza	x	x				x	Ninguna	n/a	n/a	N/A
análizador de comunicaciones	Crítico	Puertos BNC	Inspección visual	x	x					Proveedor externo	2 minutos	Apagado	N/A
		Panel frontal y posterior	Inspección visual	x	x					Ninguna	1 minuto	Encendido	N/A
		Puertos de opción de multímetro	Medición de salida de opción multímetro del analizador	x	x					Ninguna	4 minutos	Encendido	Multímetro digital
		Conectores TNC y BNC y puertos	Inspección visual	x	x					Ninguna	2 minutos	apagado	N/A
		Interfaz	Autocalibración	x	x					Ninguna	4 minutos	Encendido	N/A
		General	Limpieza	x	x					Ninguna	n/a	n/a	N/A
		General	Calibración						x	Proveedor externo	n/a	n/a	N/A
		Puertos RJ45	Inspección visual	x	x				x	Ninguna	1 minuto	Apagado	N/A
análizador EI	Crítico	Teclado	Inspección visual y funcional	x	x				x	Ninguna	5 minutos	Encendido	N/A
		Pantalla	Inspección visual	x	x				x	Ninguna	3 minutos	Encendido	N/A
		General	Limpieza	x	x					Ninguna	n/a	n/a	N/A
		General	Calibración						x	Proveedor externo	n/a	n/a	N/A
análizador de espectro	Crítico	Puertos BNC	Inspección visual	x	x					Ninguna	2 minutos	Apagado	N/A
		Panel frontal y posterior	Inspección visual	x	x					Ninguna	1 minuto	Encendido	N/A
		Test de inicio	Inspección visual	x	x					Ninguna	3 minutos	Encendido	N/A
		General	Limpieza	x	x					Ninguna	n/a	n/a	N/A
		General	Calibración						x	Proveedor externo	n/a	n/a	N/A
		Puertos	Inspección visual	x	x					Ninguna	1 minuto	Apagado	N/A
		Test de prueba	Inspección visual y funcional	x	x					Ninguna	3 minutos	Encendido	N/A
		Pantalla	Inspección visual	x	x					Ninguna	1 minuto	Encendido	N/A
análizador de líneas	Crítico	Calibración del sistema	Inspección funcional	x	x					Ninguna	4 minutos	Encendido	N/A
		Prueba VSWR	Inspección funcional	x	x					Ninguna	2 minutos	Encendido	N/A
		General	Limpieza	x	x					Ninguna	n/a	n/a	N/A
		General	Calibración						x	Proveedor externo	n/a	n/a	N/A
		Pantalla	Inspección visual	x	x					Ninguna	1 minuto	Encendido	N/A
		Teclado	Inspección visual y funcional	x	x					Ninguna	1 minuto	Encendido	N/A
calibrador de lazo	Semicrítico	Prueba de medición source	Inspección funcional	x	x					Ninguna	4 minutos	Encendido	Calibrador de lazo (Measure)
		General	Limpieza	x	x					Ninguna	n/a	n/a	N/A
		General	Calibración						x	Proveedor externo	n/a	n/a	N/A
		Puertos	Inspección visual	x	x					Ninguna	1 minuto	Apagado	N/A
cell master	Crítico	Test de prueba	Inspección visual y funcional	x	x					Ninguna	3 minutos	Encendido	N/A
		Pantalla	Inspección visual	x	x					Ninguna	1 minuto	Encendido	N/A
		Calibración del sistema	Inspección funcional	x	x					Ninguna	4 minutos	Encendido	N/A
		Calibración del touch	Inspección funcional	x	x					Ninguna	3 minutos	Encendido	N/A
		Test del sistema	Inspección funcional	x	x					Ninguna	2 minutos	Encendido	N/A
		General	Limpieza	x	x					Ninguna	n/a	n/a	N/A
		General	Calibración						x	Proveedor externo	n/a	n/a	N/A
		Pantalla	Inspección visual	x	x					Ninguna	1 minuto	Encendido	N/A
Certificadora de cable	Crítico	Teclado	Inspección funcional	x	x					Ninguna	1 minuto	Encendido	N/A
		Puertos	Conexión con jumper	x	x					Ninguna	1 minuto	Encendido	N/A
		Test de prueba	Inspección funcional	x	x					Ninguna	3 minutos	Encendido	N/A
		General	Limpieza	x	x					Ninguna	n/a	n/a	N/A
Multidetector de gases	Crítico	Pantalla	Inspección visual	x	x				x	Proveedor externo	n/a	n/a	N/A
		Botón	Inspección funcional	x	x					Básico	1 minuto	Encendido	N/A
		test de ajuste a cero	Inspección funcional	x	x					Básico	2 minutos	Encendido	N/A
		test de bombas	Inspección funcional	x	x					Básico	2 minutos	Encendido	N/A
		General	Limpieza	x	x					Ninguna	n/a	n/a	N/A
		General	Calibración						x	Proveedor externo	n/a	n/a	N/A
Multímetro	No crítico	Pantalla	Inspección visual	x			x			Ninguna	1 minuto	Encendido	N/A
		Selector de rango	Inspección visual y funcional	x			x			Ninguna	1 minuto	Encendido	N/A
		Prueba de medición (Vdc, Vac, Aac, Adc, ohm)	Inspección funcional	x			x			Ninguna	5 minutos	Encendido	Fuente de voltaje, resistencia, toma corriente, cable de prueba para medición de corriente y taladro.
		General	Limpieza	x			x			Ninguna	n/a	n/a	N/A
Pinza Amperimétrica	No crítico	General	Calibración						x	Proveedor externo	n/a	n/a	N/A
		Pantalla	Inspección visual	x			x			Ninguna	1 minuto	Encendido	N/A
		Selector de rango	Inspección visual y funcional	x			x			Ninguna	1 minuto	Encendido	N/A
		Prueba de medición (Vdc, Vac, Aac, Adc, ohm)	Inspección funcional	x			x			Ninguna	5 minutos	Encendido	Fuente de voltaje, resistencia, toma corriente, cable de prueba para medición de corriente y taladro.
Telurómetro	Semicrítico	General	Limpieza	x			x			Ninguna	n/a	n/a	N/A
		Pantalla	Inspección visual	x		x				Proveedor externo	n/a	n/a	N/A
		Selector de rango	Inspección visual y funcional	x		x				Ninguna	1 minuto	Encendido	N/A
		Batería	Inspección visual	x		x				Ninguna	1 minuto	Encendido	N/A
		Prueba de medición	Inspección funcional	x		x				Ninguna	4 minutos	Encendido	Caja de prueba
		Puertos	Inspección visual y funcional	x		x				Ninguna	3 minutos	Apagado	N/A
		General	Limpieza	x		x				Ninguna	n/a	n/a	N/A
		General	Calibración						x	Proveedor externo	n/a	n/a	N/A
Vatímetro	Crítico	Selector de rango	Inspección visual y funcional	x	x					Ninguna	2 minutos	Apagado	N/A
		Prueba de medición	Inspección funcional	x	x					Ninguna	3 minutos	Apagado	Caja de prueba
		Puertos	Inspección visual y funcional	x	x					Ninguna	1 minuto	Apagado	N/A
		General	Limpieza	x	x					Ninguna	n/a	n/a	N/A
General	Calibración						x	Proveedor externo	n/a	n/a	N/A		

Tabla 16
Indicadores de gestión de mantenimiento para los equipos de medición

Indicador	Formulacion	Ejemplo		Resultado	Meta
Tiempo medio entre falla (TMEF)	$TMEF = \frac{\# \text{ equipos} \times \text{días en operación}}{\# \text{ de fallas}}$	# Equipos	1 Un	60 días	>80 días
		Días En Operación	60 días		
		# Fallas	1 falla		
Tiempo medio para reparación (TMPR)	$TMPR = \frac{\text{días en mantenimiento}}{\# \text{ fallas}}$	Días En Mantenimiento	15 días	15 días	<15 días
		# Fallas	1 falla		
Disponibilidad (D)	$D = \frac{\text{periodo evaluado} - (\text{días en mantenimiento})}{\text{periodo evaluado}} \times 100\%$	Periodo Evaluado	90 días	83,33%	> 90%
		Días En Mantenimiento	15 días		
Disponibilidad (D) (Operación Eventual)	$D = \frac{\text{días operación}}{\text{días operación} + \text{días en mantenimiento}} \times 100\%$	Días En Operación	60 días	80,00%	> 90%
		Días En Mantenimiento	15 días		
Disponibilidad (D)	$D = \frac{TMEF}{TMEF + TMPR} \times 100\%$	TMEF	60,0 días	80,00%	> 90%
		TMPR	15,0 días		
Utilización (U)	$U = \frac{\text{días en operación}}{\text{periodo evaluado}} \times 100\%$	Días En Operación	60 días	66,67%	>70%
		Periodo Evaluado	90 días		
Costo de mantenimiento por cantidad de servicios realizados (CM/SR)	$CM/SR = \frac{\text{costo Mto}}{(\# \text{ fallas})}$	Costo De Mantenimiento	100000 \$	100.000 \$/falla	<60000 \$/falla
		# Fallas	1 falla		

