

UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES**



**“PROPUESTA DE PLAN DE MEJORA DEL MANTENIMIENTO A LAS
ESTACIONES DE RADIOFRECUENCIA DEL SERVICIO DE
TELEFONÍA CELULAR Y FIJA DE ENTEL PERÚ EN LA ZONA DE
LIMA SUR”**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el Título Profesional de

INGENIERO ELECTRÓNICO Y TELECOMUNICACIONES

PRESENTADO POR EL BACHILLER

CACERES FLORES, GIAN FRANCIS

Villa El Salvador

2019

DEDICATORIA

A mi madre

Yuliana Flores Gutiérrez por darme todo su amor, cuidados y buenos consejos; por guiarme siempre el buen camino y brindarme su apoyo incondicional.

A mi padre

Policarpo Caceres Dueñas por su amor, cuidados, enseñanzas, por siempre confiar en mí y alentarme a no rendirme.

A mis hermanas, mi esposa y a mí hijo que se encuentra en camino y me inspira a seguir siendo mejor cada día.

AGRADECIMIENTO

Agradecer a Dios por darme salud, sabiduría y la dicha de lograr una de mis metas.

A mi madre Yuliana Flores Gutiérrez, mi padre Policarpo Caceres Flores y mis hermanas por haberme acompañado en mis años de estudio, por todo su amor y consejos, por haberme apoyado y en los momentos difíciles.

A mis amigos durante mi formación académica y universitaria que fui conociendo.

A mi asesor el Ing. Bernardo Castro quien me apoyó, me guio en todo momento.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.1 Descripción de la realidad problemática.....	3
1.2 Justificación del Problema.....	5
1.3 Delimitación del proyecto	5
1.3.1 Teórica.....	5
1.3.2 Temporal	5
1.3.3 Espacial	6
1.4 Formulación del problema.....	6
1.4.1 Problema general	6
1.4.2 Problemas específicos.....	6
1.5 Objetivos	7
1.5.1 Objetivo general.....	7
1.5.2 Objetivos específicos.....	7
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	8
2.1 Antecedentes	8
2.1.1 Antecedentes Internacionales	8
2.1.2 Antecedentes Nacionales	9
2.2 Bases Teóricas	11
2.2.1 Internet	11
2.2.2 Telefonía celular	11
2.2.3 Tipos de tecnologías.....	14
2.2.4 Infraestructura.....	16
2.2.5 Sistema de Transmisión	20
2.2.6 Sistema de Energía	23
2.2.7 Sistema de Refrigeración	27
2.2.8 Sistema de alarmas	29
2.3 Definición de términos bases	29
CAPITULO III: DESARROLLO DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL	31
3.1 Modelo de solución propuesto	32
3.1.1 Plan de mantenimiento preventivo de equipos actual.....	33
3.1.2 Mejora del plan de mantenimiento preventivo de equipos.....	37

3.2 Pruebas y resultados.....	51
3.2.1 Simulación y Resultado	51
CONCLUSIONES.....	57
RECOMENDACIONES	58
BIBLIOGRAFIA	59
ANEXOS	60
ANEXO 1:.....	60
ANEXO 2:.....	66
ANEXO 3:.....	80

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1: Sistema de telefonía celular simplificado	12
Figura 2: Sistema Celular.....	13
Figura 3: Bandas de frecuencias.....	13
Figura 4: Arquitectura del GSM.....	14
Figura 5: Arquitectura del UMTS.....	15
Figura 6: Arquitectura del LTE.....	16
Figura 7: Tipo autosoportada	17
Figura 8 : Tipo Arriostradas o atirantadas	18
Figura 9: Tipo Monopolo	18
Figura 10: Tipo Cow.....	19
Figura 11: Tipo Mástil.....	19
Figura 12: Tipo Poste	20
Figura 13: Radio RTN950 Huawei.....	20
Figura 14 Conexión de la RRU y la BBU.....	21
Figura 15: BBU Huawei.....	21
Figura 16: RRU Huawei.	22
Figura 17: Antena Huawei.....	22
Figura 18: Corriente alterna.....	23
Figura 19: Corriente continua.....	24
Figura 20: Rectificador FlatPack.....	24
Figura 21: Banco de baterías Acme-F.....	25
Figura 22: Pararrayos.....	25
Figura 23: Diagrama de pozo a tierra.....	26
Figura 24: Tablero de distribución.....	26
Figura 25: Condensador tipo serpentín.....	28
Figura 26: Condensador tipo extremos embridados.....	28
Figura 27: Averías atendidas que no cumplen el SLA.....	32
Figura 28: Diagrama de flujo de atención de mantto preventivo de equipos.....	33
Figura 29: Diagrama de flujo básico de estructura del plan de mantenimiento por cuadrilla especializada. Fuente: Elaboración propia	38
Figura 30: Interfaz Officetrack – Sistema de seguimiento.....	41
Figura 31: Grupo electrógeno XG10000E Fuente: Elaboración propia	44
Figura 32: Limpieza de rectificador	45
Figura 33: Site master modelo S332E.....	46
Figura 34: Telurómetro 382252	48
Figura 35: Foto de Megómetro Prasek PR-511	49
Figura 36: Estimación del cumplimiento del atención de averías.....	55
Figura 37: Constancia de evaluación	56

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1: Cantidad de Prioridades en Lima Sur.....	2
Tabla 2: Cuadro de cumplimiento de atención de averías	4
Tabla 3: Comparativa del mantenimiento preventivo y áreas.....	32
Tabla 4: Personal y áreas involucradas en el plan de atención de alarmas y /o mantenimiento.....	34
Tabla 5: Valores De Medición de resistencia de aislamiento.	36
Tabla 6: Cuadro De Cambios De Repuestos	37
Tabla 7: Personal y/o áreas de la mejora del plan de mantenimiento preventivo de equipos.....	40
Tabla 8: Valores De Medición del Megómetro.....	50
Tabla 9: Cuadro De Cambios De Repuestos	50
Tabla 10: Cuadro de Atenciones por cuadrilla de mantenimiento	52
Tabla 11: Cuadro de mantenimientos ejecutados mensualmente.....	52
Tabla 12: Averías que no cumplen el tiempo de atención de alarmas	53
Tabla 13: Cuadro De Prioridades De Averías	53
Tabla 14: Cumplimiento estimado de tiempo de atención de averías por mejora del plan de mantenimiento	54
Tabla 15: Datos estimados de atención de averías Enero 2020 – Octubre 2020.	54
Tabla 16: Cuadro de cumplimiento y no cumplimiento estimado de atención de averías.	55

INTRODUCCIÓN

La operadora Entel Perú, empresa dedicada al rubro de Telecomunicaciones, tuvo inicio de sus operaciones desde la fecha 12 de octubre del 2014 brindando los servicios de telefonía móvil en el Perú. Estos servicios tales como de telefonía móvil y fijas, emitidos por equipos de radiofrecuencia ubicadas en Estaciones Base Celular. Hoy a nivel nacional la operadora Entel Perú cuenta con 3926 estaciones bases, pero no solo queda aquí esta cantidad, sino que al transcurrir el tiempo siguen implementando más estaciones con la finalidad de cubrir las zonas que no cuentan con comunicación de voz, video y datos.

Telrad Perú, de la que formo parte, brinda servicios en el área de las Telecomunicaciones teniendo a cargo 1928 estaciones bases a nivel nacional, y un total de 930 para la Zona Sur de la operadora Entel ubicados en los distritos: Asia, Ate Vitarte, Barranco, Cerro Azul, Chicla, Chilca, Chorrillos, Chaclacayo, Cieneguilla, Imperial, La Molina, La victoria, Lince, Lunahuana, Lurigancho, Lurín, Mala, Matucana, Miraflores, Nuevo Imperial, Pacarán, Pachacamac, Pucusana, Punta Hermosa, Punta Negra, Quilmana, Ricardo Palma, San Antonio, San Bartolo, San Borja, San Isidro, San Juan de Miraflores, San Luis, San Mateo, Santa Vicente de Cañete, Santa Cruz de Cocachacra, Santa Cruz de Flores, Santa Eulalia, Santa María del Mar, Santiago de Surco, Santiago de Tuna, Santo Domingo de los Olleros, Surquillo, Villa el Salvador, Villa María del Triunfo, Yauyos a fin de asegurar los servicios de telefonía que brinda Entel hacia sus clientes.

Telrad Perú tiene un contrato de servicio de Operación y Mantenimiento, para la zona sur en mención para las estaciones bases, así como la atención de averías según su urgencia como alarmas menores, mayores y críticas.

Telrad Perú y Entel Perú tienen un contrato de servicio de operación y mantenimiento, de lo que se tiene un acuerdo sobre la atención de averías dependiendo su urgencia.

La clasificación de la atención de averías surgidas en el transcurso del día depende de las prioridades de las estaciones bases, a continuación, se muestra las prioridades:

1. Estaciones P0 y P0+: Esta tiene a cargo varios enlaces y el 50% tiene un generador eléctrico como respaldo de energía, además cuenta con las

tecnologías 2G, 3G y 4G, además tiene sistema BAFI, como sistema IDEN, Wimax.

2. Estaciones P1: Tiene las tecnologías 2G, 3G y 4G, además tiene sistema BAFI, además tiene a cargo unas 6 a 10 estaciones aproximadamente.
3. Estaciones P2: Tiene las tecnologías 2G, 3G y 4G, además tiene sistema BAFI, además tiene a cargo unas 3 a 5 estaciones aproximadamente.
4. Estaciones P3: Depende de las estaciones anteriores, contiene tecnología 2G, 3G, 4G, además tiene a cargo unas 1 a 2 estaciones aproximadamente.
5. Estaciones P4: Depende de las estaciones anteriores mencionadas, contiene tecnología 2G, 3G, 4G.

En la tabla 1, se muestra la cantidad de estaciones con sus prioridades respectivas:

Tabla 1: Cantidad de Prioridades en Lima Sur

Zona	LIMA
Prioridad	Cantidad
P0	16
P0+	4
P1	185
P2	179
P3	311
P4	235
Total general	930

Fuente: Elaboración Propia

El tiempo de atención de alarmas se clasifica en la siguiente manera:

1. Alarmas Menores: 24:00 Horas.
2. Alarmas Mayores: 4:00 Horas.
3. Alarmas Críticas: 4:00 Horas.

Al cumplir y mejorar los mantenimientos programados por Entel objetivo de nuestro trabajo, la tasa de averías se verá reducidas, por ende, OSIPTEL (Organismo Supervisor de Inversión Privada en Telecomunicaciones), no podrá poner generar penalidades a la empresa Entel Perú ya que no habrá reclamos de los usuarios.

CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

La calidad de servicio en las telecomunicaciones se encuentra regularizado por OSIPTEL, organismo técnico especializado del estado peruano que supervisa y regula los servicios públicos de telecomunicaciones y vela por los derechos del usuario.

Telrad se encarga de realizar un promedio de 90 mantenimientos preventivos de estaciones base celulares conformadas por las siguientes prioridades (P0, P1, P2, P3, P4) con el fin de ejecutar al año las estaciones asignadas brindando el buen servicio de señal de la operadora Entel. Al no cumplir con los mantenimientos preventivos los usuarios pueden presentar quejas presentando a Osiptel, penalizando a Entel por la mala calidad de servicio, sino también a Telrad Perú que se encuentra encargado de la operación y mantenimiento.

En las atenciones de los mantenimientos existe un déficit de control de los trabajos programados del personal encargado del mantenimiento preventivo de los equipos de las estaciones base celular a nivel nacional para poder garantizar la correcta operatividad de los equipos muestran un problema operativo debido a la falta de criterio para la asignación de las cuadrillas especializadas, el no cumplimiento del acuerdo del nivel de servicio del tiempo de atención de averías, seguimiento del personal y el mal procedimiento de ejecución del trabajo programado.

Es decir un mantenimiento preventivo riguroso con la finalidad de cumplir con una buena calidad de servicio de la operadora Entel para la zona de Lima Sur de los siguientes distritos (Asia, Ate Vitarte, Barranco, Cerro Azul, Chicla, Chilca, Chorrillos, Chaclacayo, Cieneguilla, Imperial, La Molina, La victoria, Lince, Lunahuana, Lurigancho, Lurín, Mala, Matucana, Miraflores, Nuevo Imperial, Pacarán, Pachacamac, Pucusana, Punta Hermosa, Punta

Negra, Quilmana, Ricardo Palma, San Antonio, San Bartolo, San Borja, San Isidro, San Juan de Miraflores, San Luis, San Mateo, Santa Vicente de Cañete, Santa Cruz de Cocachacra, Santa Cruz de Flores, Santa Eulalia, Santa María del Mar, Santiago de Surco, Santiago de Tuna, Santo Domingo de los Olleros, Surquillo, Villa el Salvador, Villa María del Triunfo y Yauyos).

En la siguiente tabla 2 se observa los datos de alarmas y/o averías recopiladas de enero a octubre del 2019 donde se observa el cumplimiento y el no cumplimiento de averías para aumentar el proceso de atención de averías, así como la optimización del plan de mantenimiento preventivo de los equipos de telecomunicaciones, para una calidad de servicio.

Tabla 2: Cuadro de cumplimiento de atención de averías

Tipo de Alarma	Desplazamiento	
Cumple atención de averías?	SI	Total general
NO	1164	1164
Corte de Energia	264	264
Falla A/A	255	255
GE - Activación de sistema de seguridad	20	20
Microondas MW	69	69
Otros (intrusión)	85	85
Outage (Fuera de servicio)	27	27
Planta Externa	55	55
Rectificador	143	143
Sistema Radiante	246	246
SI	1353	1353
Corte de Energia	731	731
Falla A/A	199	199
GE - Activación de sistema de seguridad	13	13
Microondas MW	15	15
Otros (intrusión)	76	76
Outage (Fuera de servicio)	17	17
Planta Externa	14	14
Rectificador	133	133
Sistema Radiante	155	155
Total general	2517	2517

Fuente: Elaboración propia

1.2 Justificación del Problema

Este proyecto consiste en optimizar el plan de mantenimiento preventivo para las estaciones base de radiofrecuencia para optimizar la calidad de servicio a los usuarios.

Será necesario optimizar el procedimiento establecido, mediante un mayor conocimiento de la operatividad de los sistemas que se encuentran en cada estación base celular.

La empresa Telrad Peru SA se encarga de brindar mantenimiento a la operadora Entel Peru a fin de poder reducir los diferentes tipos de alarmas de los equipos existentes. Para así no incurrir en penalidades por no poder atenderse en su tiempo establecido de niveles de calidad establecidos contractualmente.

El siguiente trabajo brindará ayuda al personal involucrado en las diversas tareas del mantenimiento preventivo para las mejoras respectivas, logrando la reducción de averías, mayor cumplimiento del SLA de las atenciones de averías para lograr los beneficios de la empresa como la calidad de servicio de los usuarios.

1.3 Delimitación del proyecto

1.3.1 Teórica

Tiene como fundamento los aspectos principales de los equipos que conforman la infraestructura de las estaciones bases celulares.

1.3.2 Temporal

Se aplicará durante el mes de enero del 2020 a octubre del 2020.

1.3.3 Espacial

El siguiente plan de mejoramiento se pondrá a disposición de la empresa Telrad Peru SA para la zona sur de Lima que comprende los distritos Asia, Ate Vitarte, Barranco, Cerro Azul, Chicla, Chilca, Chorrillos, Chaclacayo, Cieneguilla, Imperial, La Molina, La victoria, Lince, Lunahuana, Lurigancho, Lurín, Mala, Matucana, Miraflores, Nuevo Imperial, Pacarán, Pachacamac, Pucusana, Punta Hermosa, Punta Negra, Quilmana, Ricardo Palma, San Antonio, San Bartolo, San Borja, San Isidro, San Juan de Miraflores, San Luis, San Mateo, Santa Vicente de Cañete, Santa Cruz de Cocachacra, Santa Cruz de Flores, Santa Eulalia, Santa María del Mar, Santiago de Surco, Santiago de Tuna, Santo Domingo de los Olleros, Surquillo, Villa el Salvador, Villa María del Triunfo y Yauyos.

1.4 Formulación del problema

1.4.1 Problema general

¿En qué medida es posible mejorar el plan de mantenimiento preventivo en las estaciones de radiofrecuencia con servicio telefonía celular y fija de Entel Perú en la ciudad de Lima Sur para tener una mejora en la calidad de servicio?

1.4.2 Problemas específicos

1. ¿De qué manera se puede mejorar el conocimiento del personal técnico?
2. ¿De qué manera se puede optimizar la productividad del personal de campo respecto al mantenimiento preventivo de equipos?
3. ¿De qué manera se puede mejorar el seguimiento de los informes de mantenimiento para disminuir averías?

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general

Mejorar y actualizar el plan de mantenimiento preventivo para las estaciones de radiofrecuencia del servicio de telefonía celular y fija de Entel Perú en la ciudad de Lima Sur, para mejorar la calidad del servicio.