Consideraciones	
# Equipos	1 Un
# Fallas	1 falla
Costo De Mantenimiento	100000 \$
TMEF	60,0 días
TMPR	15,0 días
Periodo Evaluado	90,0 días
Días En Mantenimiento	15,0 días
Días En Operación	60,0 días

Tabla 17
Presupuesto Inspecciones y Calibraciones

Descripcion del activo			Mtto Full		Mtto ocasional		Presupuesto	
Criticidad	Equipo	Descripcion	Cantidad equipos	servicios por año	Cantidad equipos	servicios por año	costo Unitario	Total
Critico	Alcoholímetro	servicio calibracion	1	2	0	0	\$ 178.500	\$ 357.000
		inspecciones periodicas	1	12	0	6	\$ 39.329	\$ 471.948
Critico	analizador de comunicaciones	servicio calibracion	3	1	3	0	\$ 3.808.000	\$ 11.424.000
		inspecciones periodicas	3	12	3	6	\$ 8.388	\$ 452.961
Critico	analizador EI	servicio calibracion	1	1	0	0	\$ -	\$ -
		inspecciones periodicas	1		0	0	\$ 44.729	\$ -
Critico	analizador de espectro	servicio calibracion	1	1	0	0	\$ -	\$ -
		inspecciones periodicas	1		0	0	\$ 55.929	\$ -
Critico	analizador de líneas	servicio calibracion	1	1	0	0	\$ 1.309.000	\$ 1.309.000
		inspecciones periodicas	1	12	0	6	\$ 16.429	\$ 197.148
Semicritico	calibrador de lazo	servicio calibracion	5	1	2	0	\$ 579.372	\$ 2.896.860
		inspecciones periodicas	5	6	2	3	\$ 7.618	\$ 274.263
Critico	cell master	servicio calibracion	1	1	0	0	\$ 1.785.000	\$ 1.785.000
		inspecciones periodicas	1	12	0	6	\$ 13.429	\$ 161.148
Critico	Certificadora de cable	servicio calibracion	2	1	0	0	\$ 1.650.000	\$ 3.300.000
		inspecciones periodicas	2	6	0	3	\$ 17.165	\$ 205.974
Critico	Multidetector de gases	servicio calibracion	2	2	3	0	\$ 285.600	\$ 1.142.400
		inspecciones periodicas	2	12	3	6	\$ 2.766	\$ 116.164
No critico	Multímetro	servicio calibracion	4	1	2	0	\$ 373.660	\$ 1.494.640
		inspecciones periodicas	4	4	2	2	\$ 9.555	\$ 191.097
No critico	Pinza Amperimétrica	servicio calibracion	5	1	22	0	\$ 476.000	\$ 2.380.000
		inspecciones periodicas	5	4	22	2	\$ 3.049	\$ 195.150
Semicritico	Telurómetro	servicio calibracion	5	1	8	0	\$ 596.198	\$ 2.980.990
		inspecciones periodicas	5	6	8	3	\$ 2.718	\$ 146.751
Critico	Vatímetro	servicio calibracion	6	1	17	0	\$ 654.500	\$ 3.927.000
		inspecciones periodicas	6	12	17	6	\$ 1.840	\$ 320.228
Total							\$	35.729.722

Tabla 18
Registro préstamo equipos de medición 2018

ÍTEM	EQUIPO	SERIAL	CONSECUTIVO	VALOR DIA	FECHA INICIO	FECHA ENTREGA	TOTAL, DÍAS	TOTAL
1	Alcoholímetro Digital	A823038006	L-16-10	\$ 14.371	5/03/2018	15/03/2018	10	\$ 143.710
1	Alcoholímetro Digital	A823038006	L-16-10	\$ 14.371	23/07/2018	26/07/2018	3	\$ 43.113
1	Alcoholímetro Digital	A823038006	L-16-10	\$ 14.371	6/07/2018	23/07/2018	17	\$ 244.307
1	Alcoholímetro Digital	A823038006	L-16-10	\$ 14.371	21/09/2018	8/10/2018	17	\$ 244.307
1	Alcoholímetro Digital	A823038006	L-16-10	\$ 14.371	8/11/2018	16/11/2018	8	\$ 114.968
2	Analizador de comunicaciones	1001681762	L-1-4	\$ 670.468	26/01/2018	12/02/2018	17	\$ 11.397.956
2	Analizador de comunicaciones	1001681762	L-1-4	\$ 670.468	3/07/2018	16/07/2018	13	\$ 8.716.084
2	Analizador de comunicaciones	1001681762	L-1-4	\$ 670.468	15/08/2018	30/08/2018	15	\$ 10.057.020
2	Analizador de comunicaciones	1001681762	L-1-4	\$ 670.468	6/09/2018	10/09/2018	4	\$ 2.681.872
3	Analizador de comunicaciones	1001681760	L-1-5	\$ 670.468			0	\$ 0
4	Analizador de comunicaciones	1001681761	L-1-6	\$ 670.468	9/01/2018	9/02/2018	31	\$ 20.784.508
4	Analizador de comunicaciones	1001681761	L-1-6	\$ 670.468	25/04/2018	26/04/2018	1	\$ 670.468
4	Analizador de comunicaciones	1001681761	L-1-6	\$ 670.468	27/04/2018	7/06/2018	41	\$ 27.489.188
5	Analizador de comunicaciones	496LHE0040W3	L-1-2	\$ 670.468	4/01/2018	4/01/2018	0	\$ 0
5	Analizador de comunicaciones	496LHE0040W3	L-1-2	\$ 670.468	21/08/2018	27/08/2018	6	\$ 4.022.808
5	Analizador de comunicaciones	496LHE0040W3	L-1-2	\$ 670.468	5/09/2018	6/09/2018	1	\$ 670.468
6	Analizador de comunicaciones	496KVV0084	L-1-3	\$ 670.468			0	\$ 0
7	Analizador de comunicaciones	496KSE0093	L-1-1	\$ 670.468			0	\$ 0
8	Analizador de E1	SLE11213109203	L-5-2	\$ 317.582			0	\$ 0
9	Analizador de Espectro	15388	L-5-1	\$ 317.582	19/04/2018	21/05/2018	32	\$ 10.162.624
10	Analizador de líneas	130400853	L-5-3	\$ 118.304	9/01/2018	9/02/2018	31	\$ 3.667.424
10	Analizador de líneas	130400853	L-5-3	\$ 118.304	12/02/2018	20/03/2018	36	\$ 4.258.944
10	Analizador de líneas	130400853	L-5-3	\$ 118.304	25/04/2018	26/04/2018	1	\$ 118.304
10	Analizador de líneas	130400853	L-5-3	\$ 118.304	27/04/2018	7/06/2018	41	\$ 4.850.464
10	Analizador de líneas	130400853	L-5-3	\$ 118.304	24/07/2018	30/07/2018	6	\$ 709.824
10	Analizador de líneas	130400853	L-5-3	\$ 118.304	10/08/2018	27/08/2018	17	\$ 2.011.168
10	Analizador de líneas	130400853	L-5-3	\$ 118.304	27/08/2018	29/08/2018	2	\$ 236.608
10	Analizador de líneas	130400853	L-5-3	\$ 118.304	31/08/2018	5/09/2018	5	\$ 591.520
10	Analizador de líneas	130400853	L-5-3	\$ 118.304	7/11/2018	7/12/2018	30	\$ 3.549.120
11	Calibrador de Lazo	9549055	L-9-2	\$ 7.722	20/03/2018	17/05/2018	58	\$ 447.876
11	Calibrador de Lazo	9549055	L-9-2	\$ 7.722	24/07/2018	1/08/2018	8	\$ 61.776
11	Calibrador de Lazo	9549055	L-9-2	\$ 7.722	8/11/2018	8/11/2018	0	\$ 0
11	Calibrador de Lazo	9549055	L-9-2	\$ 7.722	8/11/2018	16/11/2018	8	\$ 61.776
12	Calibrador de Lazo	9926148	L-9-1	\$ 7.722	22/01/2018	29/01/2018	7	\$ 54.054
12	Calibrador de Lazo	9926148	L-9-1	\$ 7.722	29/01/2018	5/02/2018	7	\$ 54.054