1.5.2 Objetivos específicos

1. Actualizar los conocimientos del personal de mantenimiento para optimizar la estructura de mantenimiento por cuadrilla especializada.
2. Actualizar el plan de mantenimiento preventivo de equipos de radiofrecuencia del servicio de telefonía celular y fija de Entel Perú, mediante los siguientes estándares: inspección, servicio, reparación y trabajo de mantenimiento.
3. Actualizar el seguimiento del personal de mantenimiento preventivo.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

2.1.1 Antecedentes Internacionales

- Pinzón, L. (2012). En su tesis titulada “Estudio para la propuesta de implementación de un sistema de supervisión y control de las redes de telecomunicaciones soterradas en la municipalidad de Santiago de Guayaquil” para optar el Grado Académico de Magíster en Telecomunicaciones en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Guayaquil-México,
En su tesis menciona que la evaluación de costos, así como la evolución de la tecnología tiene la necesidad de implementar una propuesta de los elementos del sistema de supervisión y control en las redes de telecomunicaciones, de acuerdo a las características necesarias de cada empresa. El aporte que brinda es el manejo de recursos, supervisión en tiempo real, agilización de operación y el mantenimiento correctivo del sistema que son factores necesarios en todo proyecto. (Pinzón, 2012)
- Ángel, R.; Olaya, H. (2014). En su tesis titulada “Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la empresa Agroangel” para optar el título de Ingeniero Mecánica en la Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira-Colombia.
En su tesis, los autores plantean diseñar un plan de mantenimiento preventivo para que los productos tengan buena calidad gracias al mantenimiento de los equipos. El aporte del estudio que se realizó en la empresa Agroangel hizo posible determinar las necesidades del mantenimiento para cada máquina, así como la documentación necesaria y correcta para certificar el mantenimiento realizado. El aporte de la tesis es el diseño de un mantenimiento para concientizar a la empresa y trabajadores de la importancia de mantener el funcionamiento de los equipos y el buen estado con el fin de lograr una calidad de producto o servicio. (Ángel, Olaya, 2014)

- Quiroz, L. (2015). En su trabajo de grado modalidad pasantía titulado “Diseño de plan de mantenimiento de equipos de la emisora RCN Rumba Estéreo y cableado estructurado para el área de comunicaciones de la diócesis de Ipiales” para optar el título de Ingeniero Electrónico en la Universidad de Nariño, Nariño-Colombia. En su trabajo nos plantea un diseño de plan de mantenimiento para los equipos de emisores, así como la estructura del cableado para el área de las comunicaciones. Buscando que los equipos se encuentren dentro de las normas de telecomunicaciones, así como tenga un mantenimiento adecuado para el buen funcionamiento. El aporte de la tesis es mejorar el funcionamiento así como el tiempo de vida útil de los equipos mediante la observación y el cumplimiento las normas de cableado de telecomunicaciones a fin de mejorar los servicios. (Quiroz, 2015)

2.1.2 Antecedentes Nacionales

Para la presente investigación se ha hecho un estudio de proyectos antes realizados relacionados al tema, obteniendo experiencias relacionadas al objetivo de la investigación.

- Zavala, J. (2012). En su tesis titulada “Planeamiento, ejecución, operación y mantenimiento del proyecto banda ancha satelital (BAS) para localidades aisladas del Perú” para optar el título de Ingeniero Electrónico en la Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima-Perú. En su tesis propone los pasos a seguir para el área de operación y mantenimiento del proyecto banda ancha satelital, así como los mantenimientos de contingencias ocasionados por terceras personas, logrando asegurar la disponibilidad del servicio. El aporte de la tesis presentada repercute en que se debe tener un plan de emergencia de atención para el sistema de energía, ya que es el principal problema en los sistemas de telecomunicaciones. (Zavala, 2012).

- Gutiérrez, P. (2016). En su tesis titulada “Análisis de la ampliación de mercado para el mantenimiento de torres de telecomunicaciones en la empresa ACC contratistas generales SAC, Arequipa 2016” para optar el título de Ingeniero Industrial en la Universidad Católica de Santa María, Arequipa-Perú.

En su tesis nos afirma que el mercado laboral de mantenimiento hacia las torres de telecomunicaciones es viable, afirmando que los ingresos de rentabilidad para la zona norte del país son rentable. El aporte de la tesis nos plantea que el mantenimiento preventivo hacia los equipos de telecomunicaciones tiene alta demanda, ya que los diversos operadores de telefonía celular tienen que brindar servicio de calidad. (Gutiérrez, 2016)

- Villagomez, L. (2008). En su tesis titulada “Proyecto de análisis de procedimientos para mantenimiento preventivo y correctivo del servicio de telefonía aplicado a Telefónica” para optar el título profesional de Ingeniero Electrónico en la Universidad Nacional de Ingeniería, Lima-Perú.

En su tesis plantea que el avance tecnológico hará que el mantenimiento preventivo y correctivo de la planta interna de Telefonía fija y las centrales de conmutación de Telefónica será diferente en los próximos años, por ello el ahorro potencial de los costos de la propuesta de mantenimiento será un modelo para las diferentes centrales de telefonía para que a tiempo futuro surja programas con el fin de lograr la calidad de servicio.

Su aporte es que el programa de mantenimiento planteado ofrece una rigurosa calidad de servicios, incluyendo ingeniería, soporte de operaciones, supervisión de instalación, formación y programas de mantenimiento, proporcionando una solución total a la medida de las necesidades de la empresa. (Villagomez, 2008)

- Zavaleta, J. (2013). En su informe técnico titulado “Procedimientos para la instalación y puesta en funcionamiento de una estación 3g,

caso claro-Perú” para optar el título profesional de Ingeniero Electrónico en la Universidad Ricardo Palma, Lima-Perú.

En su tesis afirma que antes de una implementación de un Nodo, se debe reunir la información necesaria de los aspectos técnicos, parámetros de dispositivos, así como la infraestructura necesaria para la instalación de los equipos, también hace mención que la parte operativa para la instalación y puesta de servicio se logra con las coordinaciones eficientes por cada área implicada. El aporte que brinda su informe técnico es la necesidad de siempre reunir los datos técnicos y tener la documentación necesaria para cada trabajo realizado. (Zavaleta, 2013)

2.2 Bases Teóricas

2.2.1 Internet

“El Internet es un conjunto descentralizado de redes de comunicación interconectadas que utilizan la familia de protocolos TCP/IP garantizando que las redes físicas heterogéneas que la componen funcionen como una red lógica única, de alcance mundial.” (Stallings, 2012, p.124).

2.2.2 Telefonía celular

“La dificultad con los sistemas anteriores de radio frecuencia, fue la pequeña capacidad en números de usuarios. Esto se debía a que los primeros sistemas se diseñaron para tener cobertura de área muy grande, pero tenían un número limitado de canales de radio disponibles dentro de cada zona. En los años 70’s hubo gran demanda de radio telefonía, pero los canales de radio eran limitados, por ello se tuvo que hacer eficiente el ancho de banda, desarrollándose así un sistema conocido como radio celular.” (Herrera 2010, p.282). En la figura 1 se observa el sistema de telefonía celular.

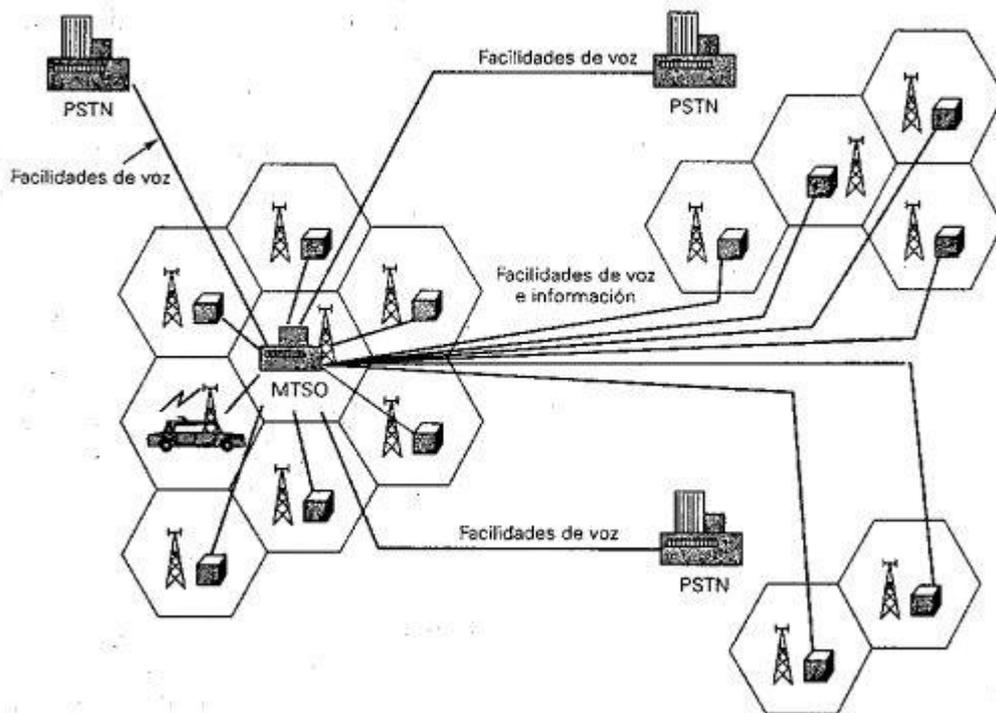


Figura 1: Sistema de telefonía celular simplificado
Fuente: <http://transmisiondetx.blogspot.com/2014/03/>

2.2.2.1 Sistema Celular

“El incorporar la ventaja de dividir el área de cobertura en células, lo cual, limitando convenientemente la potencia con que se emite cada frecuencia, permite la reutilización de las mismas a distancias bastantes cortas y, por lo tanto, aumentar tremendamente la capacidad de los sistemas de telefonía.

Por lo tanto, un sistema celular consta de una serie de células o áreas, cubiertas cada una por un sistema de radio que permite la conexión de los terminales móviles al sistema celular (estación base), y un sistema de conmutación (centro de servicios móviles) que permite la interconexión entre las estaciones base y la conexión del sistema a la red de conmutación pública.” (Marcombo, S.A., 1998, p.88).

El sistema celular se ilustra en la siguiente figura 2.

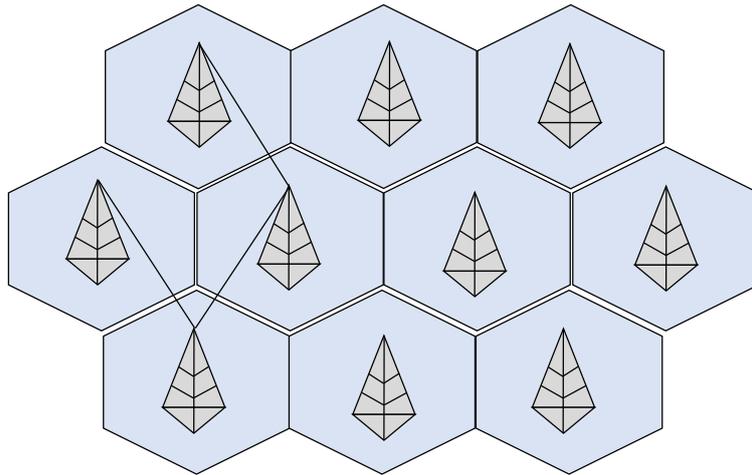


Figura 2: Sistema Celular.
Fuente: Elaboración Propia

2.2.2.2 Frecuencias de transmisión

“La frecuencia no es más que la cantidad de veces que sucede un movimiento periódico como puede ser una onda senoidal de voltaje o de corriente, durante determinado periodo. Su unidad básica es el Hertz.

El espectro de frecuencias se subdivide en bandas, cada banda tiene un nombre y sus límites. El espectro total útil de radiofrecuencia (RF) se divide en bandas de frecuencias, más angostas, a las que se dan nombres y números descriptivos, y de algunas de ellas se subdividen a su vez en diversos tipos de servicios.” (Tomasi, 2013, p.4-5), se observa la figura 3, las bandas de frecuencias en sus respectivos rangos.

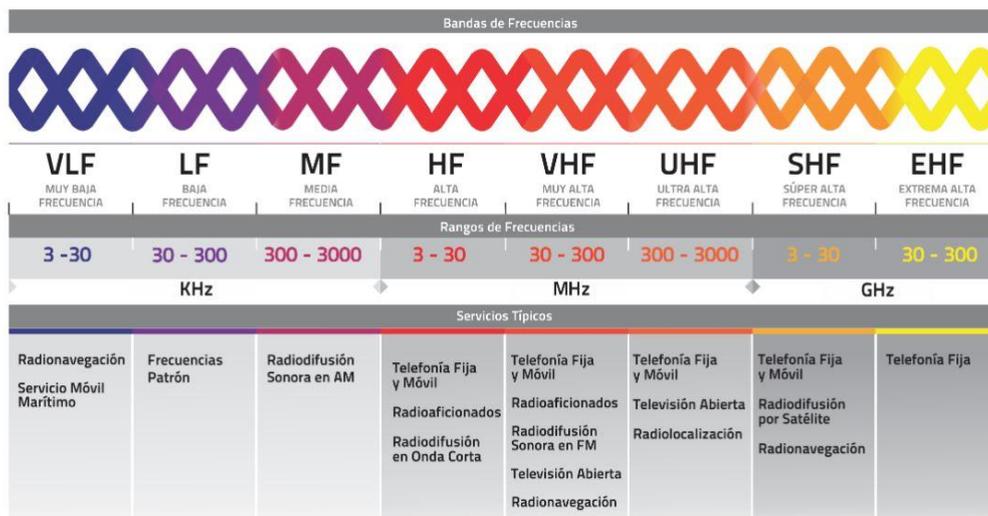


Figura 3: Bandas de frecuencias.
Fuente: <http://www.conatel.gob.ve/espectro-radioelectrico/>

2.2.3 Tipos de tecnologías

2.2.3.1 GSM (Global Systems for Mobile Communications)

“Se puede afirmar que, sin temor a equivocarse, que el sistema celular más exitoso, considerando tanto los analógicos como los digitales, es el GSM, que alcanza hoy en día una penetración superior al 80% y está presente en una gran cantidad de países, soportando tanto voz como texto y datos al incorporar GPRS.” (Huidobro, 2014, p.26).

El sistema GSM se compone en una red de células para cubrir un área determinada. A su vez el BSC (Base Station Controller), se encarga de controlar las BTS, así el MSC (Mobile Switching Centre) se encarga de enrutar las llamadas hacia las redes externas, públicas o privadas.

De tal manera se puede observar en la figura 4, la arquitectura del sistema GSM.

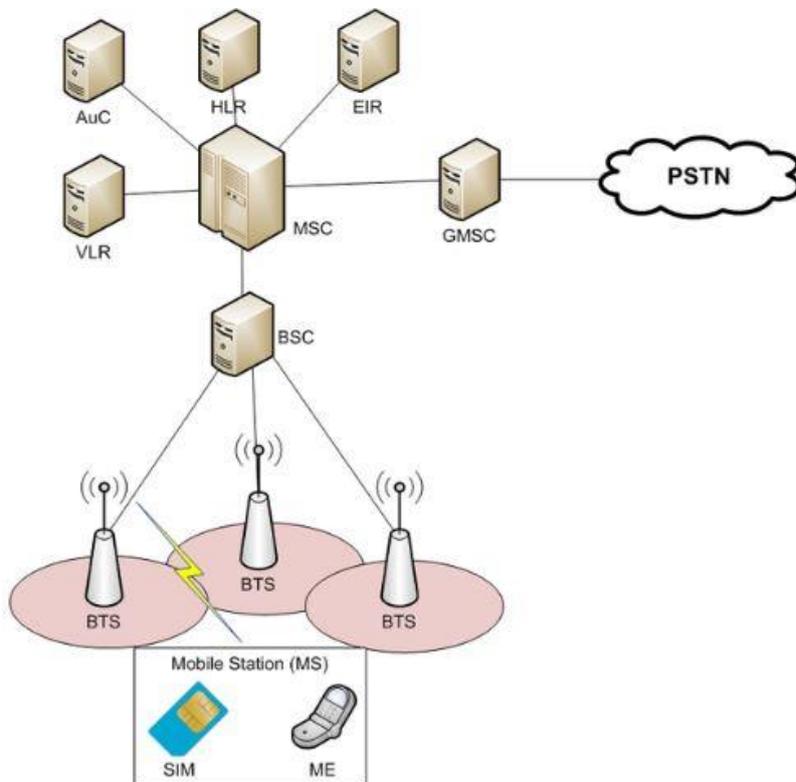


Figura 4: Arquitectura del GSM.

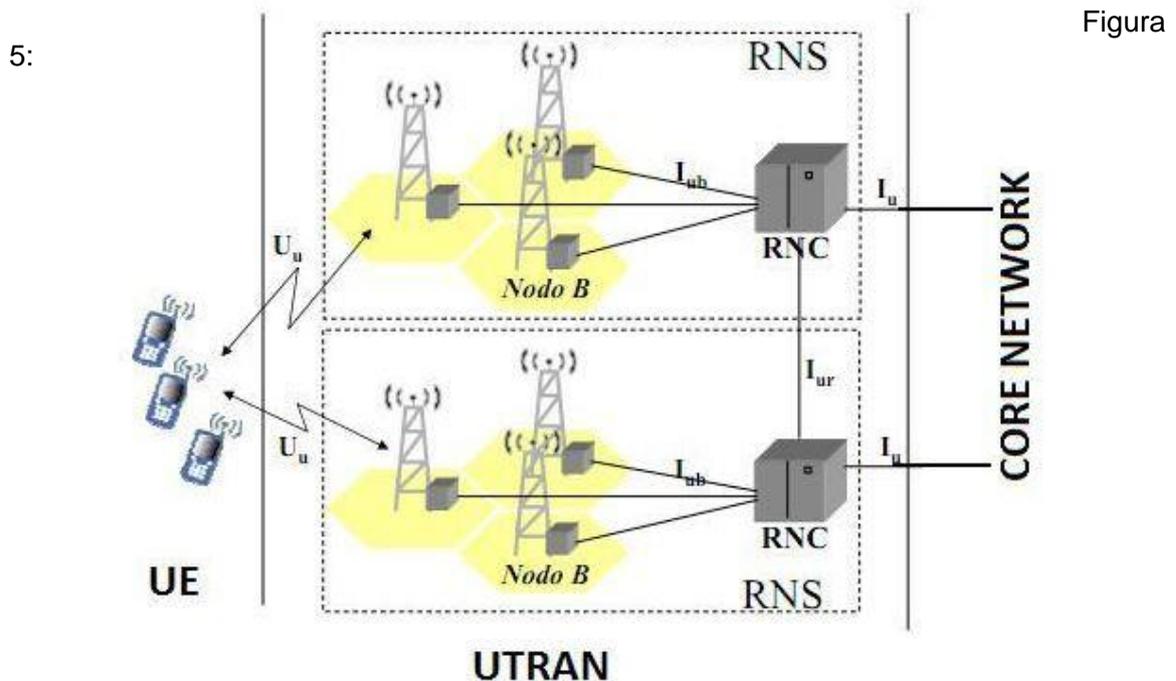
Fuente: https://es.m.wikipedia.org/wiki/Archivo:Gsm_network_architecture.png

2.2.3.2 UMTS (Universal Mobile Telecommunications System)

. “A la vista del gran éxito que en su día supuso GSM, reflejado en que en la década de los 90 el tráfico generado superaba con creces las previsiones más optimistas, Las expectativas del sector a más largo plazo se orientaron hacia un incremento substancial del tráfico de datos y la implantación masiva de servicios multimedia A la vista de las limitaciones tecnológicas que presentaba GSM, y considerándose que la ampliación de capacidades proporcionada por GPRS resultaría insuficiente. Se empezó a gestar el concepto de sistema móvil de tercera generación (3G) conocido en el entorno europeo como UMTS auspiciado por la ITU. Una de las características más destacadas asociadas a los sistemas 3G es la predominancia de la técnica de acceso múltiple CDMA, como tecnología de base. Se decidió que UMTS tendría dos modos de operación en cuando a su acceso de radio:” (Sallent Roig, O., Valenzuela González, J.L. y Agustí Comes R., 2003, p.27-28)

1. El llamado modo FDD (Frequency Division Duplex) y acceso W-CDMA
2. El llamado modo TDD (Time Division Duplex) y acceso TD-CDMA

En la siguiente figura 5 observamos la arquitectura del UMTS.



Arquitectura del UMTS.

Fuente: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:UTRAN1.jpg>

2.2.3.3 LTE (Long Term Evolution)

“LTE es la tecnología sucesora no solo de UMTS sino también de CDMA2000, utilizada principalmente en las Américas. Para habilitar el roaming continuo entre el Acceso múltiple por división de código (CDMA) y LTE, se han especificado interfaces entre las dos redes principales. En la práctica, el usuario también puede roaming entre estos dos tipos de redes de acceso mientras mantiene su dirección IP y de ahí todas las sesiones de comunicación establecida.

La arquitectura general de la red LTE es similar a la de GSM y UMTS. En principio, los nodos de la red, sin embargo, se han reducido para optimizar la arquitectura general y reducir el costo y la latencia en la red. (Sauter, M., 2017, pp.213-124)

La figura 6 ofrece una descripción general de la red LTE y sus componentes.”

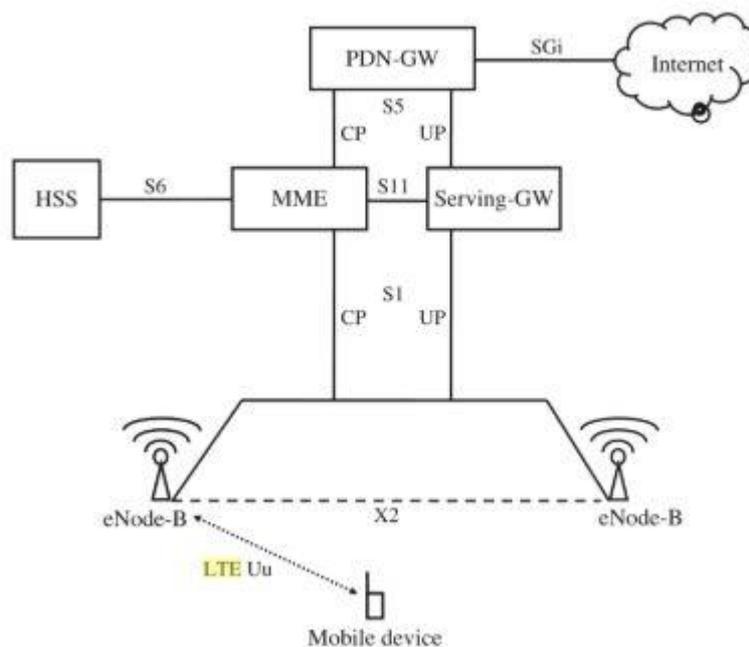


Figura 6: Arquitectura del LTE.

Fuente: Sauter, M. (2017): From GSM to LTE-ADVANCED PRO and 5G An Introduction to Mobile Networks and Mobile Broadband: Reino Unido: John Wiley & Sons

2.2.4 Infraestructura

2.2.4.1 Torres de Telecomunicaciones

Son estructuras que dependen de la necesidad y condición en donde se implementará dependiendo del tipo de instalación, lugar del terreno. Con sus componentes como compuestos de perfiles y ángulos de aceros que

se encuentran unidos por los tornillos, pernos y soldadura. Su altura puede variar dependiendo del requerimiento.

A continuación, veremos unos tipos de estructuras de torres:

- a) Autoportadas
- b) Arriostradas
- c) Monopolio
- d) Cow
- e) Mástil
- f) Poste

En la siguiente figura 7 se observa una torre autoportada metálica, son mayormente construidas sobre terrenos, cerros o áreas urbanas y requiere una buena cimentación para el tamaño de la torre.



Figura 7: Tipo autoportada
Fuente: Elaboración propia

En la figura 8 se observa una estructura de torre es soportada por tensores de acero que proporciona tener una torre de comunicación de gran altura.



Figura 8 : Tipo Arriostradas o atirantadas
Fuente: Elaboración propia

Las estructuras de tipo de monopolo son instaladas en áreas accesibles por que ocupan menos espacio y pueden tener una buena estética, a continuación, se puede observar en la figura 9:



Figura 9: Tipo Monopolo
Fuente: Elaboración propia

Las estructuras de tipo Cow son usadas para las radios bases móviles prefabricadas, en la figura 10 se puede observar:



Figura 10: Tipo Cow.

Fuente: Elaboración propia

La figura 11 nos muestra el tipo mástil que son estructuras dispersadas en los edificios o en casas que no se puede instalar las antenas en un solo punto o sectores (áreas irradiadas)



Figura 11: Tipo Mástil.

Fuente: Elaboración propia

En la figura 12 nos muestra un tipo de estructura denominado tipo poste, esta estructura facilita la instalación en zonas públicas.



Figura 12: Tipo Poste
Fuente: Elaboración propia

2.2.5 Sistema de Transmisión

2.2.5.1 Radio (RTN 950)

Es un sistema de transmisión de microondas de la nueva generación de marca Huawei, en la figura 13 se observa la radio que se instala fácilmente y la configuración de manera flexible. Proporciona una plataforma genérica para transmisión de microondas TDM, Híbrido, Paquete y Enrutamiento. La plataforma proporciona varias interfaces de servicio, un gran ancho de banda y fácil escalabilidad. Proporciona una solución de transmisión por microondas para red de comunicación móvil o privada redes.



Figura 13: Radio RTN950 Huawei.
Fuente: Elaboración propia

2.2.5.2 BBU (Unidad de banda base)

Se encarga de controlar las RRU a través de las fibras ópticas que se interconectan entre sí (figura 14), además realiza el proceso de la banda base del Nodo B.

En la figura 15 se observa la BBU conectada con las fibras ópticas.

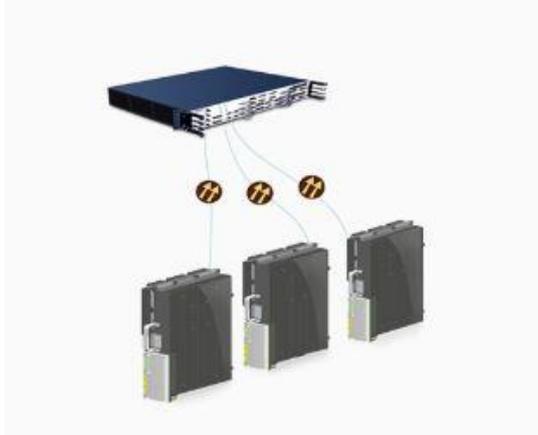


Figura 14 Conexión de la RRU y la BBU.

Fuente: <https://e.huawei.com/es/products/wireless/gsm-r/radio-access-network/dbs3900>

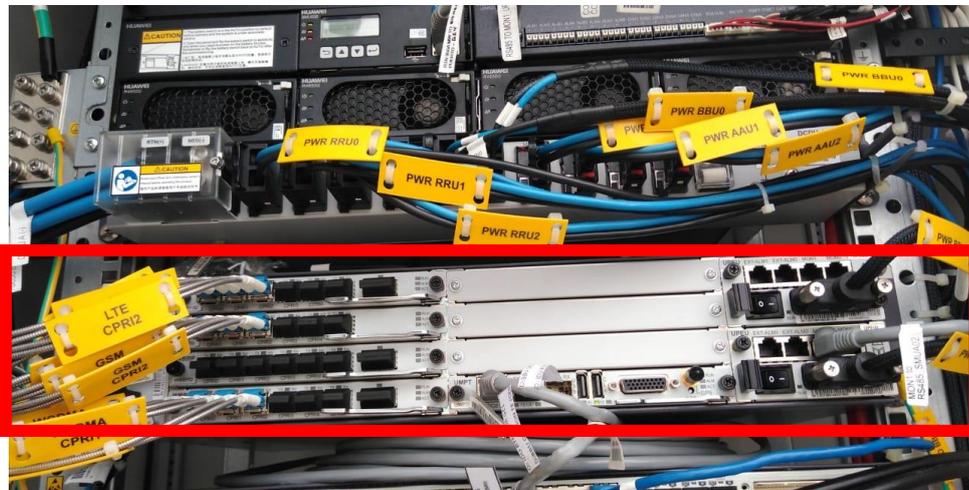


Figura 15: BBU Huawei.

Fuente: Elaboración propia

2.2.5.3 RRU

La unidad de radio remota se instala en la torre de la antena o en el mástil, este dispositivo permite el funcionamiento de las diferentes tecnologías que son conectadas hacia la BBU.

En la figura 16 observamos una RRU Huawei.

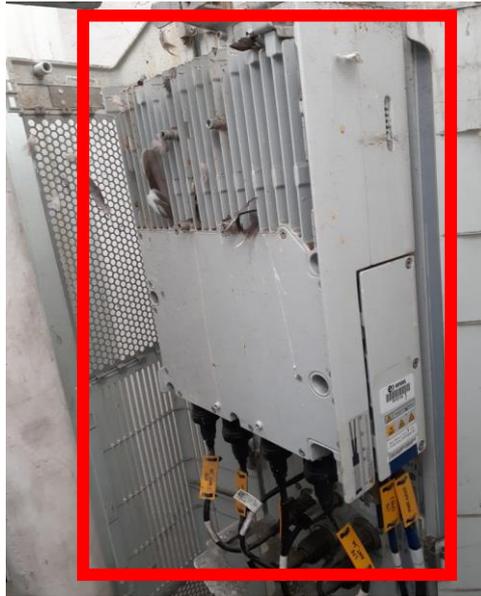


Figura 16: RRU Huawei.
Fuente: Elaboración propia

2.2.5.4 Antenas

Es un dispositivo que funciona como emisor o receptor de ondas electromagnéticas (información) de diversos tipos de aplicaciones de la vida cotidiana. En la figura 17 se observa una antena:



Figura 17: Antena Huawei.
Fuente: Elaboración propia

2.2.6 Sistema de Energía

El sistema de energía es fundamental en las estaciones bases de telecomunicaciones ya que todo equipo y dispositivos electrónicos necesitan fluido eléctrico para su funcionamiento.

2.2.6.1 Corriente AC

“Se forma de un flujo de electrones que se desplaza en los circuitos en forma de vaivén; por ejemplo, si hablamos de una corriente alterna del tipo senoidal, esta corriente (partiendo de cero) se desplaza en una dirección dada, experimentando incrementos continuados hasta alcanzar un valor máximo; posteriormente, la corriente decrece a cero para después invertir su dirección para experimentar incrementos continuados hasta alcanzar, de nueva cuenta un valor máximo; finalmente a partir de este punto, la corriente empieza a decrecer a cero. Este movimiento de vaivén se repite de manera continuada y a una frecuencia determinada por las características particulares de la corriente alterna, (Zetina, A., 2004, p.289). En la siguiente figura 18 observamos una onda senoidal.

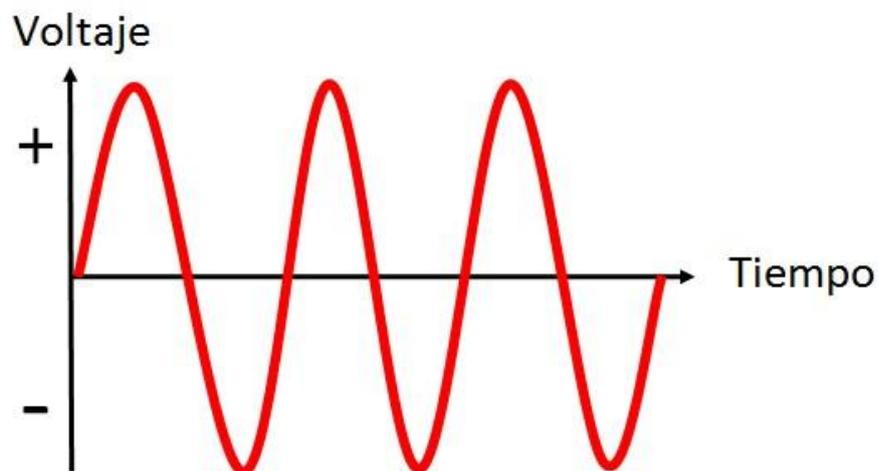


Figura 18: Corriente alterna.

Fuente: <https://www.generatuluz.com/wp-content/uploads/2018/03/Grafica-corriente-alterna2.jpg>

2.2.6.2 Corriente DC

“Representa un flujo electrónico que se desplaza en los circuitos invariablemente en una sola dirección como se observa en la figura 19. Proporciona energía eléctrica al circuito” (Zetina, A., 2004, p.290)

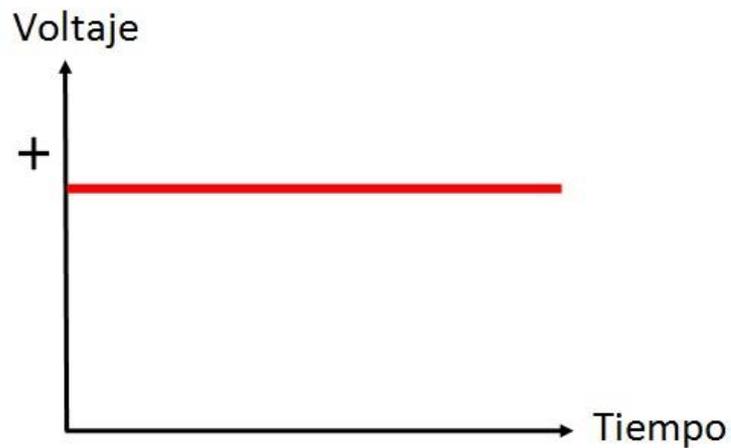


Figura 19: Corriente continua.