12	Calibrador de Lazo	9926148	L-9-1	\$ 7.722	27/04/2018	10/05/2018	13	\$ 100.386
12	Calibrador de Lazo	9926148	L-9-1	\$ 7.722	22/05/2018	23/05/2018	1	\$ 7.722
12	Calibrador de Lazo	9926148	L-9-1	\$ 7.722	24/05/2018	28/05/2018	4	\$ 30.888
12	Calibrador de Lazo	9926148	L-9-1	\$ 7.722	6/07/2018	23/07/2018	17	\$ 131.274
12	Calibrador de Lazo	9926148	L-9-1	\$ 7.722	19/09/2018	8/10/2018	19	\$ 146.718
12	Calibrador de Lazo	9926148	L-9-1	\$ 7.722	9/10/2018	11/10/2018	2	\$ 15.444
12	Calibrador de Lazo	9926148	L-9-1	\$ 7.722	16/10/2018	16/10/2018	0	\$ 0
13	Calibrador de Lazo	9939010	L-9-3	\$ 7.722	2/01/2018	9/01/2018	7	\$ 54.054
13	Calibrador de Lazo	9939010	L-9-3	\$ 7.722	9/01/2018	15/01/2018	6	\$ 46.332
13	Calibrador de Lazo	9939010	L-9-3	\$ 7.722	27/02/2018	5/03/2018	6	\$ 46.332
13	Calibrador de Lazo	9939010	L-9-3	\$ 7.722	4/04/2018	17/04/2018	13	\$ 100.386
13	Calibrador de Lazo	9939010	L-9-3	\$ 7.722	20/04/2018	9/05/2018	19	\$ 146.718
13	Calibrador de Lazo	9939010	L-9-3	\$ 7.722	26/06/2018	10/07/2018	14	\$ 108.108
13	Calibrador de Lazo	9939010	L-9-3	\$ 7.722	3/10/2018	5/10/2018	2	\$ 15.444
14	Calibrador de Lazo	2378072	L-9-4	\$ 7.722	27/12/2017	22/01/2018	26	\$ 200.772
14	Calibrador de Lazo	2378072	L-9-4	\$ 7.722	12/02/2018	19/02/2018	7	\$ 54.054
14	Calibrador de Lazo	2378072	L-9-4	\$ 7.722	5/03/2018	15/03/2018	10	\$ 77.220
14	Calibrador de Lazo	2378072	L-9-4	\$ 7.722	17/04/2018	23/04/2018	6	\$ 46.332
14	Calibrador de Lazo	2378072	L-9-4	\$ 7.722	10/07/2018	6/08/2018	27	\$ 208.494
14	Calibrador de Lazo	2378072	L-9-4	\$ 7.722	3/10/2018	5/10/2018	2	\$ 15.444
14	Calibrador de Lazo	2378072	L-9-4	\$ 7.722	11/10/2018	12/10/2018	1	\$ 7.722
14	Calibrador de Lazo	2378072	L-9-4	\$ 7.722	7/11/2018	7/12/2018	30	\$ 231.660
15	Calibrador de Lazo	9704057	L-9-7	\$ 7.722	6/02/2018	20/02/2018	14	\$ 108.108
15	Calibrador de Lazo	9704057	L-9-7	\$ 7.722	20/02/2018	20/02/2018	0	\$ 0
15	Calibrador de Lazo	9704057	L-9-7	\$ 7.722	21/02/2018	5/03/2018	12	\$ 92.664
15	Calibrador de Lazo	9704057	L-9-7	\$ 7.722	7/05/2018	9/05/2018	2	\$ 15.444
15	Calibrador de Lazo	9704057	L-9-7	\$ 7.722	9/05/2018	23/05/2018	14	\$ 108.108
15	Calibrador de Lazo	9704057	L-9-7	\$ 7.722	2/08/2018	10/08/2018	8	\$ 61.776
15	Calibrador de Lazo	9704057	L-9-7	\$ 7.722	21/09/2018	8/10/2018	17	\$ 131.274
15	Calibrador de Lazo	9704057	L-9-7	\$ 7.722	11/10/2018	23/10/2018	12	\$ 92.664
15	Calibrador de Lazo	9704057	L-9-7	\$ 7.722	26/10/2018	7/11/2018	12	\$ 92.664
15	Calibrador de Lazo	9704057	L-9-7	\$ 7.722	7/11/2018	9/11/2018	2	\$ 15.444
16	Calibrador de Lazo	(L-9-5)	L-9-5	\$ 6.073			0	\$ 0
17	Calibrador de Lazo	(L-9-6)	L-9-6	\$ 6.073			0	\$ 0
18	Cell Master	945113	L-6-1	\$ 118.304	2/01/2018	9/01/2018	7	\$ 828.128
18	Cell Master	945113	L-6-1	\$ 118.304	9/01/2018	15/01/2018	6	\$ 709.824
18	Cell Master	945113	L-6-1	\$ 118.304	15/01/2018	20/02/2018	36	\$ 4.258.944
18	Cell Master	945113	L-6-1	\$ 118.304	23/02/2018	2/03/2018	7	\$ 828.128
18	Cell Master	945113	L-6-1	\$ 118.304	14/03/2018	22/03/2018	8	\$ 946.432

18	Cell Master	945113	L-6-1	\$ 118.304	22/03/2018	12/04/2018	21	\$ 2.484.384
18	Cell Master	945113	L-6-1	\$ 118.304	19/04/2018	2/05/2018	13	\$ 1.537.952
18	Cell Master	945113	L-6-1	\$ 118.304	2/05/2018	3/05/2018	1	\$ 118.304
18	Cell Master	945113	L-6-1	\$ 118.304	3/05/2018	31/05/2018	28	\$ 3.312.512
18	Cell Master	945113	L-6-1	\$ 118.304	31/05/2018	31/05/2018	0	\$ 0
18	Cell Master	945113	L-6-1	\$ 118.304	3/07/2018	16/07/2018	13	\$ 1.537.952
18	Cell Master	945113	L-6-1	\$ 118.304	19/07/2018	27/07/2018	8	\$ 946.432
18	Cell Master	945113	L-6-1	\$ 118.304	15/08/2018	30/08/2018	15	\$ 1.774.560
18	Cell Master	945113	L-6-1	\$ 118.304	2/10/2018	8/10/2018	6	\$ 709.824
18	Cell Master	945113	L-6-1	\$ 118.304	30/10/2018	12/11/2018	13	\$ 1.537.952
19	Multidetector de gases	473671/01-005	L-16-9	\$ 4.694	5/04/2018	15/06/2018	71	\$ 333.274
19	Multidetector de gases	473671/01-005	L-16-9	\$ 4.694	26/10/2018	7/11/2018	12	\$ 56.328
19	Multidetector de gases	473671/01-005	L-16-9	\$ 4.694	7/11/2018	7/12/2018	30	\$ 140.820
20	Multidetector de gases	427514/01-010	L-16-6	\$ 4.694	19/01/2018	22/01/2018	3	\$ 14.082
20	Multidetector de gases	427514/01-010	L-16-6	\$ 4.694	22/01/2018	23/02/2018	32	\$ 150.208
20	Multidetector de gases	427514/01-010	L-16-6	\$ 4.694	12/03/2018	9/04/2018	28	\$ 131.432
20	Multidetector de gases	427514/01-010	L-16-6	\$ 4.694	11/09/2018	18/10/2018	37	\$ 173.678
21	Multidetector de gases	115090950RN	L-16-3	\$ 4.694	29/06/2018	12/07/2018	13	\$ 61.022
21	Multidetector de gases	115090950RN	L-16-3	\$ 4.694	12/07/2018	1/08/2018	20	\$ 93.880
21	Multidetector de gases	115090950RN	L-16-3	\$ 4.694	1/08/2018	11/09/2018	41	\$ 192.454
21	Multidetector de gases	115090950RN	L-16-3	\$ 4.694	18/10/2018	15/12/2018	58	\$ 272.252
22	Multidetector de gases	W230218/00-1	L-16-8	\$ 4.694	23/02/2018	12/03/2018	17	\$ 79.798
23	Multidetector de gases	380268/03-13	L-16-4	\$ 4.694			0	\$ 0
24	Multímetro	96720629	L-2-2	\$ 4.038	2/01/2018	9/01/2018	7	\$ 28.266
24	Multímetro	96720629	L-2-2	\$ 4.038	9/01/2018	15/01/2018	6	\$ 24.228
24	Multímetro	96720629	L-2-2	\$ 4.038	16/01/2018	29/01/2018	13	\$ 52.494
24	Multímetro	96720629	L-2-2	\$ 4.038	19/02/2018	5/03/2018	14	\$ 56.532
24	Multímetro	96720629	L-2-2	\$ 4.038	8/11/2018	16/11/2018	8	\$ 32.304
25	Multímetro	96020938	L-2-3	\$ 4.038	22/01/2018	29/01/2018	7	\$ 28.266
25	Multímetro	96020938	L-2-3	\$ 4.038	30/01/2018	7/02/2018	8	\$ 32.304
25	Multímetro	96020938	L-2-3	\$ 4.038	11/05/2018	26/06/2018	46	\$ 185.748
25	Multímetro	96020938	L-2-3	\$ 4.038	4/09/2018	5/09/2018	1	\$ 4.038
26	Multímetro	95971415	L-2-6	\$ 4.038	9/05/2018	17/05/2018	8	\$ 32.304
27	Multímetro	23920499	L-2-7	\$ 4.038	7/05/2018	9/05/2018	2	\$ 8.076
27	Multímetro	23920499	L-2-7	\$ 4.038	1/06/2018	12/06/2018	11	\$ 44.418
27	Multímetro	23920499	L-2-7	\$ 4.038	15/08/2018	16/08/2018	1	\$ 4.038
27	Multímetro	23920499	L-2-7	\$ 4.038	24/09/2018	11/10/2018	17	\$ 68.646
28	Multímetro	24560160	L-2-9	\$ 4.038	21/02/2018	22/02/2018	1	\$ 4.038
28	Multímetro	24560160	L-2-9	\$ 4.038	11/05/2018	18/05/2018	7	\$ 28.266
29	Multímetro	27690003	L-2-8	\$ 4.038			0	\$ 0