Fuente: <https://www.generatuluz.com/wp-content/uploads/2018/03/Grafica-corriente-continua.jpg>

2.2.6.2.1 Rectificador

Es un dispositivo electrónico o circuito como se observa en la figura 20 el modelo FlatPack que se usa en las estaciones de Entel, este dispositivo transforma la corriente alterna en corriente continua.



Figura 20: Rectificador FlatPack.

Fuente: Elaboración propia

2.2.6.2.2 Banco de Baterías

La batería es un dispositivo que almacena energía en forma química liberándola en corriente continua controlada.

Una batería está conformada por un conjunto de celdas. La capacidad y el voltaje son las variables que conforman la cantidad de energía. La

capacidad (Ah) nos indica la cantidad la cantidad de corriente que puede brindar durante el tiempo que no hay energía eléctrica. El banco de baterías está conformado por 4 baterías mediante la figura 21 observamos un banco de Batería instalado en el gabinete de Entel.



Figura 21: Banco de baterías Acme-F.
Fuente: Elaboración propia

2.2.6.3 Sistema de Protección

Su función principal es prevenir la destrucción de los equipos o instalaciones a causa de fallas simples y luego se extiendan sin poder controlarse.

2.2.6.3.1 Pararrayos

Se encarga de conducir la descarga eléctrica entre la tierra y la nube, para así poder evitar el daño que causa el rayo. Se encuentra constituido por una barra metálica (figura 22) que está unido a un cable por el cual llega a un pozo.



Figura 22: Pararrayos.
Fuente: Elaboración propia

2.2.6.3.2 Pozo a tierra

Comprende un conjunto de electrodos y partes conductoras que se encuentran en contacto con la tierra, haciendo fluir todas las corrientes de fallas a esta, evitando el daño de los equipos instalados y podemos observarlo en la siguiente figura 23.

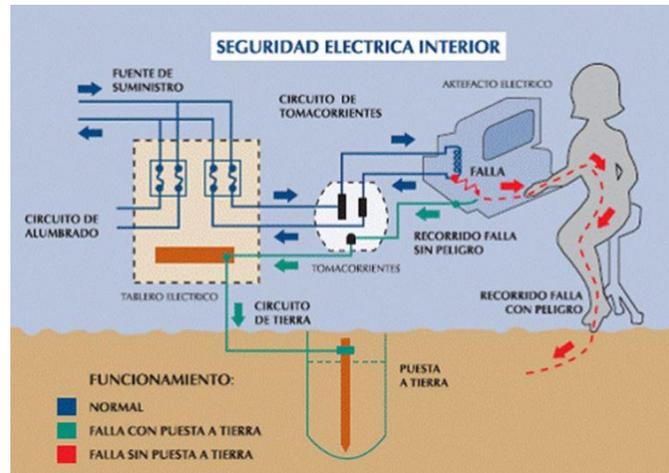


Figura 23: Diagrama de pozo a tierra.

Fuente: <http://globalelectricsolar.com.pe/wp-content/uploads/2017/05/blog1.jpg>

2.2.6.3.3 Tablero de distribución

Es un componente principal de las instalaciones eléctricas, cumpliendo las siguientes funciones como control, medición, protección y maniobras. Tienen diversos tamaños dependiendo del tipo de instalación. En la figura 24 observamos un tablero de distribución de energía.

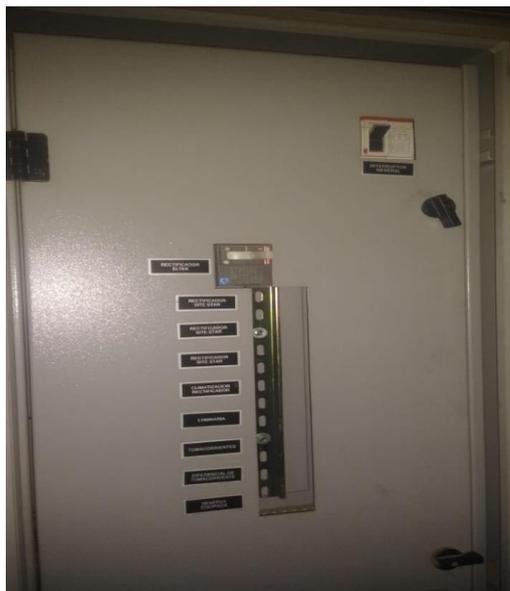


Figura 24: Tablero de distribución.

Fuente: Elaboración propia

2.2.7 Sistema de Refrigeración

“La refrigeración es el proceso de reducir y mantener más baja que su alrededor la temperatura de un espacio dado o de un producto.

Ya que el calor absorbido se transfiere a otro cuerpo, es evidente que el proceso de refrigeración es opuesto al de calefacción.” (Hernández, 2009, p.227)

2.2.7.1 Unidad Evaporadora

“Es el encargado de absorber el calor hacia el sistema desde cualquier entorno que se vaya a enfriar. Este proceso de absorción del calor se consigue manteniendo el serpentín del evaporador a una temperatura inferior a la del entorno que se va a enfriar.” (William, C., William M., 2000, p.4)

2.2.7.2 Condensador

“Es un dispositivo de intercambio de calor muy parecido al evaporador, ya que se encarga de expulsar el calor del sistema que ha sido absorbido por el evaporador. Este calor se encuentra en forma de gas caliente que hay que enfriar hasta que se condense.

Como ya se había estudiado, cuando el calor se absorbe hacia el sistema, en el punto de cambio de estado (de líquido a vapor) del refrigerante es cuando se absorbe mayor cantidad de calor.

Lo mismo ocurre, pero a la inversa en el condensador: es decir es justamente en el punto de cambio de estado (de vapor a líquido) cuando se rechaza más cantidad de calor.

Hay 2 tipos de condensadores: el serpentín y el de extremos embridados.” (William, C., William M., 2000, p.19).

En la siguiente figura 25 se observa un condensador de tipo serpentín y la figura 26 un tipo extremo embridado.

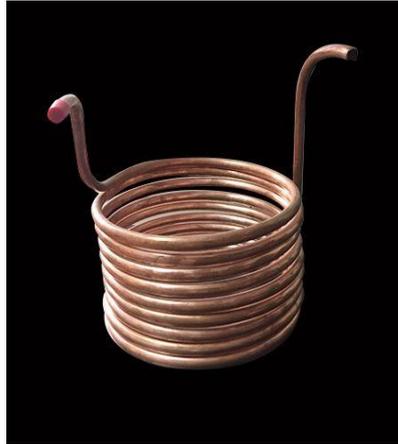


Figura 25: Condensador tipo serpiente.

Fuente: <https://www.redcervecera.com/wp-content/uploads/2018/05/serpentin-7-mts.jpg>



Figura 26: Condensador tipo extremos embridados.

Fuente: <http://damiancontreras.blogspot.com/2014/05/condensador.html>

2.2.7.3 Compresor

“A este dispositivo se le considera el corazón del sistema de refrigeración. El término que mejor lo describe es el de bomba de vapor. Lo que hace realmente el compresor es aumentar la presión desde el nivel de la presión de aspiración hasta el nivel de presión de descarga.” (William, C., William M., 2000, p.37)

2.2.7.4 Válvula de expansión

Es un componente del sistema de refrigeración, tiene la capacidad de generar la presión necesaria entre el condensador y el evaporador. Controla el paso del refrigerante en estado líquido que llega al evaporado y de mantener un sobrecalentamiento a su salida de forma constante.

2.2.8 Sistema de alarmas

“Se basan en un conjunto de dispositivos que son instalados en puntos estratégicos de equipos u otro dispositivo para ser monitoreados. Las alarmas son sucesos que surgen en los dispositivos ya sea por una falla propia o externo, enviando una alerta para que se requiera una atención en la operación para darle solución con la finalidad de que no haya una falla crítica a futura.” (Rodriguez, 2017, p54).

2.3 Definición de términos bases

➤ **Ruido**

Es cualquier señal no deseada que se combina con la señal transmitida.

➤ **Atenuación**

Es la pérdida de potencia de una señal debido a la distancia.

➤ **Fibra Óptica**

Es un medio de transmisión que tiene un núcleo de vidrio o plástico que sirve para la transmisión de luz.

➤ **Amperio**

Es la unidad de intensidad de la corriente eléctrica.

➤ **Telurómetro**

Es un equipo que mide la resistencia de puesta a tierra.

➤ **Voltaje**

Es una magnitud física que expresa una diferencia de voltaje entre dos puntos expresado en voltios.

➤ **ROE**

Se le denomina así a la relación de ondas estacionarias, y a su vez se encuentra relacionada con los valores máximos y valores mínimos de tensión que se producen en las líneas de transmisión.

➤ **NOC de Entel**

Es el centro de control de la red que monitorea los servicios de la operadora Entel.

➤ **Site Master**

Dispositivo portátil analizador de espectros, cables y antenas que nos ayuda en las operaciones de instalación y mantenimiento.

➤ **Propagación**

Es el hecho de generar y dirigir ondas de radio (ondas electromagnéticas).

CAPITULO III: DESARROLLO DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

PROPUESTA DE PLAN DE MEJORA DEL MANTENIMIENTO A LAS ESTACIONES DE RADIOFRECUENCIA DEL SERVICIO DE TELEFONÍA CELULAR Y FIJA DE ENTEL PERÚ EN LA ZONA DE LIMA SUR

En este capítulo se desarrolla una descripción de la mejora del plan de mantenimiento que se encuentra orientado a realizar un riguroso mantenimiento preventivo para mantener en buen estado y en correcta funcionalidad los equipos que se encuentran en las instalaciones de Entel de las estaciones bases, así como el cumplimiento de los mantenimientos programados, disminuyendo las alarmas y/o averías futuras, a su vez haciendo cambios a los procesos de atención promoviendo una buena calidad de servicio hacia los usuarios (clientes).

En la siguiente tabla 2 observamos las averías que no cumplen el SLA –tiempo de solución máximo de 4 horas- del mes de enero a octubre del 2019, y con la mejora del plan de atención de mantenimientos preventivos de equipos se obtendrá una reducción de averías por las cuadrillas de mantenimiento teniendo los equipos los necesarios y el personal con las características técnicas profesionales para el cumplimiento de mantenimientos programados.

Además el personal de mantenimiento tendrá a cargo un grupo electrógeno y dispositivos electrónicos (rectificadores), jumpers, sensores y repuestos de aire acondicionado para atender las principales alarmas como corte de energía, avería de mayor jerarquía, y las siguientes averías como se muestra en la figura 27 logrando el incremento del cumplimiento del SLA (tiempo de atención de avería) en las estaciones de Lima Sur.

Averías atendidas que no cumplen el SLA de Enero a Octubre

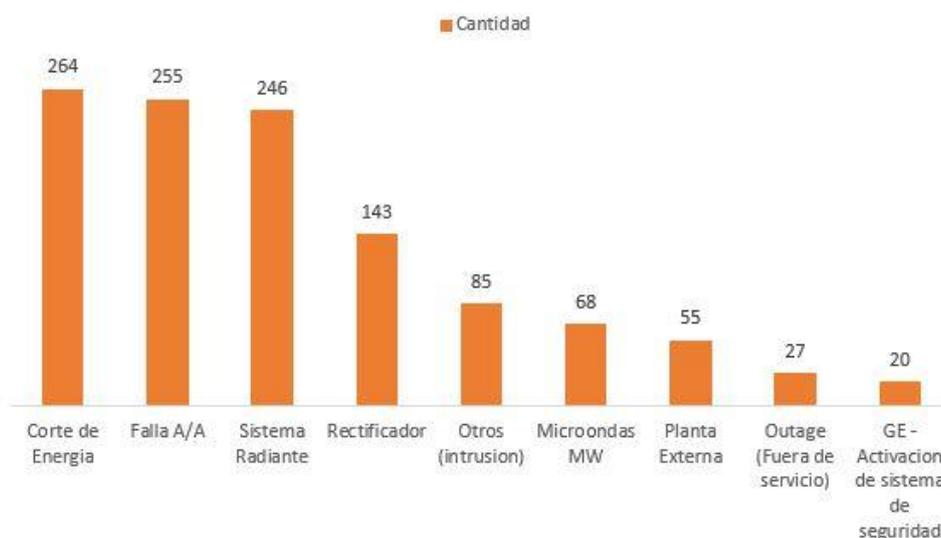


Figura 27: Averías atendidas que no cumplen el SLA.
Fuente: Elaboración propia

3.1 Modelo de solución propuesto

En la tabla 3 se puede observar la comparativa del mantenimiento preventivo que se viene ejecutando hoy en día y a su vez los beneficios con la mejora de la propuesta.

Tabla 3: Comparativa del mantenimiento preventivo y áreas.

Mantenimiento Preventivo	Mejora del mantenimiento preventivo
Personal de mantenimiento no capacitado.	Personal de mantenimiento capacitado para el proceso de mantenimiento y averías.
Personal de Call center con estudios sin afinidad en el área de telecomunicaciones.	Personal con estudios en el ámbito de telecomunicaciones.
Desorden en el proceso de mantenimiento programado.	Orden para procesar los mantenimientos programados.
Atención de averías y/o alarmas en caso de emergencia.	Atención de averías y/o alarmas con eficacia y rapidez.
Alarmas y/o averías recurrentes.	Alarmas y/o averías reducidas.
No cumplimiento de atenciones de averías.	Aumento del cumplimiento de atenciones de averías.
	Responsabilidad.
	Seguridad
	Mejora de atención en el proceso del mantenimiento preventivo y atención de averías.

Fuente: Elaboración propia

3.1.1 Plan de mantenimiento preventivo de equipos actual

En la figura 28 se muestra el plan de mantenimientos preventivos de equipos ejecutados día a día.

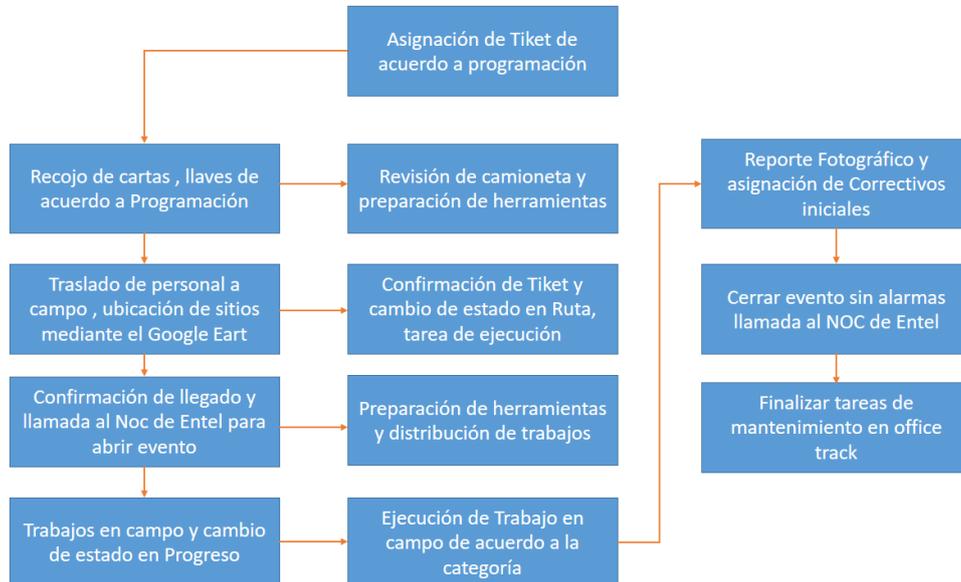


Figura 28: Diagrama de flujo de atención de mantto preventivo de equipos.
Fuente: Elaboración propia

3.1.1.1 Plan de mantenimiento preventivo de equipos.

I. Antiguo personal y áreas involucradas:

La importancia de tener el personal con las características requeridas para los puestos de cada área como mantenimiento, operación y supervisión que participa en la atención de mantenimiento y alarmas hace posible que se logre el buen trabajo en equipo.

Para el caso del Call center se requería como requisito experiencia en su entorno del área, por ello ellos aprendían las funciones del área de telecomunicaciones al pasar el tiempo.

En la siguiente tabla 4 se muestra las funciones de cada personal respecto a su área asignada.

Tabla 4: Personal y áreas involucradas en el plan de atención de alarmas y /o mantenimiento

Personal y Áreas	Principales Funciones
Noc Entel	<ol style="list-style-type: none"> 1. Visualiza gestor de alarmas y monitorea alarmas activas. 2. Generar tickets de atención por alarmas fuera del tiempo de monitoreo.
Call Center Telrad	<ol style="list-style-type: none"> 1. Recibe ticket de averías (alarmas). 2. Envía correos de accesos / cartas / llaves. 3. Actualiza cuadro de averías / mantenimiento 4. Destina un recurso (personal) para la atención de alarma.
Personal de Terreno Operación	<ol style="list-style-type: none"> 1. Recibe ticket de atención de averías. 2. Se desplaza al sitio para la atención de averías. 3. Soluciona la avería.
Personal de terreno de mantenimiento	<ol style="list-style-type: none"> 1. Recepción de cartas 2. Ejecución de trabajos de mantenimiento preventivo
Ingeniero O&M (Encargado)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Supervisa la Operación de la Red.