30	Pinza Amperimétrica	400323	L-3-10	\$ 5.254			0	\$ 0
31	Pinza Amperimétrica	17350282	L-3-1	\$ 5.254			0	\$ 0
32	Pinza Amperimétrica	17270019	L-3-9	\$ 5.254	22/03/2018	23/03/2018	1	\$ 5.254
32	Pinza Amperimétrica	17270019	L-3-9	\$ 5.254	6/04/2018	11/04/2018	5	\$ 26.270
32	Pinza Amperimétrica	17270019	L-3-9	\$ 5.254	12/04/2018	15/05/2018	33	\$ 173.382
33	Pinza Amperimétrica	25980234WS	L-3-28	\$ 5.254	22/01/2018	9/02/2018	18	\$ 94.572
33	Pinza Amperimétrica	25980234WS	L-3-28	\$ 5.254	16/02/2018	26/02/2018	10	\$ 52.540
33	Pinza Amperimétrica	25980234WS	L-3-28	\$ 5.254	21/03/2018	27/03/2018	6	\$ 31.524
33	Pinza Amperimétrica	25980234WS	L-3-28	\$ 5.254	3/04/2018	4/04/2018	1	\$ 5.254
33	Pinza Amperimétrica	25980234WS	L-3-28	\$ 5.254	20/04/2018	7/05/2018	17	\$ 89.318
34	Pinza Amperimétrica	24990047WS	L-3-15	\$ 5.254	15/01/2018	9/02/2018	25	\$ 131.350
34	Pinza Amperimétrica	24990047WS	L-3-15	\$ 5.254	12/02/2018	19/02/2018	7	\$ 36.778
34	Pinza Amperimétrica	24990047WS	L-3-15	\$ 5.254	26/02/2018	27/02/2018	1	\$ 5.254
34	Pinza Amperimétrica	24990047WS	L-3-15	\$ 5.254	28/02/2018	8/03/2018	8	\$ 42.032
34	Pinza Amperimétrica	24990047WS	L-3-15	\$ 5.254	14/03/2018	22/03/2018	8	\$ 42.032
34	Pinza Amperimétrica	24990047WS	L-3-15	\$ 5.254	22/03/2018	12/04/2018	21	\$ 110.334
34	Pinza Amperimétrica	24990047WS	L-3-15	\$ 5.254	14/03/2018	19/04/2018	36	\$ 189.144
34	Pinza Amperimétrica	24990047WS	L-3-15	\$ 5.254	20/04/2018	9/05/2018	19	\$ 99.826
34	Pinza Amperimétrica	24990047WS	L-3-15	\$ 5.254	17/05/2018	18/05/2018	1	\$ 5.254
34	Pinza Amperimétrica	24990047WS	L-3-15	\$ 5.254	21/09/2018	8/10/2018	17	\$ 89.318
34	Pinza Amperimétrica	24990047WS	L-3-15	\$ 5.254	12/10/2018	7/11/2018	26	\$ 136.604
34	Pinza Amperimétrica	24990047WS	L-3-15	\$ 5.254	7/11/2018	8/11/2018	1	\$ 5.254
35	Pinza Amperimétrica	23160176	L-3-16	\$ 5.254	16/01/2018	9/03/2018	52	\$ 273.208
35	Pinza Amperimétrica	23160176	L-3-16	\$ 5.254	14/03/2018	22/03/2018	8	\$ 42.032
35	Pinza Amperimétrica	23160176	L-3-16	\$ 5.254	22/03/2018	12/04/2018	21	\$ 110.334
35	Pinza Amperimétrica	23160176	L-3-16	\$ 5.254	14/03/2018	19/04/2018	36	\$ 189.144
35	Pinza Amperimétrica	23160176	L-3-16	\$ 5.254	24/04/2018	25/04/2018	1	\$ 5.254
35	Pinza Amperimétrica	23160176	L-3-16	\$ 5.254	27/04/2018	10/05/2018	13	\$ 68.302
35	Pinza Amperimétrica	23160176	L-3-16	\$ 5.254	18/05/2018	23/05/2018	5	\$ 26.270
35	Pinza Amperimétrica	23160176	L-3-16	\$ 5.254	5/06/2018	8/06/2018	3	\$ 15.762
35	Pinza Amperimétrica	23160176	L-3-16	\$ 5.254	8/06/2018	19/06/2018	11	\$ 57.794
35	Pinza Amperimétrica	23160176	L-3-16	\$ 5.254	21/06/2018	3/07/2018	12	\$ 63.048
35	Pinza Amperimétrica	23160176	L-3-16	\$ 5.254	20/09/2018	4/10/2018	14	\$ 73.556
35	Pinza Amperimétrica	23160176	L-3-16	\$ 5.254	11/10/2018	23/10/2018	12	\$ 63.048
35	Pinza Amperimétrica	23160176	L-3-16	\$ 5.254	24/10/2018	26/10/2018	2	\$ 10.508
35	Pinza Amperimétrica	23160176	L-3-16	\$ 5.254	29/10/2018	29/10/2018	0	\$ 0
35	Pinza Amperimétrica	23160176	L-3-16	\$ 5.254	31/10/2018	1/11/2018	1	\$ 5.254
35	Pinza Amperimétrica	23160176	L-3-16	\$ 5.254	7/11/2018	7/12/2018	30	\$ 157.620
36	Pinza Amperimétrica	24990004WS	L-3-17	\$ 5.254	29/01/2018	31/01/2018	2	\$ 10.508