Fuente: Elaboración Propia

II. Procedimiento de plan de mantenimiento preventivo de equipos:

El procedimiento consiste desde que Entel encarga los sitios de mantenimiento preventivo de equipos a Telrad, entonces el supervisor de mantenimiento realiza la programación de los sitios y mediante los siguientes pasos vemos la ejecución de los trabajos:

1. Programación de los sitios de mantenimientos semanales.
2. Creación de mops por 3 días
3. Asignación de 3 cuadrillas conformadas por 2 personas cada uno.
4. Asignación de sitios diarios con las cuadrillas conformadas.
5. Envío de correo con sitios programados diarios para el Call center (encargado de accesos, cartas y llaves).
6. Cuadrilla encargada de Recoger cartas / accesorios.
7. Salida de personal hacia las estaciones.

8. Personal llega a la estación en caso no ingrese llama al supervisor para asignación de otra labor, en caso tenga acceso continuo al siguiente paso.
9. Ejecución de los trabajos.
10. Realizar las pruebas de alarmas con Noc Entel, en caso de tener observaciones, realiza los informes e indica al supervisor.
11. Finalizar los trabajos y debe de realizar los informes correspondientes.

A continuación, se muestra los pasos del mantenimiento preventivo de los equipos.

1. Equipos electrónicos. - Consiste en revisar los siguientes equipos:

- Rectificadores: Retiro y limpieza de rectificadores.
- RRUs: Limpieza de las RRUs.
- Antenas: Limpieza de las antenas.
- Gabinete de Tx: Limpieza del gabinete.

2. Banco de baterías. - Consiste en efectuar las acciones:

- Inspección visual de celdas, baterías, barras, pernos, borneras y cables.
- Pruebas de descarga y carga
- Medición de los voltajes de cada uno de los elementos y del conjunto del banco de baterías.
- Toma de lectura de la temperatura ambiente y la temperatura del borne negativo de cada elemento del banco de baterías.
- Limpieza del banco de baterías.
- Medición de impedancia de baterías, usando un equipo analizador de baterías en buen estado, con calibración vigente.
- Registro en formato de los voltajes e impedancias medidas.

3. Spat. - Consiste en efectuar las siguientes acciones solo en las estaciones de Entel.

- Medición de los valores con Telurómetro de puesta a tierra en caso mayor a 5 ohmios, se debe preparar la solución para reducir los valores.
 - verter agua si es posible con Sal en los pozos y enmallado
 - Chequear el ajuste en los conexionados de los terminales de los cables en las barras de tierra (IGB, EGB, MGB, pozos, mallas)

- Verter material conductivo a los pozos y mezclarlos con la tierra circundante a las barras de dichos pozos.

4. Tableros eléctricos: Consiste en efectuar las siguientes acciones:

- Limpieza tableros y equipos.
- Torque de barras, bornes y terminales de todo tipo.
- Verificación de circuitos auxiliares.
- Revisión de accionamientos mecánicos y bloqueos.
- Verificación de niveles de aislación con el Megómetro.
- Verificación de niveles de fluidos eléctricos en interruptores y transformadores.
- Prueba de estado de contactos principales y de ruptura.
- Resistencia de contacto.
- Calibración de protecciones primarias y secundarias.

Se tiene la siguiente tabla 5 de resistencia de aislamiento para tensión nominal y de prueba, con los valores óptimos:

Tabla 5: Valores De Medición de resistencia de aislamiento.

Tensión Nominal	Tensión de Prueba DC	Resistencia de Aislamiento (Mohms)
0-250V	500V	50
251-600V	500-1000V	100
601-5000V	2500V	1000
5001-15000V	2500V	5000
15001-25000V	5000V	20000
25001-35000V	15000V	100000

Fuente: Entel Perú

5. Grupo electrógeno: Consiste en los siguientes procedimientos:

- Cambio de filtro y aceite mediante la siguiente tabla 6, donde nos muestra el tiempo de cambio necesario.

Tabla 6: Cuadro De Cambios De Repuestos

REPUESTO	FRECUENCIA	
	GE de respaldo	GE dual
Filtro de aceite	250 horas	21 días
Cambio de aceite	250 horas	21 días
Filtro de petróleo	250 horas	21 días
Filtro de línea	2500 horas	7 meses
Faja de polea de ventilador	2500 horas	7 meses
Faja de sincronismo	2500 horas	7 meses
Filtro de aire	1000 horas	4 meses
Batería de arranque	24 meses	
Pre-filtro de petróleo	250 horas (CUMMINS)	MENSUAL (CUMMINS)

Fuente: Entel Perú

- Limpieza de tanque de combustible.
- Limpieza en general de residuos.

6. Aire acondicionado: Consiste en los siguientes procedimientos:

- Medición de Voltaje y Amperaje en el compresor, evaporador y condensador
- Limpieza en la infraestructura del aire acondicionado
- Medición de Temperatura

7. Limpieza General

- Limpieza de todas las áreas que corresponde a la estación.
- Recojo de residuos peligrosos y no peligrosos.
- Retiro de la estación.

3.1.2 Mejora del plan de mantenimiento preventivo de equipos.

En base al plan de mantenimiento preventivo de equipos visto en el punto

3.1.1. Las deficiencias que se vienen dando son las siguientes:

- Falta de capacitación al personal técnico.
- Control de campo, inspección y revisión de informes diarios.

Por ello es de suma importancia saber los procedimientos del plan adecuado de mantenimiento preventivo de equipos, ya que así el personal de terreno sabrá el alcance de una avería en paralelo a su trabajo programado.

El personal de terreno debe de estar capacitado en los sistemas de energía, transmisión y equipos de refrigeración.

Para el desarrollo de una mejora y actualización del plan de mantenimiento se requiere modificar la estructura del proceso, mediante la siguiente figura 29 podemos observar los cambios:

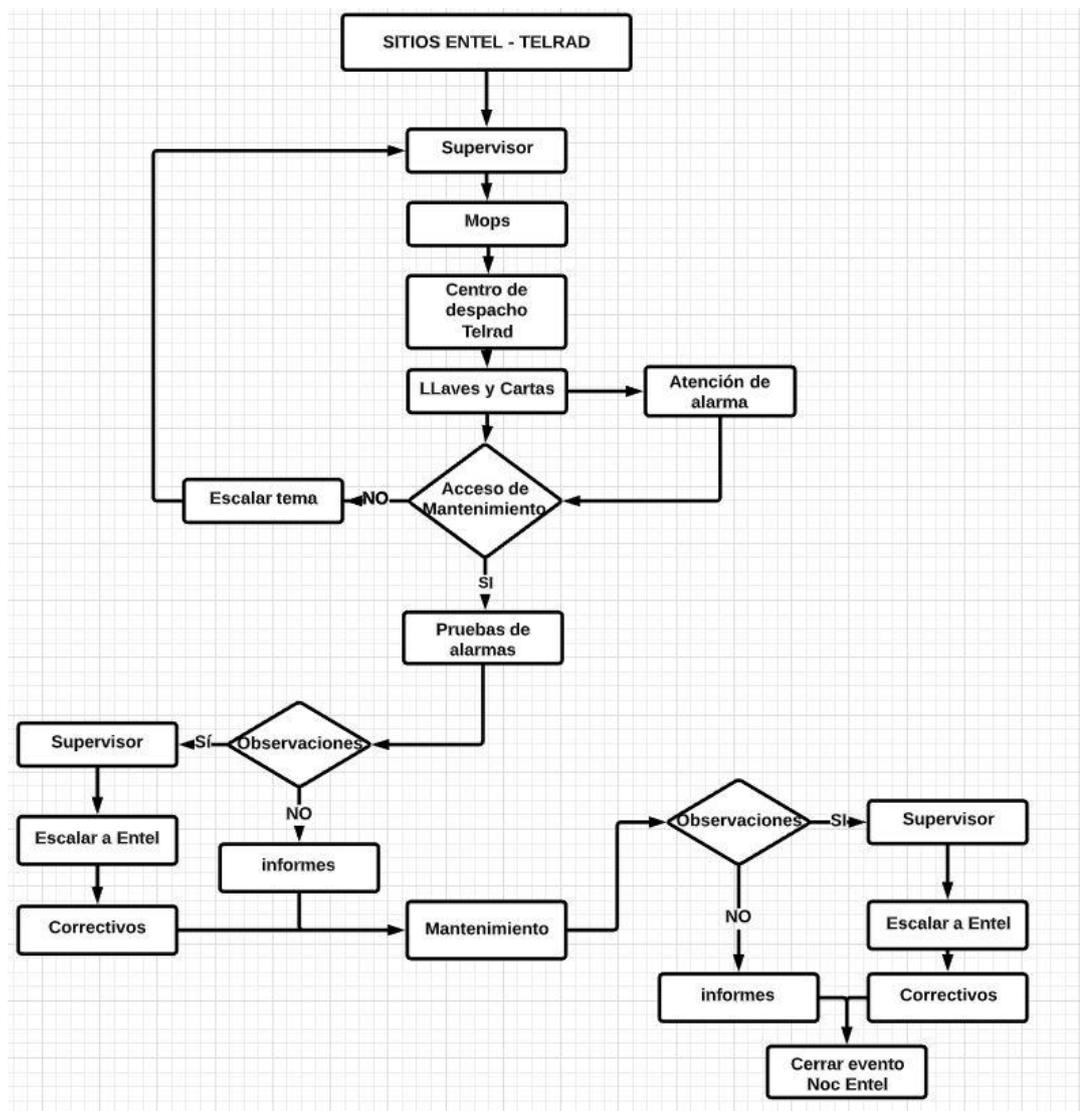


Figura 29: Diagrama de flujo básico de estructura del plan de mantenimiento por cuadrilla especializada.
Fuente: Elaboración propia

3.1.2.1 Personal del área involucrada del nuevo plan de mantenimiento:

Es de suma importancia mejorar las funciones y el perfil requerido para el seguimiento, como ejecución de trabajo.

Para ello el área de Telrad de Call Center tendrá como cambio a centro de despacho para ello estará capacitado y a la vez reunirá los requisitos necesarios para el puesto, con el fin de lograr un control de campo riguroso para los trabajos de mantenimiento.

Así mismo las cuadrillas de mantenimiento tendrán como integrante a 2 personas, la primera tendrá como cargo el sistema de energía y la segunda como sistema de transmisión, cabe decir que no solo centrarán en su campo, sino que también tendrán conocimiento de la otra área y viceversa.

En la siguiente tabla 7 se realizará las modificaciones sugeridas a las áreas correspondientes:

Tabla 7: Personal y/o áreas de la mejora del plan de mantenimiento preventivo de equipos.

Personal / Áreas	Funciones principales
Noc Entel Energía y Clima (Gestion de Alarmas)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Visualiza gestor de alarmas y monitorea alarmas activas relacionadas Energía y Clima. 2. Genera tickets de atención por alarmas fuera del tiempo de monitoreo.
Noc Entel Transmisiones (Gestion de Alarmas)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Visualiza gestor de alarmas y monitorea alarmas activas relacionadas a Transmisiones. 2. Genera tickets de atención por alarmas fuera del tiempo de monitoreo.
Noc Entel de Eventos (Trabajos programados)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Abrir evento en caso de emergencias. 2. Seguimiento a trabajos programados. 3. Cerrar evento
Centro de Despacho (Encargado de control de campo)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Recibe ticket de atención de alarma. 2. Envía correos de acceso. 3. Asignación de alarmas según especialidad. 4. Seguimiento a las cuadrillas de mantenimiento/trabajos programados. 5. Pruebas de alarmas. 6. Asignar reportes-OT por observaciones.
Personal de Terreno (Cuadrillas de Atención)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Recibe ticket de atención de alarma. 2. Se desplaza al sitio para la atención de alarma. 3. Soluciona la Alarma. 4. el centro de despacho si requiere atención de especialista.
Personal de Terreno Especialista (Cuadrillas de Atención)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Recibe ticket de atención de alarma 2. Se desplaza al sitio para la atención de alarma 3. Soluciona la Alarma 4. Reportar al centro de despacho si requiere intervención de Entel
Personal de Terreno Especialista Mantenimiento (Cuadrillas de Atención)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Recibe sitios asignados de mantenimiento. 2. Personal 1: Energía Personal 2: Transmisión 3. Se desplaza al sitio de mantenimiento. 4. Ejecución de trabajos. 5. Reportar al centro de despacho si requiere intervención de Entel
Supervisor (Encargado del trabajo programado)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Encargado de programar los trabajos de mantenimiento/trabajo programado. 2. Escalar problemas de acceso a Entel 3. Seguimiento de cuadrillas. 4. Seguimiento a los informes de los trabajos ejecutados.
Ingeniero O&M (Encargado de la Zona)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Supervisa la Operación de la Red. 2. Atención de manera remota de alarmas/sucesos. 3. Gestionar tickets de correctivos.

Fuente: Elaboración propia

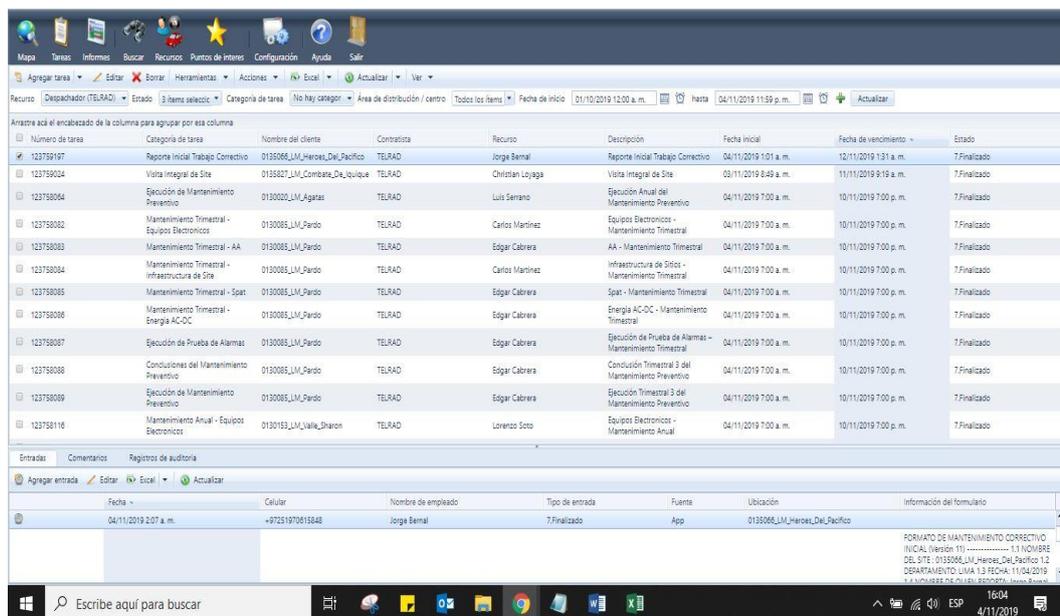
3.1.2.2 Capacitación de personal:

Para realizar las labores programadas se tendrá en consideración los siguientes pasos para la capacitación de personal de mantenimiento:

1. Realizar charla de seguridad los días lunes desde las 08:00 – 09:30
2. Realizar charla de personal de terreno para ejecutar los procesos correspondientes del trabajo, 08:00 – 08:30
3. Capacitación sabatina de información técnica de equipos de energía y tecnologías nuevas, equipos nuevos instalados o por instalar, AAs en el siguiente horario desde las 08:30 – 13:00
4. Examen mensual de conocimiento, a fin de que las capacitaciones se vienen efectuando de la manera correcta.

3.1.2.3 Método de seguimiento de los mantenimientos al Centro de Despacho:

Para lograr un óptimo control de seguimiento a los mantenimientos que se viene realizando día a día es necesario un Excel y además se está incorporando un sistema de seguimiento para los mantenimientos preventivos de equipos, este sistema usa el centro de despacho, Noc Entel y supervisor. En la siguiente figura 30 observamos el sistema del Officetrack, plataforma web que agenda las actividades a realizarse.