36	Pinza Amperimétrica	24990004WS	L-3-17	\$ 5.254	5/03/2018	15/03/2018	10	\$ 52.540
36	Pinza Amperimétrica	24990004WS	L-3-17	\$ 5.254	7/05/2018	28/05/2018	21	\$ 110.334
36	Pinza Amperimétrica	24990004WS	L-3-17	\$ 5.254	21/06/2018	17/07/2018	26	\$ 136.604
36	Pinza Amperimétrica	24990004WS	L-3-17	\$ 5.254	19/07/2018	30/07/2018	11	\$ 57.794
36	Pinza Amperimétrica	24990004WS	L-3-17	\$ 5.254	31/07/2018	6/08/2018	6	\$ 31.524
36	Pinza Amperimétrica	24990004WS	L-3-17	\$ 5.254	8/08/2018	13/08/2018	5	\$ 26.270
36	Pinza Amperimétrica	24990004WS	L-3-17	\$ 5.254	15/08/2018	16/08/2018	1	\$ 5.254
37	Pinza Amperimétrica	24990054WS	L-3-18	\$ 5.254	9/01/2018	9/02/2018	31	\$ 162.874
37	Pinza Amperimétrica	24990054WS	L-3-18	\$ 5.254	12/02/2018	19/02/2018	7	\$ 36.778
37	Pinza Amperimétrica	24990054WS	L-3-18	\$ 5.254	14/03/2018	22/03/2018	8	\$ 42.032
37	Pinza Amperimétrica	24990054WS	L-3-18	\$ 5.254	22/03/2018	12/04/2018	21	\$ 110.334
37	Pinza Amperimétrica	24990054WS	L-3-18	\$ 5.254	19/04/2018	25/04/2018	6	\$ 31.524
37	Pinza Amperimétrica	24990054WS	L-3-18	\$ 5.254	20/06/2018	28/06/2018	8	\$ 42.032
37	Pinza Amperimétrica	24990054WS	L-3-18	\$ 5.254	22/06/2018	28/06/2018	6	\$ 31.524
37	Pinza Amperimétrica	24990054WS	L-3-18	\$ 5.254	3/07/2018	16/07/2018	13	\$ 68.302
37	Pinza Amperimétrica	24990054WS	L-3-18	\$ 5.254	23/07/2018	23/07/2018	0	\$ 0
37	Pinza Amperimétrica	24990054WS	L-3-18	\$ 5.254	16/08/2018	27/08/2018	11	\$ 57.794
37	Pinza Amperimétrica	24990054WS	L-3-18	\$ 5.254	28/08/2018	3/09/2018	6	\$ 31.524
37	Pinza Amperimétrica	24990054WS	L-3-18	\$ 5.254	14/09/2018	25/09/2018	11	\$ 57.794
37	Pinza Amperimétrica	24990054WS	L-3-18	\$ 5.254	12/10/2018	22/10/2018	10	\$ 52.540
37	Pinza Amperimétrica	24990054WS	L-3-18	\$ 5.254	26/10/2018	7/11/2018	12	\$ 63.048
37	Pinza Amperimétrica	24990054WS	L-3-18	\$ 5.254	14/11/2018	15/11/2018	1	\$ 5.254
38	Pinza Amperimétrica	24990056WS	L-3-19	\$ 5.254	16/01/2018	9/03/2018	52	\$ 273.208
38	Pinza Amperimétrica	24990056WS	L-3-19	\$ 5.254	13/03/2018	20/03/2018	7	\$ 36.778
38	Pinza Amperimétrica	24990056WS	L-3-19	\$ 5.254	2/04/2018	2/04/2018	0	\$ 0
38	Pinza Amperimétrica	24990056WS	L-3-19	\$ 5.254	19/04/2018	21/05/2018	32	\$ 168.128
38	Pinza Amperimétrica	24990056WS	L-3-19	\$ 5.254	24/05/2018	28/05/2018	4	\$ 21.016
38	Pinza Amperimétrica	24990056WS	L-3-19	\$ 5.254	1/06/2018	14/06/2018	13	\$ 68.302
38	Pinza Amperimétrica	24990056WS	L-3-19	\$ 5.254	3/07/2018	13/07/2018	10	\$ 52.540
38	Pinza Amperimétrica	24990056WS	L-3-19	\$ 5.254	16/07/2018	23/07/2018	7	\$ 36.778
38	Pinza Amperimétrica	24990056WS	L-3-19	\$ 5.254	23/07/2018	31/07/2018	8	\$ 42.032
38	Pinza Amperimétrica	24990056WS	L-3-19	\$ 5.254	31/07/2018	1/08/2018	1	\$ 5.254
38	Pinza Amperimétrica	24990056WS	L-3-19	\$ 5.254	24/08/2018	3/09/2018	10	\$ 52.540
38	Pinza Amperimétrica	24990056WS	L-3-19	\$ 5.254	4/09/2018	5/09/2018	1	\$ 5.254
38	Pinza Amperimétrica	24990056WS	L-3-19	\$ 5.254	12/09/2018	17/09/2018	5	\$ 26.270
39	Pinza Amperimétrica	25980278WS	L-3-20	\$ 5.254	27/12/2017	29/01/2018	33	\$ 173.382
39	Pinza Amperimétrica	25980278WS	L-3-20	\$ 5.254	26/03/2018	28/03/2018	2	\$ 10.508
39	Pinza Amperimétrica	25980278WS	L-3-20	\$ 5.254	2/04/2018	3/04/2018	1	\$ 5.254
39	Pinza Amperimétrica	25980278WS	L-3-20	\$ 5.254	27/04/2018	27/04/2018	0	\$ 0

39	Pinza Amperimétrica	25980278WS	L-3-20	\$ 5.254	27/04/2018	7/05/2018	10	\$ 52.540
39	Pinza Amperimétrica	25980278WS	L-3-20	\$ 5.254	17/05/2018	18/05/2018	1	\$ 5.254
39	Pinza Amperimétrica	25980278WS	L-3-20	\$ 5.254	24/05/2018	31/05/2018	7	\$ 36.778
39	Pinza Amperimétrica	25980278WS	L-3-20	\$ 5.254	29/06/2018	4/07/2018	5	\$ 26.270
39	Pinza Amperimétrica	25980278WS	L-3-20	\$ 5.254	6/07/2018	23/07/2018	17	\$ 89.318
39	Pinza Amperimétrica	25980278WS	L-3-20	\$ 5.254	23/07/2018	26/07/2018	3	\$ 15.762
39	Pinza Amperimétrica	25980278WS	L-3-20	\$ 5.254	17/08/2018	22/08/2018	5	\$ 26.270
39	Pinza Amperimétrica	25980278WS	L-3-20	\$ 5.254	24/08/2018	29/08/2018	5	\$ 26.270
39	Pinza Amperimétrica	25980278WS	L-3-20	\$ 5.254	29/08/2018	29/08/2018	0	\$ 0
39	Pinza Amperimétrica	25980278WS	L-3-20	\$ 5.254	29/08/2018	5/09/2018	7	\$ 36.778
39	Pinza Amperimétrica	25980278WS	L-3-20	\$ 5.254	2/10/2018	8/10/2018	6	\$ 31.524
39	Pinza Amperimétrica	25980278WS	L-3-20	\$ 5.254	11/10/2018	12/10/2018	1	\$ 5.254
39	Pinza Amperimétrica	25980278WS	L-3-20	\$ 5.254	29/10/2018	29/10/2018	0	\$ 0
39	Pinza Amperimétrica	25980278WS	L-3-20	\$ 5.254	29/10/2018	1/11/2018	3	\$ 15.762
39	Pinza Amperimétrica	25980278WS	L-3-20	\$ 5.254	8/11/2018	8/11/2018	0	\$ 0
39	Pinza Amperimétrica	25980278WS	L-3-20	\$ 5.254	8/11/2018	19/11/2018	11	\$ 57.794
40	Pinza Amperimétrica	25980098WS	L-3-21	\$ 5.254	16/05/2018	21/05/2018	5	\$ 26.270
40	Pinza Amperimétrica	25980098WS	L-3-21	\$ 5.254	21/05/2018	25/05/2018	4	\$ 21.016
40	Pinza Amperimétrica	25980098WS	L-3-21	\$ 5.254	29/06/2018	12/07/2018	13	\$ 68.302
40	Pinza Amperimétrica	25980098WS	L-3-21	\$ 5.254	12/07/2018	1/08/2018	20	\$ 105.080
40	Pinza Amperimétrica	25980098WS	L-3-21	\$ 5.254	1/08/2018	11/09/2018	41	\$ 215.414
40	Pinza Amperimétrica	25980098WS	L-3-21	\$ 5.254	11/09/2018	18/10/2018	37	\$ 194.398
40	Pinza Amperimétrica	25980098WS	L-3-21	\$ 5.254	18/10/2018	15/12/2018	58	\$ 304.732
41	Pinza Amperimétrica	25980279WS	L-3-22	\$ 5.254	19/01/2018	22/01/2018	3	\$ 15.762
41	Pinza Amperimétrica	25980279WS	L-3-22	\$ 5.254	17/04/2018	2/05/2018	15	\$ 78.810
41	Pinza Amperimétrica	25980279WS	L-3-22	\$ 5.254	7/05/2018	9/05/2018	2	\$ 10.508
41	Pinza Amperimétrica	25980279WS	L-3-22	\$ 5.254	9/05/2018	23/05/2018	14	\$ 73.556
41	Pinza Amperimétrica	25980279WS	L-3-22	\$ 5.254	23/05/2018	22/06/2018	30	\$ 157.620
41	Pinza Amperimétrica	25980279WS	L-3-22	\$ 5.254	22/06/2018	1/08/2018	40	\$ 210.160
41	Pinza Amperimétrica	25980279WS	L-3-22	\$ 5.254	10/08/2018	3/09/2018	24	\$ 126.096
41	Pinza Amperimétrica	25980279WS	L-3-22	\$ 5.254	10/09/2018	12/09/2018	2	\$ 10.508
41	Pinza Amperimétrica	25980279WS	L-3-22	\$ 5.254	19/09/2018	8/10/2018	19	\$ 99.826
41	Pinza Amperimétrica	25980279WS	L-3-22	\$ 5.254	8/10/2018	19/10/2018	11	\$ 57.794
41	Pinza Amperimétrica	25980279WS	L-3-22	\$ 5.254	26/10/2018	7/11/2018	12	\$ 63.048
41	Pinza Amperimétrica	25980279WS	L-3-22	\$ 5.254	7/11/2018	14/11/2018	7	\$ 36.778
42	Pinza Amperimétrica	25980019WS	L-3-23	\$ 5.254	4/01/2018	16/01/2018	12	\$ 63.048
42	Pinza Amperimétrica	25980019WS	L-3-23	\$ 5.254	22/01/2018	29/01/2018	7	\$ 36.778
42	Pinza Amperimétrica	25980019WS	L-3-23	\$ 5.254	29/01/2018	5/02/2018	7	\$ 36.778
42	Pinza Amperimétrica	25980019WS	L-3-23	\$ 5.254	19/06/2018	30/07/2018	41	\$ 215.414