Número de tarea	Categoría de tarea	Nombre del cliente	Contratista	Recurso	Descripción	Fecha inicial	Fecha de vencimiento	Estado
123759197	Reporte Inicio Trabajo Correctivo	0135066_LM_Heroes_Del_Pacifico	TELRAD	Jorge Bernal	Reporte Inicial Trabajo Correctivo	04/11/2019 1:01 a. m.	12/11/2019 1:31 a. m.	7.Finalizado
123759204	Vista Integral de Site	0135827_LM_Combata_De_Louique	TELRAD	Christian Loyaga	Vista Integral de Site	03/11/2019 8:49 a. m.	11/11/2019 9:19 a. m.	7.Finalizado
123759204	Ejecución de Mantenimiento Preventivo	0130020_LM_Agatas	TELRAD	Luis Serrano	Ejecución Anual del Mantenimiento Preventivo	04/11/2019 7:00 a. m.	10/11/2019 7:00 p. m.	7.Finalizado
123759282	Mantenimiento Trimestral - Equipos Electronicos	0130085_LM_Pardo	TELRAD	Carlos Martinez	Equipos Electronicos - Mantenimiento Trimestral	04/11/2019 7:00 a. m.	10/11/2019 7:00 p. m.	7.Finalizado
123759283	Mantenimiento Trimestral - AA	0130085_LM_Pardo	TELRAD	Edgar Cabrera	AA - Mantenimiento Trimestral	04/11/2019 7:00 a. m.	10/11/2019 7:00 p. m.	7.Finalizado
123759284	Mantenimiento Trimestral - Infraestructura de Site	0130085_LM_Pardo	TELRAD	Carlos Martinez	Infraestructura de Site - Mantenimiento Trimestral	04/11/2019 7:00 a. m.	10/11/2019 7:00 p. m.	7.Finalizado
123759285	Mantenimiento Trimestral - Spat	0130085_LM_Pardo	TELRAD	Edgar Cabrera	Spat - Mantenimiento Trimestral	04/11/2019 7:00 a. m.	10/11/2019 7:00 p. m.	7.Finalizado
123759286	Mantenimiento Trimestral - Energia AC-OC	0130085_LM_Pardo	TELRAD	Edgar Cabrera	Energia AC-OC - Mantenimiento Trimestral	04/11/2019 7:00 a. m.	10/11/2019 7:00 p. m.	7.Finalizado
123759287	Ejecución de Prueba de Alarmas	0130085_LM_Pardo	TELRAD	Edgar Cabrera	Ejecución de Prueba de Alarmas - Mantenimiento Trimestral	04/11/2019 7:00 a. m.	10/11/2019 7:00 p. m.	7.Finalizado
123759288	Conclusiones del Mantenimiento Preventivo	0130085_LM_Pardo	TELRAD	Edgar Cabrera	Conclusión Trimestral 3 del Mantenimiento Preventivo	04/11/2019 7:00 a. m.	10/11/2019 7:00 p. m.	7.Finalizado
123759289	Ejecución de Mantenimiento Preventivo	0130085_LM_Pardo	TELRAD	Edgar Cabrera	Ejecución Trimestral 3 del Mantenimiento Preventivo	04/11/2019 7:00 a. m.	10/11/2019 7:00 p. m.	7.Finalizado
123758116	Mantenimiento Anual - Equipos Electronicos	0130163_LM_Valle_Sharon	TELRAD	Lorenzo Soto	Equipos Electronicos - Mantenimiento Anual	04/11/2019 7:00 a. m.	10/11/2019 7:00 p. m.	7.Finalizado

Figura 30: Interfaz Officetrack – Sistema de seguimiento.
Fuente: <http://latam.officetrack.com>

3.1.2.4 Mejora del plan de mantenimiento preventivo de equipos de Entel.

Es necesario tener una mejora en el plan de mantenimiento preventivo de equipos de las estaciones de Entel, por ello se ejecutará mediante los siguientes pasos:

1. Supervisor de mantenimiento.

- a. Asignar los sitios programados de manera semanal.
- b. Para los 2 primeros días se tendrá como prioridad los sitios que son propios de Entel y para los 3 días siguientes se tendrá los sitios coubicados, la finalidad de este paso es poder tener las facilidades de acceso.
- c. Envío de correo a Centro de despacho de lo programado.
- d. Creación de mops semanal, para lograr la ejecución de los trabajos.
- e. Asignación de 1 Grupo electrógeno portátil de 10 KW del stock del área de operación de reacción de averías, repuestos básicos de aire acondicionado, rectificadores y jumpers.
- f. Asignación de 1 canguro y llaves propias de Entel del distrito y distrito aledaño asignados a cada cuadrilla de mantenimiento.

2. Centro de despacho

- a. Recepción de correo del supervisor de mantenimiento.
- b. Gestionar los accesos de acuerdo a la solicitud.
- c. Preparar las llaves del distrito asignado de la cuadrilla.
- d. Aperturar evento de mantenimiento.
- e. En caso de alarmas de Cortes de energía, falla de aires acondicionados, sistema radiante, rectificador, intrusión dentro del distrito de cada cuadrilla de mantenimiento informará al supervisor de mantenimiento a fin de requerir la atención urgente. Personal de mantenimiento brindará solución a la avería, luego retornará a ejercer sus labores de mantenimiento.
- f. Realizar pruebas de alarmas.
- g. Asignar reportes correctivos u otras tareas solicitadas.

3. Plan de mantenimiento preventivo de equipos

Mediante la nueva propuesta del plan de mantenimiento de equipos, su finalidad reducir las atenciones y/o averías de las siguientes alarmas más resaltantes.

- Corte de Energia (Instalación de GEP)
- Falla A/A
- Sistema Radiante
- Rectificador
- Otros (intrusión)

Por ello el siguiente plan ayudará en el cumplimiento del SLA de Telrad, así como el cumplimiento de los mantenimientos programados.

A continuación, se muestra los pasos propuestos de mantenimiento preventivo de los equipos en el siguiente orden propuesto:

1. En caso de averías simultaneas en el mantenimiento programado

Se priorizará las siguientes alarmas:

- **Corte de Energia:**

Esta alarma se debe mayormente a la concesionaria ya que usualmente hay fallas en la red, otro problema es por trabajos de terceros que afecta en el sistema eléctrico ocasionando la falta de energía, mientras ello ocurre cada cuadrilla de mantenimiento tendrá en custodia un grupo electrógeno portátil de 10 KW que son capaces de proveer energía a la estación mientras se encuentre sin energía comercial, cabe decir que la cuadrilla instalará siempre y cuando se encuentre cercano a la zona. En la figura 31 observamos el grupo electrógeno.



Figura 31: Grupo electrógeno XG10000E
Fuente: Elaboración propia

- **Falla A/A**

Verificación y solución de AA, además el personal estará capacitado para poder realizar las siguientes revisiones con su respectiva atención.

1. Cambio de filtro por el tiempo, Relés, Breackers, capacitores, faja, contactares, arrancadores, timers.
2. Cambio de protectores de fase en caso de fallas
3. Realizar una recalibración y configuración del Aire Acondicionado.
4. Cambio completo del Aire Acondicionado y sus partes (Compresor, Evaporador, condensador).
5. Rebobinado del motor condensador, evaporador, compresor
6. Megado de motores.

- **Sistema Radiante**

En este tipo de averías se encuentra conformada por las siguientes alarmas (Problema de equipamiento, VSWR, RTWP, perdida de gestión ETH_LOS, problema de configuración, realineamiento de antena de MW).

Por ello el personal se encontrará capacitado para realizar los cambios necesarios como solución de estas averías.

- **Rectificador**

Alarma por problemas de suciedad o fallo del dispositivo que necesita cambio.

En esta avería el personal tendrá que hacer limpieza del polvo a los rectificadores como se muestra en la figura 32 ya que es la principal razón del fallo de los rectificadores, en caso de avería el personal tendrá como stock de rectificadores (Huawei, FlatPack) para el cambio requerido.



Figura 32: Limpieza de rectificador
Fuente: Elaboración propia

- **Otros (intrusión)**

Personal se dirigirá a la estación con la finalidad de saber si hay algún personal ajeno dentro de la estación con todas las precauciones de seguridad, en caso contrario realizará la búsqueda del sensor alarmado.

2. Pruebas de alarmas:

Realizar las pruebas de alarmas antes de iniciar los trabajos de mantenimiento, en caso de averías presentes informar al supervisor para realizar los cambios posibles mediante los dispositivos asignados como materiales a usar.

3. Equipos electrónicos: Consiste en los siguientes procedimientos:

- **Gabinete de Tx:** Limpieza del gabinete y medición de ROE en sitio a través de la BBU y utilizando el Sitemaster.

El **site master** es un dispositivo analizador portátil de espectros, cables y antenas como se muestra en la figura 33, que se encuentra destinado para ayudar en las operaciones de mantenimiento e instalación con frecuencia de 100 kHz a 4 GHz. A su vez nos ayuda a comprobar pérdidas de retorno, relación de onda estacionaria (ROE), pérdidas en el cable, distancia a fallo (DTF) y otros valores, realizando los descartes necesarios para saber si la falla es en la antena, RRUs o cable conectado.



Figura 33: Site master modelo S332E

Fuente: <https://www.anritsu.com/en-us/test-measurement/products/s362e>

En caso de presentar un ROE mayor a 1.25 se procederá a realizar los descartes si es antena, RRUs o el cambio del Jumper o realizar

una limpieza del conector con su respectivo vulcanizado que conecta la RRU hacia la antena dependiendo el puerto solicitado, logrando así reducir el ROE y a su vez reducir alarmas futuras de interferencia de señal a causa de esta.

Según el rango de Entel el ROE permitido no puede sobrepasar los 1.30 ya que produce pérdidas y puede dañar los amplificadores de potencia del transmisor.

- **Rectificadores:** Retiro, limpieza de rectificadores, en caso de que tenga avería se hará el cambio de rectificadores con su respectiva tarea solicitada a Entel.
- **RRUs:** Limpieza de las RRUs, anclajes.
- **Antenas:** Limpieza de las antenas, anclajes.

4. Banco de baterías: Consiste en los siguientes procedimientos:

- Desconexión de barras principales de salida de energía, de las barras dobles de conexión entre celdas, de las barras simples de conexión entre celdas.
- Limpieza de los bornes de las celdas con una brocha y/o un cepillo con agua destilada.
- Limpieza general de todo el cuerpo del banco de baterías.
- Interconexión del banco de baterías de manera inversa a la desconexión descrita en los pasos 1, 2 y 3, con un kit de conexión de baterías nuevo (barras y pernos con arandelas).
- Ajuste de los pernos con Torquimetro a 11.3 Newton-metro./ 22.6 Newton-Metro
- Aplicar grasa antioxidante conductora a todos los bornes y/o conexiones del banco.
- Conectar breacker de conexión del banco de baterías.
- Luego de 1 hora de carga, tomar nuevamente lecturas de voltajes celdas individuales.
- Hacer una prueba de descarga del banco de baterías por espacio de 30 minutos, para verificar respuesta del banco.

5. Spat: Consiste en los siguientes procedimientos:

- Inspeccionar las puestas a tierra, en caso falten componentes del sistema puesta a tierra, realizar informes correctivos para atenciones futuras.
- Uso del Telurómetro, es un aparato que nos ayuda a realizar la medición del valor del SPAT (resistencia de puesta a tierra) para comprobar su correcto funcionamiento siendo así el principal indicador del estado del mismo. A continuación, se observa en la figura 34.



Figura 34: Telurómetro 382252
Fuente: Elaboración propia

La medición de los valores con el **Telurómetro** de puesta a tierra no debe exceder a 5 ohmios, por ello se debe preparar la solución para reducir los valores.

- a. Hechar agua con sal en los pozos y enmallado.
- b. Inspeccionar el ajuste en los conexionados de los terminales de los cables en las barras de tierra (IGB, EGB, MGB, pozos, mallas)
- c. Verter material conductor a los pozos y mezclarlos con la tierra circundante a las barras de dichos pozos.

6. Tableros eléctricos: Consiste en los siguientes procedimientos:

Uso del Megómetro: Es un instrumento de mano diseñado principalmente para la medición de la resistencia de aislamiento, el equipo se muestra en la figura 35.



Figura 35: Foto de Megómetro Prasek PR-511
Fuente: Elaboración propia

- Limpieza de tableros y equipos.
- Torque de barras, bornes de potencia y terminales de todo tipo.
- Inspección de circuitos auxiliares (comando disparo).
- Inspección de accionamientos mecánicos y bloqueos.
- Inspección de niveles de aislación.
- Inspección de niveles de fluidos eléctricos y/o agregados en interruptores y transformadores.
- Inspección de estado de contactos principales y de ruptura.
- Resistencia de contacto.
- Calibración de protecciones primarias y secundarias.
- Verificación de cableado según la Norma ANSI / TIA /EIA. 568

En caso de observaciones de falta de componentes (breakers), el personal debe solicitar correctivos al centro de despacho para que el área correspondiente de cotización realice la solicitud, se tiene la siguiente tabla 8, con sus valores óptimos:

Tabla 8: Valores De Medición del Megómetro

Tensión Nominal	Tensión de Prueba DC	Resistencia de Aislamiento (Mohms)
0-250V	500V	50
251-600V	500-1000V	100
601-5000V	2500V	1000
5001-15000V	2500V	5000
15001-25000V	5000V	20000
25001-35000V	15000V	100000

Fuente: Entel Perú

7. Grupo electrógeno: Consiste en los siguientes procedimientos con cuadrilla especializada de GEE.

- Cambio de filtro y aceite de acuerdo a la siguiente tabla 9.

Tabla 9: Cuadro De Cambios De Repuestos

REPUESTO	FRECUENCIA	
	GE de respaldo	GE dual
Filtro de aceite	250 horas	21 días
Cambio de aceite	250 horas	21 días
Filtro de petróleo	250 horas	21 días
Filtro de línea	2500 horas	7 meses
Faja de polea de ventilador	2500 horas	7 meses
Faja de sincronismo	2500 horas	7 meses
Filtro de aire	1000 horas	4 meses
Batería de arranque	24 meses	
Pre-filtro de petróleo	250 horas (CUMMINS)	MENSUAL (CUMMINS)

Fuente: Entel Perú

- Limpieza de tanque de combustible.
- Limpieza en general de residuos.

8. Aire acondicionado: Consiste en lo siguiente:

- Medición de Voltaje y Amperaje en el compresor, evaporador y condensador.
- Limpieza y lavado en la infraestructura del aire acondicionado
- Medición de Temperatura:

En esta sección la temperatura óptima de las estaciones bases es 23°C, con la finalidad de tener los equipos refrigerados y no se genere sobrecalentamiento sobre los dispositivos electrónicos ocurriendo bloqueos de sistemas afectando la calidad de servicio.

9. Infraestructura

- Limpieza de todas las áreas que corresponde a la estación.
- Recojo de residuos peligrosos y no peligrosos.
- Presentar un documento a la propietaria de aceptación por el mantenimiento preventivo, de tal forma se tendrá constancia de satisfacción de cliente.
- En caso la torre o alguna parte presente corrosión, solicitar correctivos al centro de despacho para generar correctivos futuros.

3.2 Pruebas y resultados

3.2.1 Simulación y Resultado

Mediante los cambios presentados cada cuadrilla de mantenimiento obtendrá el conocimiento necesario para resolver y ejecutar cualquier atención de averías, así como la ejecución de sus mantenimientos programados gracias al aprendizaje de las capacitaciones.

Además, podemos deducir que al tener las llaves del distrito asignado por cada cuadrilla con las llaves de los distritos aledaños se cumplirá con los 90 mantenimientos programados mensuales de acuerdo al Project Manager del área de mantenimiento.

Se atenderá 2 alarmas por cada cuadrilla de mantenimiento comprendidas entre la semana (lunes a viernes), las 2 atenciones efectuadas se ejecutarán por contar con las llaves disponibles pertenecientes a las estaciones de Entel ya que son más factibles y accesibles para su atención, en los casos de alarmas provenientes de torreras (estaciones coubicados) su atención será realizada por el área del personal de reacción que son los encargados de brindar solución.

La mejora de plan de mantenimiento tendrá como objetivo incrementar la atención de averías de alarmas así como el cumplimiento de los mantenimientos programados mensuales. En los siguientes puntos se observa la estimación de los trabajos a ejecutar.

En la tabla 10 se estima las averías ejecutadas durante la semana por las cuadrillas de mantenimiento durante el mes.

Tabla 10: Cuadro de Atenciones por cuadrilla de mantenimiento

		Día	1 Semana (5 días)	1 Mes (4 semanas)	10 Meses
Turno	Team	Atenciones	Atenciones	Atenciones	Atenciones
Mañana	Cuadrilla 1	1	2	8	80
Mañana	Cuadrilla 2	1	2	8	80
Mañana	Cuadrilla 3	1	2	8	80
	Total	3	6	24	240

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 11, se estima que los 90 mantenimientos programados serán ejecutados durante el mes, teniendo un control y un mejor seguimiento por la plataforma del Officetrack.

Tabla 11: Cuadro de mantenimientos ejecutados mensualmente.

		Cantidad	Cantidad	Cantidad
Turno	Team	Mantenimiento diario	Mantenimiento Semanal (L-V)	Mantenimiento mensual
Mañana	Cuadrilla 1	2	10	30
Mañana	Cuadrilla 2	2	10	30
Mañana	Cuadrilla 3	2	10	30
	Total	3	30	90

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 12 se observa los datos recopilados de averías atendidas que no cumplen el SLA en la zona de Lima Sur, durante los meses de enero a octubre del 2019.