42	Pinza Amperimétrica	25980019WS	L-3-23	\$ 5.254	2/08/2018	10/08/2018	8	\$ 42.032
42	Pinza Amperimétrica	25980019WS	L-3-23	\$ 5.254	15/08/2018	30/08/2018	15	\$ 78.810
42	Pinza Amperimétrica	25980019WS	L-3-23	\$ 5.254	18/09/2018	24/09/2018	6	\$ 31.524
43	Pinza Amperimétrica	24990055WS	L-3-24	\$ 5.254	16/01/2018	9/03/2018	52	\$ 273.208
43	Pinza Amperimétrica	24990055WS	L-3-24	\$ 5.254	20/03/2018	26/03/2018	6	\$ 31.524
43	Pinza Amperimétrica	24990055WS	L-3-24	\$ 5.254	2/04/2018	9/04/2018	7	\$ 36.778
44	Pinza Amperimétrica	25980014WS	L-3-25	\$ 5.254	17/04/2018	3/05/2018	16	\$ 84.064
45	Pinza Amperimétrica	25980012WS	L-3-26	\$ 5.254	22/01/2018	23/02/2018	32	\$ 168.128
45	Pinza Amperimétrica	25980012WS	L-3-26	\$ 5.254	23/02/2018	12/03/2018	17	\$ 89.318
45	Pinza Amperimétrica	25980012WS	L-3-26	\$ 5.254	12/03/2018	18/04/2018	37	\$ 194.398
45	Pinza Amperimétrica	25980012WS	L-3-26	\$ 5.254	18/04/2018	9/05/2018	21	\$ 110.334
45	Pinza Amperimétrica	25980012WS	L-3-26	\$ 5.254	19/07/2018	27/07/2018	8	\$ 42.032
45	Pinza Amperimétrica	25980012WS	L-3-26	\$ 5.254	10/08/2018	27/08/2018	17	\$ 89.318
45	Pinza Amperimétrica	25980012WS	L-3-26	\$ 5.254	30/10/2018	27/11/2018	28	\$ 147.112
46	Pinza Amperimétrica	21290390	L-3-3	\$ 5.254			0	\$ 0
47	Pinza Amperimétrica	22610107	L-3-4	\$ 5.254	7/02/2018	15/02/2018	8	\$ 42.032
47	Pinza Amperimétrica	22610107	L-3-4	\$ 5.254	6/04/2018	16/04/2018	10	\$ 52.540
47	Pinza Amperimétrica	22610107	L-3-4	\$ 5.254	17/04/2018	25/04/2018	8	\$ 42.032
47	Pinza Amperimétrica	22610107	L-3-4	\$ 5.254	27/04/2018	7/06/2018	41	\$ 215.414
47	Pinza Amperimétrica	22610107	L-3-4	\$ 5.254	7/06/2018	8/06/2018	1	\$ 5.254
48	Pinza Amperimétrica	24990075WS	L-3-12	\$ 5.254	23/01/2018	30/01/2018	7	\$ 36.778
48	Pinza Amperimétrica	24990075WS	L-3-12	\$ 5.254	31/01/2018	5/02/2018	5	\$ 26.270
48	Pinza Amperimétrica	24990075WS	L-3-12	\$ 5.254	16/02/2018	14/03/2018	26	\$ 136.604
48	Pinza Amperimétrica	24990075WS	L-3-12	\$ 5.254	27/03/2018	2/04/2018	6	\$ 31.524
48	Pinza Amperimétrica	24990075WS	L-3-12	\$ 5.254	2/04/2018	16/04/2018	14	\$ 73.556
48	Pinza Amperimétrica	24990075WS	L-3-12	\$ 5.254	3/05/2018	8/06/2018	36	\$ 189.144
49	Pinza Amperimétrica	23360783	L-3-13	\$ 5.254	26/01/2018	12/02/2018	17	\$ 89.318
49	Pinza Amperimétrica	23360783	L-3-13	\$ 5.254	22/03/2018	27/03/2018	5	\$ 26.270
49	Pinza Amperimétrica	23360783	L-3-13	\$ 5.254	4/04/2018	17/04/2018	13	\$ 68.302
50	Pinza Amperimétrica	24990078WS	L-3-14	\$ 5.254	11/01/2018	23/01/2018	12	\$ 63.048
50	Pinza Amperimétrica	24990078WS	L-3-14	\$ 5.254	6/02/2018	20/02/2018	14	\$ 73.556
50	Pinza Amperimétrica	24990078WS	L-3-14	\$ 5.254	20/02/2018	20/02/2018	0	\$ 0
50	Pinza Amperimétrica	24990078WS	L-3-14	\$ 5.254	26/02/2018	26/07/2018	150	\$ 788.100
50	Pinza Amperimétrica	24990078WS	L-3-14	\$ 5.254	26/07/2018	19/01/2019	177	\$ 929.958
51	Pinza Amperimétrica	17620120	L-3-2	\$ 5.254	16/01/2018	9/03/2018	52	\$ 273.208
52	Pinza Amperimétrica	100601761	L-3-7	\$ 831			0	\$ 0
53	Pinza Amperimétrica	11043557		\$ 5.254			0	\$ 0
54	Pinza Amperimétrica	11043558	L-3-27	\$ 831			0	\$ 0
55	Pinza Amperimétrica	11043630	L-3-8	\$ 831			0	\$ 0

56	Pinza Amperimétrica	87610	L-3-6	\$ 831			0	\$ 0
57	Probador certificador de cableado	1898021/1898022	L-30-4	\$ 144.135	9/01/2018	9/02/2018	31	\$ 4.468.185
57	Probador certificador de cableado	1898021/1898022	L-30-4	\$ 144.135	9/02/2018	9/02/2018	0	\$ 0
57	Probador certificador de cableado	1898021/1898022	L-30-4	\$ 144.135	2/03/2018	14/03/2018	12	\$ 1.729.620
57	Probador certificador de cableado	1898021/1898022	L-30-4	\$ 144.135	21/03/2018	27/03/2018	6	\$ 864.810
57	Probador certificador de cableado	1898021/1898022	L-30-4	\$ 144.135	27/03/2018	27/03/2018	0	\$ 0
57	Probador certificador de cableado	1898021/1898022	L-30-4	\$ 144.135	17/05/2018	7/06/2018	21	\$ 3.026.835
57	Probador certificador de cableado	1898021/1898022	L-30-4	\$ 144.135	10/08/2018	27/08/2018	17	\$ 2.450.295
57	Probador certificador de cableado	1898021/1898022	L-30-4	\$ 144.135	29/08/2018	6/09/2018	8	\$ 1.153.080
57	Probador certificador de cableado	1898021/1898022	L-30-4	\$ 144.135	25/10/2018	30/11/2018	36	\$ 5.188.860
58	Probador certificador de cableado	2440037/2440038	L-30-6	\$ 144.135	26/01/2018	12/02/2018	17	\$ 2.450.295
58	Probador certificador de cableado	2440037/2440038	L-30-6	\$ 144.135	2/03/2018	12/03/2018	10	\$ 1.441.350
58	Probador certificador de cableado	2440037/2440038	L-30-6	\$ 144.135	3/05/2018	28/05/2018	25	\$ 3.603.375
58	Probador certificador de cableado	2440037/2440038	L-30-6	\$ 144.135	29/06/2018	4/07/2018	5	\$ 720.675
58	Probador certificador de cableado	2440037/2440038	L-30-6	\$ 144.135	4/07/2018	16/07/2018	12	\$ 1.729.620
58	Probador certificador de cableado	2440037/2440038	L-30-6	\$ 144.135	16/07/2018	23/07/2018	7	\$ 1.008.945
58	Probador certificador de cableado	2440037/2440038	L-30-6	\$ 144.135	23/07/2018	31/07/2018	8	\$ 1.153.080
58	Probador certificador de cableado	2440037/2440038	L-30-6	\$ 144.135	31/07/2018	1/08/2018	1	\$ 144.135
58	Probador certificador de cableado	2440037/2440038	L-30-6	\$ 144.135	13/08/2018	15/08/2018	2	\$ 288.270
58	Probador certificador de cableado	2440037/2440038	L-30-6	\$ 144.135	15/08/2018	30/08/2018	15	\$ 2.162.025
58	Probador certificador de cableado	2440037/2440038	L-30-6	\$ 144.135	7/09/2018	7/09/2018	0	\$ 0
59	Telurómetro	1090	L-6-1-1	\$ 10.446			0	\$ 0
60	Telurómetro	1089	L-6-1-2	\$ 10.446			0	\$ 0
61	Telurómetro	1059	L-6-1-3	\$ 10.446			0	\$ 0
62	Telurómetro	W8232991	L-6-11	\$ 10.446	19/01/2018	22/01/2018	3	\$ 31.338
62	Telurómetro	W8232991	L-6-11	\$ 10.446	22/01/2018	23/02/2018	32	\$ 334.272
62	Telurómetro	W8232991	L-6-11	\$ 10.446	23/02/2018	12/03/2018	17	\$ 177.582
62	Telurómetro	W8232991	L-6-11	\$ 10.446	12/03/2018	18/04/2018	37	\$ 386.502
62	Telurómetro	W8232991	L-6-11	\$ 10.446	18/04/2018	9/05/2018	21	\$ 219.366

62	Telurómetro	W8232991	L-6-11	\$ 10.446	29/06/2018	12/07/2018	13	\$ 135.798
62	Telurómetro	W8232991	L-6-11	\$ 10.446	12/07/2018	1/08/2018	20	\$ 208.920
62	Telurómetro	W8232991	L-6-11	\$ 10.446	1/08/2018	11/09/2018	41	\$ 428.286
62	Telurómetro	W8232991	L-6-11	\$ 10.446	11/09/2018	18/10/2018	37	\$ 386.502
62	Telurómetro	W8232991	L-6-11	\$ 10.446	18/10/2018	15/12/2018	58	\$ 605.868
63	Telurómetro	W8177445	L-6-5	\$ 10.446			0	\$ 0
64	Telurómetro	W8177447	L-6-6	\$ 10.446	30/01/2018	7/02/2018	8	\$ 83.568
64	Telurómetro	W8177447	L-6-6	\$ 10.446	20/02/2018	20/02/2018	0	\$ 0
64	Telurómetro	W8177447	L-6-6	\$ 10.446	17/04/2018	25/04/2018	8	\$ 83.568
64	Telurómetro	W8177447	L-6-6	\$ 10.446	27/04/2018	10/05/2018	13	\$ 135.798
65	Telurómetro	W8177448	L-6-7	\$ 10.446	22/01/2018	29/01/2018	7	\$ 73.122
65	Telurómetro	W8177448	L-6-7	\$ 10.446	29/01/2018	5/02/2018	7	\$ 73.122
65	Telurómetro	W8177448	L-6-7	\$ 10.446	19/02/2018	5/03/2018	14	\$ 146.244
65	Telurómetro	W8177448	L-6-7	\$ 10.446	2/04/2018	9/04/2018	7	\$ 73.122
65	Telurómetro	W8177448	L-6-7	\$ 10.446	17/04/2018	2/05/2018	15	\$ 156.690
66	Telurómetro	W8182382	L-6-8	\$ 10.446	12/10/2018	7/11/2018	26	\$ 271.596
67	Telurómetro	W8185122	L-6-9	\$ 10.446	16/01/2018	29/01/2018	13	\$ 135.798
67	Telurómetro	W8185122	L-6-9	\$ 10.446	12/02/2018	19/02/2018	7	\$ 73.122
67	Telurómetro	W8185122	L-6-9	\$ 10.446	18/05/2018	23/05/2018	5	\$ 52.230
67	Telurómetro	W8185122	L-6-9	\$ 10.446	10/07/2018	6/08/2018	27	\$ 282.042
67	Telurómetro	W8185122	L-6-9	\$ 10.446	10/08/2018	3/09/2018	24	\$ 250.704
67	Telurómetro	W8185122	L-6-9	\$ 10.446	3/09/2018	4/09/2018	1	\$ 10.446
67	Telurómetro	W8185122	L-6-9	\$ 10.446	4/09/2018	4/10/2018	30	\$ 313.380
67	Telurómetro	W8185122	L-6-9	\$ 10.446	11/10/2018	23/10/2018	12	\$ 125.352
67	Telurómetro	W8185122	L-6-9	\$ 10.446	26/10/2018	7/11/2018	12	\$ 125.352
68	Telurómetro	W8232994	L-6-10	\$ 10.446	31/01/2018	5/02/2018	5	\$ 52.230
68	Telurómetro	W8232994	L-6-10	\$ 10.446	13/03/2018	20/03/2018	7	\$ 73.122
68	Telurómetro	W8232994	L-6-10	\$ 10.446	6/04/2018	16/04/2018	10	\$ 104.460
68	Telurómetro	W8232994	L-6-10	\$ 10.446	11/05/2018	18/05/2018	7	\$ 73.122
68	Telurómetro	W8232994	L-6-10	\$ 10.446	26/10/2018	7/11/2018	12	\$ 125.352
68	Telurómetro	W8232994	L-6-10	\$ 10.446	20/11/2018	17/12/2018	27	\$ 282.042
69	Telurómetro	W8232984	L-6-12	\$ 10.446	19/01/2018	15/06/2018	147	\$ 1.535.562
69	Telurómetro	W8232984	L-6-12	\$ 10.446	16/08/2018	27/08/2018	11	\$ 114.906
69	Telurómetro	W8232984	L-6-12	\$ 10.446	28/08/2018	3/09/2018	6	\$ 62.676
69	Telurómetro	W8232984	L-6-12	\$ 10.446	4/09/2018	5/09/2018	1	\$ 10.446
69	Telurómetro	W8232984	L-6-12	\$ 10.446	18/09/2018	24/09/2018	6	\$ 62.676
70	Telurómetro	8122089	L-6-1-4	\$ 64.395	3/01/2018	10/01/2018	7	\$ 450.765
70	Telurómetro	8122089	L-6-1-4	\$ 64.395	11/01/2018	23/01/2018	12	\$ 772.740
70	Telurómetro	8122089	L-6-1-4	\$ 64.395	23/01/2018	9/02/2018	17	\$ 1.094.715
70	Telurómetro	8122089	L-6-1-4	\$ 64.395	6/07/2018	23/07/2018	17	\$ 1.094.715
70	Telurómetro	8122089	L-6-1-4	\$ 64.395	15/08/2018	16/08/2018	1	\$ 64.395

70	Telurómetro	8122089	L-6-1-4	\$ 64.395	21/09/2018	1/10/2018	10	\$ 643.950
71	Telurómetro	8030035810	L-6-1-5	\$ 10.446			0	\$ 0
72	Vatímetro	223555	L-8-13	\$ 28.019			0	\$ 0
73	Vatímetro	60400220	L-8-15	\$ 28.019			0	\$ 0
74	Vatímetro	93200486	L-8-6	\$ 28.019			0	\$ 0
75	Vatímetro	103000741	L-8-9	\$ 28.019			0	\$ 0
76	Vatímetro	133500911	L-8-10	\$ 28.019	21/05/2018	25/05/2018	4	\$ 112.076
76	Vatímetro	133500911	L-8-10	\$ 28.019	10/07/2018	6/08/2018	27	\$ 756.513
76	Vatímetro	133500911	L-8-10	\$ 28.019	15/08/2018	30/08/2018	15	\$ 420.285
76	Vatímetro	133500911	L-8-10	\$ 28.019	4/09/2018	3/12/2018	90	\$ 2.521.710
77	Vatímetro	142600465	L-8-16	\$ 28.019	5/02/2018	9/02/2018	4	\$ 112.076
	Vatímetro	142600465	L-8-16	\$ 28.019	26/02/2018	27/02/2018	1	\$ 28.019
78	Vatímetro	142600472	L-8-17	\$ 28.019			0	\$ 0
79	Vatímetro	142600469	L-8-18	\$ 28.019			0	\$ 0
80	Vatímetro	142600473	L-8-20	\$ 28.019	14/09/2018	25/09/2018	11	\$ 308.209
80	Vatímetro	142600473	L-8-20	\$ 28.019	12/10/2018	7/11/2018	26	\$ 728.494
80	Vatímetro	142600473	L-8-20	\$ 28.019	7/11/2018	7/12/2018	30	\$ 840.570
81	Vatímetro	142900634	L-8-21	\$ 28.019	29/01/2018	31/01/2018	2	\$ 56.038
81	Vatímetro	142900634	L-8-21	\$ 28.019	19/07/2018	27/07/2018	8	\$ 224.152
81	Vatímetro	142900634	L-8-21	\$ 28.019	10/08/2018	27/08/2018	17	\$ 476.323
81	Vatímetro	142900634	L-8-21	\$ 28.019	21/09/2018	8/10/2018	17	\$ 476.323
81	Vatímetro	142900634	L-8-21	\$ 28.019	26/10/2018	7/11/2018	12	\$ 336.228
81	Vatímetro	142900634	L-8-21	\$ 28.019	8/11/2018	19/11/2018	11	\$ 308.209
82	Vatímetro	142900643	L-8-22	\$ 28.019	9/01/2018	9/02/2018	31	\$ 868.589
82	Vatímetro	142900643	L-8-22	\$ 28.019	16/02/2018	26/02/2018	10	\$ 280.190
82	Vatímetro	142900643	L-8-22	\$ 28.019	21/03/2018	19/04/2018	29	\$ 812.551
82	Vatímetro	142900643	L-8-22	\$ 28.019	27/04/2018	10/05/2018	13	\$ 364.247
83	Vatímetro	142900631	L-8-23	\$ 28.019	2/01/2018	9/01/2018	7	\$ 196.133
83	Vatímetro	142900631	L-8-23	\$ 28.019	23/01/2018	9/02/2018	17	\$ 476.323
83	Vatímetro	142900631	L-8-23	\$ 28.019	16/02/2018	19/02/2018	3	\$ 84.057
83	Vatímetro	142900631	L-8-23	\$ 28.019	3/05/2018	28/05/2018	25	\$ 700.475
84	Vatímetro	142900648	L-8-24	\$ 28.019	16/01/2018	22/01/2018	6	\$ 168.114
84	Vatímetro	142900648	L-8-24	\$ 28.019	22/01/2018	22/01/2018	0	\$ 0
84	Vatímetro	142900648	L-8-24	\$ 28.019	31/01/2018	20/03/2018	48	\$ 1.344.912
85	Vatímetro	142900633	L-8-25	\$ 28.019	4/01/2018	16/01/2018	12	\$ 336.228
85	Vatímetro	142900633	L-8-25	\$ 28.019	22/01/2018	29/01/2018	7	\$ 196.133
85	Vatímetro	142900633	L-8-25	\$ 28.019	29/01/2018	5/02/2018	7	\$ 196.133
85	Vatímetro	142900633	L-8-25	\$ 28.019	20/02/2018	20/02/2018	0	\$ 0
86	Vatímetro	142900647	L-8-26	\$ 28.019	16/01/2018	18/01/2018	2	\$ 56.038
86	Vatímetro	142900647	L-8-26	\$ 28.019	25/04/2018	26/04/2018	1	\$ 28.019
87	Vatímetro	142900644	L-8-27	\$ 28.019	16/01/2018	9/03/2018	52	\$ 1.456.988

87	Vatímetro	142900644	L-8-27	\$ 28.019	1/06/2018	14/06/2018	13	\$ 364.247
87	Vatímetro	142900644	L-8-27	\$ 28.019	19/06/2018	30/07/2018	41	\$ 1.148.779
87	Vatímetro	142900644	L-8-27	\$ 28.019	31/07/2018	6/08/2018	6	\$ 168.114
87	Vatímetro	142900644	L-8-27	\$ 28.019	8/08/2018	13/08/2018	5	\$ 140.095
87	Vatímetro	142900644	L-8-27	\$ 28.019	24/08/2018	29/08/2018	5	\$ 140.095
87	Vatímetro	142900644	L-8-27	\$ 28.019	29/08/2018	29/08/2018	0	\$ 0
87	Vatímetro	142900644	L-8-27	\$ 28.019	29/08/2018	5/09/2018	7	\$ 196.133
87	Vatímetro	142900644	L-8-27	\$ 28.019	30/10/2018	27/11/2018	28	\$ 784.532
88	Vatímetro	142900630	L-8-28	\$ 28.019	16/01/2018	9/03/2018	52	\$ 1.456.988
88	Vatímetro	142900630	L-8-28	\$ 28.019	27/04/2018	27/04/2018	0	\$ 0
88	Vatímetro	142900630	L-8-28	\$ 28.019	27/04/2018	7/05/2018	10	\$ 280.190
88	Vatímetro	142900630	L-8-28	\$ 28.019	20/06/2018	28/06/2018	8	\$ 224.152
88	Vatímetro	142900630	L-8-28	\$ 28.019	20/06/2018	28/06/2018	8	\$ 224.152
88	Vatímetro	142900630	L-8-28	\$ 28.019	20/09/2018	4/10/2018	14	\$ 392.266
88	Vatímetro	142900630	L-8-28	\$ 28.019	5/10/2018	11/10/2018	6	\$ 168.114
89	Vatímetro	142900640	L-8-29	\$ 28.019	16/01/2018	31/01/2018	15	\$ 420.285
89	Vatímetro	142900640	L-8-29	\$ 28.019	14/03/2018	22/03/2018	8	\$ 224.152
90	Vatímetro	142900632	L-8-30	\$ 28.019	9/01/2018	15/01/2018	6	\$ 168.114
90	Vatímetro	142900632	L-8-30	\$ 28.019	26/01/2018	12/02/2018	17	\$ 476.323
90	Vatímetro	142900632	L-8-30	\$ 28.019	12/02/2018	19/02/2018	7	\$ 196.133
90	Vatímetro	142900632	L-8-30	\$ 28.019	12/02/2018	19/02/2018	7	\$ 196.133
90	Vatímetro	142900632	L-8-30	\$ 28.019	27/04/2018	7/06/2018	41	\$ 1.148.779
90	Vatímetro	142900632	L-8-30	\$ 28.019	3/07/2018	16/07/2018	13	\$ 364.247
90	Vatímetro	142900632	L-8-30	\$ 28.019	10/08/2018	3/09/2018	24	\$ 672.456
90	Vatímetro	142900632	L-8-30	\$ 28.019	3/09/2018	4/09/2018	1	\$ 28.019
90	Vatímetro	142900632	L-8-30	\$ 28.019	10/09/2018	12/09/2018	2	\$ 56.038
90	Vatímetro	142900632	L-8-30	\$ 28.019	19/11/2018	26/11/2018	7	\$ 196.133
91	Vatímetro	130800338	L-8-8	\$ 28.019	22/05/2018	28/05/2018	6	\$ 168.114
91	Vatímetro	130800338	L-8-8	\$ 28.019	12/09/2018	17/09/2018	5	\$ 140.095
91	Vatímetro	130800338	L-8-8	\$ 28.019	2/10/2018	8/10/2018	6	\$ 168.114
92	Vatímetro	10517	L-8-12	\$ 28.019			0	\$ 0
93	Vatímetro	10518	L-8-5	\$ 28.019			0	\$ 0
94	Vatímetro	28414	L-8-14	\$ 28.019	24/05/2018	31/05/2018	7	\$ 196.133
94	Vatímetro	28414	L-8-14	\$ 28.019	20/11/2018	17/12/2018	27	\$ 756.513
TOTAL								\$ 228.574.109

*Tabla 19
Tarifa alquiler 2018 (día)*

EQUIPO	VALOR ALQUILER (DIA)
Alcoholímetro Digital	\$ 14.371
Analizador de comunicaciones	\$ 670.468
Analizador de E1	\$ 317.582

Analizador de Espectro	\$ 317.582
Analizador de líneas	\$ 118.304
Calibrador de Lazo	\$ 7.640
Cell Master	\$ 118.304
Multidetector de gases	\$ 4.694
Multímetro	\$ 4.038
Pinza Amperimétrica	\$ 5.141
Probador certificador de cableado	\$ 144.135
Telurómetro	\$ 16.793
Vatímetro	\$ 28.019

Tabla 20
Consolidado préstamo equipos de medición Vs. Tarifa de alquiler externa

EQUIPO	TOTAL DÍAS	TOTAL ALQUILER
Analizador de comunicaciones	129	\$ 86.490.372
Probador certificador de cableado	233	\$ 33.583.455
Vatímetro	947	\$ 26.533.993
Cell Master	182	\$ 21.531.328
Analizador de líneas	169	\$ 19.993.376
Telurómetro	818	\$ 11.997.564
Pinza Amperimétrica	2278	\$ 11.968.612
Analizador de Espectro	32	\$ 10.162.624
Calibrador de Lazo	413	\$ 3.189.186
Multidetector de gases	362	\$ 1.699.228
Alcoholímetro Digital	55	\$ 790.405
Multímetro	157	\$ 633.966
Analizador de E1	0	\$ 0
Total general	5775	\$ 228.574.109