Tabla 12: Averías que no cumplen el tiempo de atención de alarmas

NO CUMPLE SLA		
Tipos de Alarmas	Cantidad	Porcentaje
Corte de Energia	264	23%
Falla A/A	255	22%
Sistema Radiante	246	21%
Rectificador	143	12%
Otros (intrusión)	85	7%
Microondas MW	69	6%
Planta Externa	55	5%
Outage (Fuera de servicio)	27	2%
GE - Activación de sistema de seguridad	20	2%
TOTAL GENERAL	1164	100%

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 13, se observa las alarmas con mayores prioridades, estas representan más del 80% de averías que no cumplen el tiempo de atención de alarmas en el transcurso de los meses de enero a octubre del 2019:

Tabla 13: Cuadro De Prioridades De Averías

NO CUMPLE SLA		
Tipos de Alarmas	Cantidad	Porcentaje
Corte de Energia	264	27%
Falla A/A	255	26%
Sistema Radiante	246	25%
Rectificador	143	14%
Otros (intrusión)	85	9%
TOTAL GENERAL	993	100%

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 14 se pronostica atender 240 alarmas y/o averías representadas de acuerdo a la tabla 9 durante los primeros 10 meses del año 2020, por ello nuestro SLA de no cumplimiento se reflejará de la siguiente manera:

Tabla 14: Cumplimiento estimado de tiempo de atención de averías por mejora del plan de mantenimiento

Tipos de Alarmas	NO CUMPLE SLA	
	Cantidad	Cantidad con mejora del plan de mantto preventivo
Corte de Energia	264	64
Falla A/A	255	62
Sistema Radiante	246	59
Rectificador	143	35
Otros (intrusión)	85	20
TOTAL GENERAL	993	240

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a la tabla 15, nos muestra una estimación de atención de averías durante enero a octubre del 2020, dentro de estos datos se observa la cantidad total de alarmas o averías atendidas como también el cumplimiento y el no cumplimiento de estas mismas.

Tabla 15: Datos estimados de atención de averías Enero 2020 – Octubre 2020

Tipo de Alarma	Desplazamiento	
Cumplimiento de atención de averías?	SI	Total general
NO	924	924
Corte de Energia	200	200
Falla A/A	193	193
GE - Activación de sistema de seguridad	20	20
Microondas MW	69	69
Otros (intrusión)	65	65
Outage (Fuera de servicio)	27	27
Planta Externa	55	55
Rectificador	108	108
Sistema Radiante	187	187
SI	1593	1593
Corte de Energia	795	795
Falla A/A	261	261
GE - Activación de sistema de seguridad	13	13
Microondas MW	15	15
Otros (intrusión)	96	96
Outage (Fuera de servicio)	17	17
Planta Externa	14	14
Rectificador	168	168
Sistema Radiante	214	214
Total general	2517	2517

Fuente: Elaboración Propia

Puesta en marcha las capacitaciones, uso del Officetrack, mejora del plan de mantenimiento, el porcentaje del cumplimiento del SLA de atención de alarmas y el cumplimiento de los mantenimientos preventivos durante los meses de enero a octubre del 2020 tendrá un comportamiento positivo respecto al tiempo. Como se muestra en la tabla 16 y la figura 36 que muestra el SLA en incremento.

Tabla 16: Cuadro de cumplimiento y no cumplimiento estimado de atención de averías.

Averías totales atendidas	2517		
Cumplimiento del SLA	Alarmas y/o Averías	Plan actual de mantenimiento preventivo (%)	Nueva propuesta de plan de mantenimiento preventivo (%)
Cumplen SLA	1353	53.8%	63.3%
No cumple SLA	1164	46.2%	36.7%

Fuente: Elaboración Propia

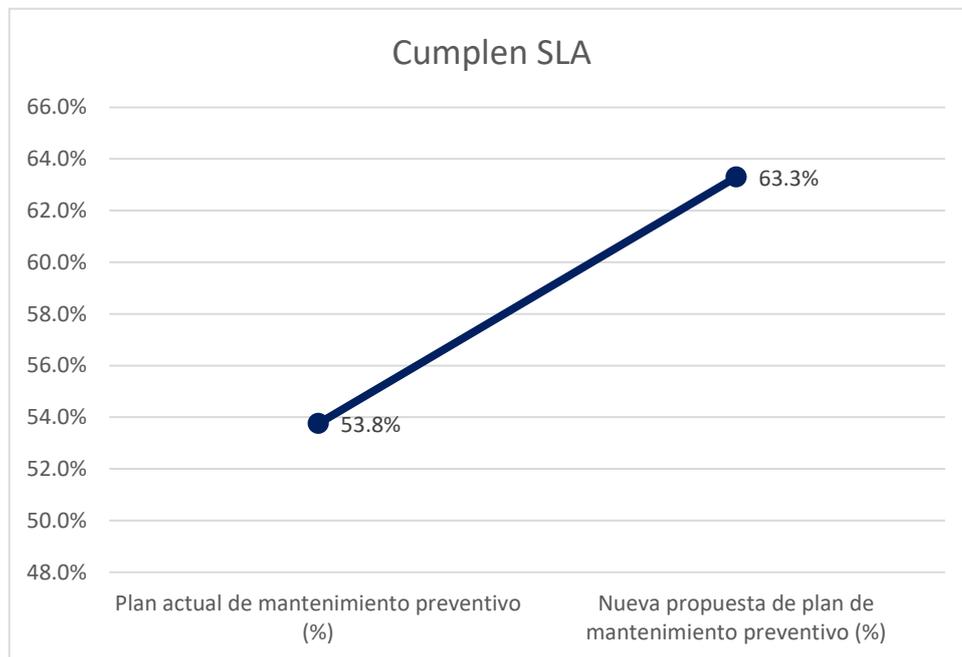


Figura 36: Estimación del cumplimiento del atención de averías
Fuente: Elaboración Propia

Además, como resultado la empresa Telrad Perú S.A. está evaluando mi propuesta presentada hacia la empresa que tiene como objetivo mejorar y cumplir con la calidad de servicio hacia los usuarios, la constancia se observa en la figura 37 a continuación.

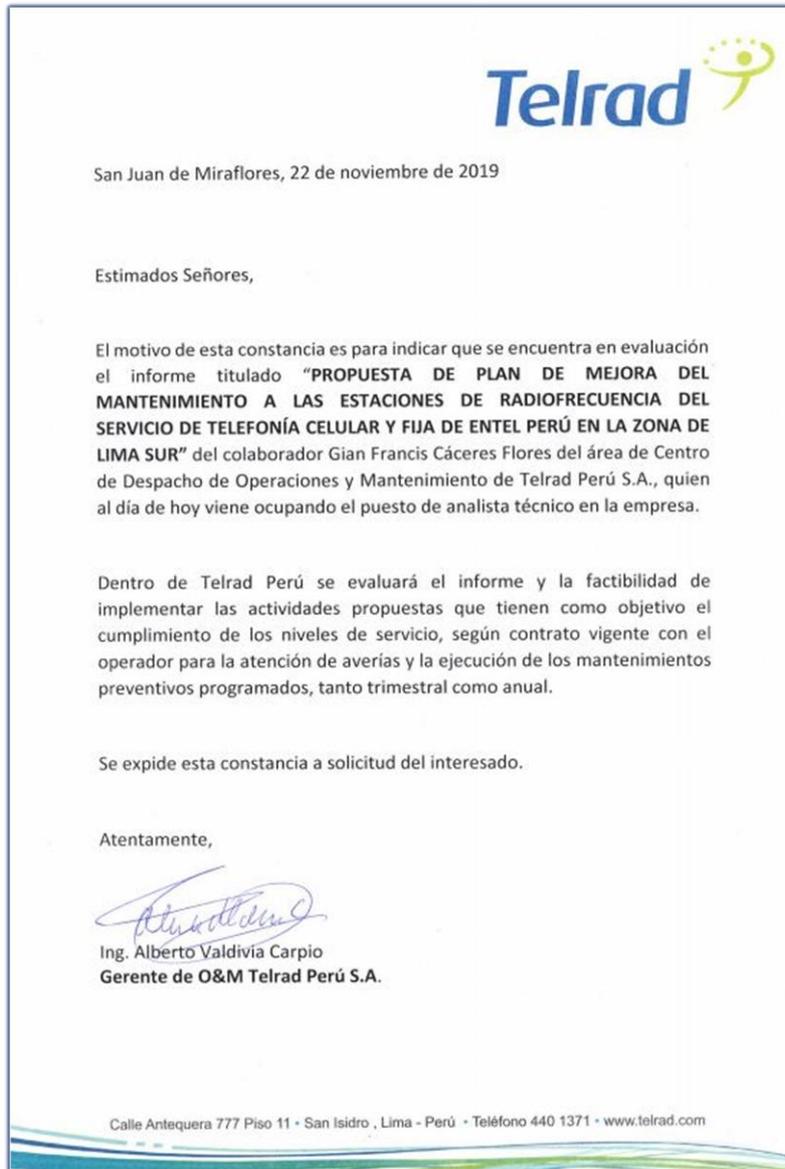


Figura 37: Constancia de evaluación
Fuente: Telrad Perú S.A.

CONCLUSIONES

- Es factible optimizar el plan de mantenimiento preventivo de los equipos de las estaciones bases de radiofrecuencia en la ciudad de Lima Sur para lograr una mejor calidad de servicio a los usuarios.
- Se confirma que son muy importantes las capacitaciones en los sistemas de energía, sistema de aire acondicionado, sistema radiante por su mayor impacto en la generación de averías según los cuadros mostrados en la tabla estadísticas para mejoras en los diferentes tipos, marcas o tecnologías que se actualizan con el transcurrir del tiempo, logrando un incremento del cumplimiento de atención de averías al 63.3%
- Con nuestra propuesta de considerar un grupo electrógeno en cada cuadrilla de mantenimiento se consigue la atención inmediata a las averías de cortes de energía que son las más importantes, evitando que se bloqueen servicios de señal de la operadora de Entel afectando a las estaciones bases nuevas y antiguos comprendidos en la zona de Lima Sur.
- Mejoraremos el seguimiento de las cuadrillas asignadas al mantenimiento preventivo con la asignación y el control de la plataforma Officetrack sistema incorporado de Entel, así el supervisor de mantenimiento podrá revisar los informes de mantenimientos realizados al día y verificar con los problemas reportados a ellos mismo como al centro de despacho.

RECOMENDACIONES

- Tener los equipos o dispositivos, materiales de mantenimiento por categoría, para que el personal tenga un buen manejo.
- Es recomendable tener un personal óptimo con las características necesarias para cada área teniendo el perfil respecto a las áreas de ingeniería electrónica, telecomunicaciones, mecánica y eléctrica.
- Es recomendable tener reuniones con el personal de campo para realizar trabajos de relajación y aceptación entre todos, para lograr un buen entorno laboral.
- Se recomienda que el personal de campo utilice todos sus equipos de Protección Personal (EPP's), a fin de no tener problemas en los trabajos.
- Se recomienda contar con un software o sistema web para el control de llaves que requiera terceras personas como personal interno.

BIBLIOGRAFIA

- ❖ Casanova, A., Zamanillo, J. y Pérez, C. (2007): *Sistema de telecomunicaciones*. Santander: Servicio de publicaciones de la Universidad de Cantabria
- ❖ Del Río, E. (2018): *Sistemas de telefonía fija y móvil*. Madrid: Ediciones Paraninfo, SA
- ❖ Enríquez, G. (2012): *Diseño de sistemas eléctricos*. México: Limusa
- ❖ Hernández, E. (2009): *Fundamentos de aire acondicionado y refrigeración*. México: Limusa
- ❖ Huidobro, J. (2014): *Comunicaciones Móviles. Sistemas GSM, UMTS y LTE*. Madrid: Editorial RA-MA
- ❖ Sallent, O., Valenzuela, J. y Agustí, R. (2003): *Principios de comunicaciones móviles*. Barcelona: Ediciones UPC
- ❖ Sauter, M. (2017): *From GSM to LTE-ADVANCED PRO and 5G An Introduction to Mobile Networks and Mobile Broadband*. Reino Unido: John Wiley & Sons
- ❖ William, C., William M., (2000): *Tecnología de la refrigeración y aire acondicionado, Refrigeración Comercial II*. Editorial Paraninfo
- ❖ Zetina, A. (2004): *Electrónica Básica*. México: Editorial Limusa, S.A.

ANEXOS

ANEXO 1:

PROCEDIMIENTO DEL SISTEMA A REALIZAR Y MATERIALES

a) Escalamiento / Organigrama:

Gerencia de Aseguramiento de Calidad y NOC					
Tiempo de Escalamiento	Nivel		NOC		
			Transporte y Acceso NOC		
<10	Ingenieros	1er Nivel	Ingenieros NOC Nodos&Tx NOC.Nodos-TX@entel.pe Móvil 1: 933007351 Móvil 2: 933007395 Anexo 5045	Ingenieros NOC Energía&Clima noc.energia-clima@entel.pe Móvil 1: 934602407 Móvil 2: 934602239	Registro de Ingresos a Sitios por Trabajos Programados Móvil 1: 933007375 Móvil 2: 933007385 Móvil 3: 955410924
<15	Coordinadores	2do Nivel	Coordinadores Tier II ON CALL: 922103336		
			Luis Cuya luis.cuya@entel.pe Móvil: 978219618	Luis Paredes luis.paredes@entel.pe Móvil: 947357110	Jorge Martínez jorge.martinez@entel.pe Móvil: 983404926
<20	Supervisión	3er Nivel	Luis Carpio luis.carpio@entel.pe Móvil: 978219165 Anexo 5082		
<45	Jefatura	4to Nivel	Rafael Angulo rafael.angulo@entel.pe Móvil: 960129086 Anexo 5284		
<60	Gerencia	5to Nivel	Luis La Torre luis.latorre@entel.pe Móvil: 998102216 Anexo 5252		

b) Seguimiento de Atención:

Estado	Encargado	Acción
1. Solicitado	Noc Entel (EN-TX) Encargado de mantenimiento Entel	Envía Tarea a Telrad Perú S.A.
2. Asignado	Centro de Despacho Telrad	Asigna tarea a Personal de reacción o mantenimiento.
3. Confirmado	Personal de terreno reacción o mantenimiento.	Personal de terreno visualiza detalle de la tarea
4. En Ruta	Personal de terreno reacción o mantenimiento.	Personal de terreno está camino a la atención de la tarea
5. En Llegado	Personal de terreno reacción o mantenimiento.	Personal de terreno llegó al sitio
6. En Progreso	Personal de terreno reacción o mantenimiento.	Personal de terreno inicia la ejecución de la tarea
7. Envío de Formulario	Personal de terreno reacción o mantenimiento.)	Personal de terreno envía informe de la atención
8. Finalizado	Personal de terreno reacción o mantenimiento.)	Personal de terreno finalizó la atención de tarea
9. Validado	Supervisor	Supervisor valida tarea realizada.
10. Suspendido	Centro de despacho	Personal de terreno solicita suspensión y centro de despacho suspende tarea
11. Cancelado	Supervisor / Centro de despacho / Noc Entel	No requiere atención de tarea

c) Protección para personal según Entel:

Item	Protección	Equipo	Especificaciones
1	Cabeza	Casco de seguridad	Con peso no mayor a 300 g. ; de material dieléctrico, con barbiquejo de seguridad, con Sistema ajuste al diámetro de la cabeza tipo ratchet y canales de ventilación, deseables
2	Ojo	Gafas de Seguridad con protección lateral	Para para protección de partículas, polvo y posible arco eléctrico producido por corto circuito.
3	Mano	Guantes de cuero	Para trabajos impliquen cortes, golpes.
4	Mano	Guantes dieléctricos	Para trabajos con energía eléctrica AC/DC
5	Pie	Calzado de seguridad	De características robustas con suela antideslizante y no conductora.
6	Audición	Tapón de oído	Para exposición a ruidos originados por Grupo Electrógeno Estacionario de gran capacidad u otros, por periodos prolongados.
7	Respiración	Máscara contra polvo/ácido	Mascara doble via con filtro de proteccion de partículas de polvo/ácido o elementos metalicos como el asbesto.
8	Sistemas de protección contra caídas	Arnés	Kit completo compuesto por Línea de posicionamiento y Conector doble con absorbedor de choque. Con resistencia de 2,500 Kg.
9	Sistemas de protección contra caídas	Salva caídas Troll o arrestador	De Material de Acero al carbono o acero inoxidable. Con resistencia de 2,500 Kg.
10	Vestimenta	Chaleco reflectante	Para identificación en zona de trabajo d)
11	Vestimenta	Ropa de trabajo	Ropa de protección para trabajos en terreno (pantalón y camisa)
12	Vestimenta	Buzo térmico	Para identificación en zona de trabajo y protección de bajas temperaturas.
13	Sistemas de protección contra caídas	Cabos de vida	Para aseguramiento en desplazamiento en zona de trabajo en altura

e) Equipamiento de trabajo del personal:

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad
1	Aceitera	unid	1
2	Alicates de presión y de punta	juego	1
3	Alicates (de corte y Universal)	juego	2
4	Aplicador de Silicona	unid	1
5	Arco de Sierra, mediano y grande	juego	1
6	Baldes de plástico, mediano y grande	juego	1
7	Brochas 1", 2" y 4"	juego	2
8	Cizalla pequeña, corta cables Marca 3M	unid	1
9	Comba de goma	unid	1
10	Cutter con repuestos	unid	1

11	Juego de dados (con Ratche con encaste de 1/2") de 6mm a 25mm.	juego	1
12	Juego de dados (con Ratche con encaste de 1/2") de 1/4 a 1"	juego	1
13	Desarmadores estrella. P-M-G y perillero	juego	2
14	Desarmadores planos, P-M-G y perillero	juego	2
15	Desarmadores Thor, 15, 20, 25 y 30 mm.	juego	1
16	Engrasadora (1/2 Kg.)	unid	1
17	Escalera de aluminio de 10 pasos (Tipo tijera)	unid	1
18	Escalera de aluminio de 5 pasos (Tipo tijera)	unid	1
19	Espátulas grande y pequeña (de 2" y 3")	juego	1
20	Extensión de DC, con cocodrilos (ganchos para conexión a baterías)	unid	1
21	Extensión eléctrica de 20 m. (cable vulcanizado 12 AWG , con tomacorriente triple)	unid	1
22	Limas (plana, redonda y media caña)	juego	1
23	Linterna de mano	unid	2
24	Linterna de cabeza (tipo minero)	unid	2
25	Llave de vaso de 1/4 "	unid	1
26	Llave de vaso de 5/16 "	unid	1
27	Llave francesa de 12"	unid	1
28	Llave francesa de 4"	unid	1
29	Llave francesa de 8"	unid	1
30	Llave Stilson de 12"	unid	1
31	Llave Stilson de 8"	unid	1
32	Llaves Allen (de 2 a 12 mm)	juego	1
33	Llaves Allen de (1/8 a 1/2")	juego	1
34	Llaves mixtas, boca-corona (de 6 a 26 mm)	juego	1
35	Llaves mixtas, boca-corona (de 1/8 a 1 1/4")	juego	1
36	Kit manómetro (incluye 2 manómetros, llaves de paso y tres mangueras)	juego	1
37	Martillo mecánico (de bola en el extremo)	unid	1
38	Extractor de filtros de aceite y petróleo (faja de 3 " de ancho)	unid	1
39	Prensa terminales, para terminales pequeños de cable automotriz, para cables 10 a 22 AWG	unid	1
40	Cinta métrica de tela de 25 o 50 m.	unid	1
41	Wincha metálica de 5 m.	unid	1
42	Caja de Herramientas	unid	1
43	Megómetro analógico de 500 V	unid	1
44	Crimpeadora para cable RG-8	unid	1
45	Crimpeadora para conector RJ-45 CAT 5 / CAT 6	unid	1
46	Ponchador para regleta KRONE	unid	1
47	Torquímetro hasta 18 Nw-m	unid	1
48	Machete para cortar malezas.	unid	1
49	Pico	unid	1
50	Lampa	unid	1
51	Cadena para llantas	unid	2
52	Multímetro digital, Marca Fluke	unid	1

53	Pinza Amperimétrica AC –DC, Marca Fluke	unid	1
54	Cámara fotográfica digital	unid	1
55	Fasímetro	unid	1
56	Probador de cable UTP	unid	1
57	Laptop i5 o superior	unid	1
58	Telurómetro(*)	unid	1
59	Termómetro digital	unid	1
60	Analizador MIDTRONIC (*)	unid	1
61	Rotuladora (etiquetadora) + cinta	unid	1
62	Hidrolavadora	unid	1
63	Grupo Generador Portátil	unid	1
64	Soplador para limpieza de equipos (retiro de polvo de equipos)	unid	1
65	Aspiradora para limpieza de equipos (tipo industrial)	unid	1
66	Teléfono celular Smartphone 5" o superior con plan Entel de voz y de datos por cada Operador de Terreno	unid	1
67	Línea celular Movistar con plan de voz y datos (teléfono de contingencia) por grupo (**)	unid	1
68	Línea celular Claro con plan de voz y datos (teléfono de contingencia) por grupo(**)	unid	1
69	Línea celular Bitel con plan de voz y datos (teléfono de contingencia) por grupo(**)	unid	1
70	Jumper RG 6 (TNC- MACHO y N-MACHO) de 5m	unid	1
71	Jumper FO monomódo LC-LC de 20m	unid	2
72	Cables UTP directos y cruzados (1.5m) para conexión a equipos electrónicos	unid	1
73	Cuerda o soga (de 50 a 200m)	unid	1
74	Cable de consola para conexión a equipos CISCO/HUAWEI.	unid	1
75	Crimpeadora para cable RG-6	unid	1
76	Brújula brunton	unid	1
77	Power bank 1 - 10000mA por técnico	unid	1

f) Lista de materiales del personal de Entel:

Ítem	Elemento	Unidad	Cantidad
1	Bolsa de lona (para subir torre)	unid	1
2	Embudo grande de plástico o aluminio	unid	1
3	Escoba simple	unid	1
4	Escobillas de fierro pequeña y grande	juego	1
5	Escobillón de limpiar (con final en curva)	unid	1
6	Manguera de 3/4 "	metro	30
7	Tanque portátil para almacenamiento de residuos líquidos (20Gln)	unid	1

8	balde con tapa para almacenamiento de residuos sólidos (8Gln)	unid	1
9	Cable UTP<= 10m CAT 6 (color azul)	unid	1
10	Cable UTP<= 10m CAT 5 (color azul)	unid	1
11	conector + capucha (azul) RJ-45 para CAT 5E	unid	2
12	conector + capucha (azul) para CAT 6	unid	2
13	Amarras plásticas o Cintillos con filtro UV (tamaño 30cm)	Paquete	1
14	Conectores N macho recto para cable coaxial RG 6 entrada ODU	unid	2
15	Conectores N macho acodado para cable coaxial RG 6 entrada ODU	unid	2
16	Conectores TNC macho acodado para cable coaxial RG6 entrada ODU	unid	2
17	Alcohol isopropílico	lt	1
18	Guaípe y paños para limpieza	unid	5
19	Detergente para lavado de A/A (condensador evaporador)	unid	1
20	Bidón de plástico para transporte de combustible 50 Galones	unid	1
21	Bidón de agua para mantención A/A y Limpieza 20 Galones	unid	1
22	Cinta aislante (marca 3m)	unid	2
23	Limpia contacto	unid	1
24	Cinta vulcanizante (marca 3m)	unid	1
25	Cinta termo retráctil (marca 3m)	unid	1
26	Antídoto para picaduras de serpiente, para la zona selva.	unid	1
27	Silicona (marca sika)	unid	1
28	Sicaflex (marca sika) para sellado de pasa muros, tubos conduit, mimetizados	unid	1
29	Bolsas de basura negra (75L)	Paquete	1
30	Terminales de conexión eléctrica.	unid	3
31	Sensores de contacto seco.	unid	3
32	Solventes de limpieza (galonera)	unid	1
33	Candados convencionales	unid	2

34	Grasa conductiva	Kg	1
35	Jebe para puertas (hermetizado de sala)	m	2
36	Grasa grafitada (protección de óxido de estructuras metálicas y soportes de antenas)	kg	1
37	Fusibles (GENERADOR GEE)	unid	3
38	Relés (GENERADOR GEE)	unid	3
39	Base de Relés (GENERADOR GEE)	unid	3
40	Borneras (GENERADOR GEE)	unid	4
41	Refrigerante (MOTOR GEE)	GLN	1
42	Abrazaderas (MOTOR GEE)	unid	4
43	Terminales de cobre para batería (MOTOR GEE)	unid	4
44	Mangueras <=5m (TANQUE DE COMBSUTIBLE)	unid	1
45	Capacitor 5 microfaradios (AA)	unid	2
46	Capacitor 10 microfaradios (AA)	unid	2
47	Recarga Refrigerante R22 (AA) - botella	Kg	4
48	Recarga Refrigerante R134 A (AA)- botella	Kg	4
49	Recarga Refrigerante R407 (AA)- botella	Kg	4
50	Recarga Refrigerante R141 (AA)- botella	Kg	4
51	Aceite Suniso (AIRES ACONDICIONADOS)	GLN	1
52	Tuerca de Bronce 3/8" (AIRES ACONDICIONADOS)	unid	2
53	Spray anticorrosivo galvanizado en frio	unid	1
54	Paños de limpieza de fibra (Modelo F1-6705 - Marca FIS) (PARA FO) (*)	unid	2
55	Paños pre-saturados (Modelo F1-1010 - Marca FIS) (PARA FO) (*)	unid	20

ANEXO 2:

DATASHEET DE DISPOSITIVOS DE MANTENIMIENTO

a. GENERADOR PORTÁTIL DE LA SERIE XG 10000E DE GENERAC

XG10000E

GENERAC®

XG SERIES

Commercial/Residential Portable Generators

XG10000E

Model 5802-2 UPC: 696471058024
(EPA/49-State)

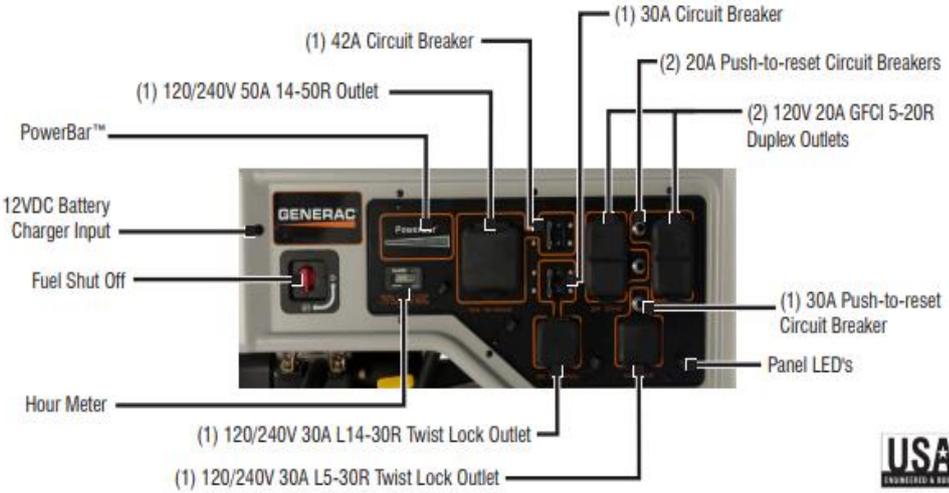
Features

- **Generac's OHVI® Engine** incorporates full pressure lubrication with spin-on automotive style oil filter for longer engine life.
- **Covered Outlets** provide protection from the environment and rugged working conditions.
- **Low-Oil Pressure Shutdown** automatically safeguards engine from damage.
- **PowerBar™** monitors power usage.
- **Hour meter** with maintenance resets tracks usage.
- **Heavy-duty, never flat wheels** for reliable portability.
- **Illuminated control panel** for improved visibility.
- **Full-wrap, heavy-duty frame tubing** for durability and strength.
- **User-friendly design** has conveniently placed engine controls for simple operation and easy start-up.



AC Rated Output Running Watts 10000
AC Maximum Output Starting Watts 12500

49-State Control Panel





XG10000E

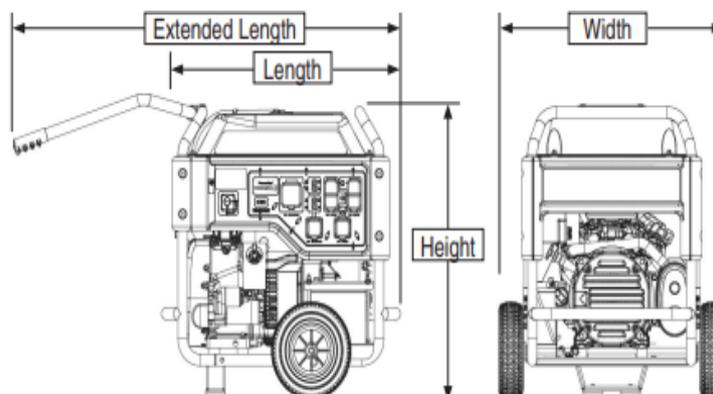
Specifications

Product Series	XG10000E
Model (Configuration)	5802-2 (EPA/49-State)
AC Rated Output Running Watts	10000
AC Maximum Output Starting Watts	12500
Rated AC Voltage	120/240 VAC
Rated AC Frequency	60 Hz
Rated 120/240 VAC Amperage	83.3/41.7
Engine Displacement	530cc
Engine Type	O/HV
Engine RPM	3600
Recommended Oil	10W-30 / SAE 30
Lubrication Method	Oil Pump
Automatic Voltage Regulation (AVR)	Yes
Choke Location	On Engine
Fuel Shut Off	On Control Panel
Starting Method	Electric
Battery	Yes
Battery Type	12VDC
Battery Wall Charger Adapter	Included
Low Oil Shutdown	Low Pressure
Neutral Bonded to Ground	Yes

Start Switch Type	On/Off/Start
Switch Location	On Engine
Fuel Gauge	Built-in Tank
Fuel Tank Capacity Gal (Ltrs)	10 (38)
Run Time at 50% (Hours)	10
Handle Style	Folding Interlocked
Wheel Type	10" Semi-Solid Wheels
Maintenance Kit	Included
Warranty- Residential	2 Year
Warranty- Commercial	1 Year

Dimensions and Weights

Length in (mm)	30 (762)
Width in (mm)	29.5 (749)
Height in (mm)	31 (787)
Extended Length in (mm)	50 (1270)
Carton Length in (mm)	34 (864)
Carton Width in (mm)	25.5 (641)
Carton Height in (mm)	33 (838)
Unit Weight lbs (kg)	300 (136)
Shipping Weight lbs (kg)	324 (147)



Generac Power Systems, Inc. • P.O. Box 8, Waukesha, WI 53187 • generac.com

©2013 Generac Power Systems, Inc. All rights reserved. All specifications are subject to change without notice. Bulletin 0196470-A / Printed in U.S.A. 09/19/13

b. ANRITSU SITE MASTER

Anritsu Site Master S332E Specs
 Provided by www.AAATesters.com

Anritsu

Product Brochure

Site Master™

Compact Handheld Cable & Antenna Analyzer
 with Spectrum Analyzer

S331E	S332E	S361E	S362E	
2 MHz to 4 GHz	2 MHz to 4 GHz 100 kHz to 4 GHz	2 MHz to 6 GHz	2 MHz to 6 GHz 100 kHz to 6 GHz	Cable & Antenna Analyzer Spectrum Analyzer

The image shows the Anritsu Site Master S332E handheld device. The screen displays a spectrum analyzer interface with multiple traces and measurement data. The keypad on the right includes a numeric keypad, function keys, and a large rotary knob. The device is shown against a blue background with a silhouette of a person in the background.

Designed for the Field



ALL CONNECTORS ARE CONVENIENTLY LOCATED ON THE TOP PANEL, LEAVING THE SIDES CLEAR FOR HANDHELD USE.



Master Cable & Antenna Analysis, Anywhere, Anytime

The majority of the problems you find at a typical cell site are caused by problematic cables, pinched cables, corroded connectors, antennas, lightning strikes, rain getting into cables, and bullet holes. Degraded cable systems and badly positioned antennas affect overall system coverage and eventually result in dropped calls. Site Master's FDR-based return loss and DTF measurements can pinpoint an antenna problem from ground level in a few seconds, enabling Site Master to identify small problems before they become big problems.



RETURN LOSS / VSWR

Use the Site Master to make return loss and VSWR and verify that the cable and antenna system conforms to performance specifications.

CABLE LOSS

Cable Loss metrics measure the level of insertion loss within the cable feedline system. This measurement can be verified prior to deployment, when you have access to both ends. Site Master automatically calculates the average cable loss.

Return Loss/VSWR

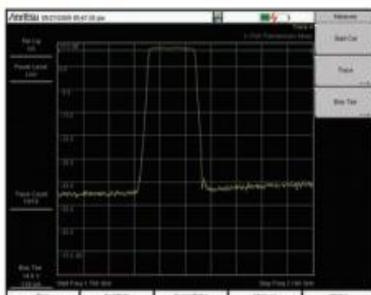


DISTANCE-TO-FAULT

While the return loss metric is the best measurement to verify the health of a system, distance-to-fault (DTF) is used to troubleshoot systems and locate the problem.

The Site Master's DTF measurement uses the fast Fourier transform to convert frequency data to the time domain and displays signal anomalies with respect to distance. Using the standard trace math feature, you can monitor small relative changes over time.

Distance-to-Fault



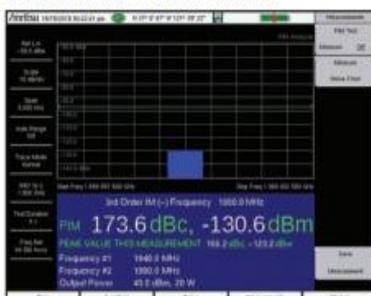
2-PORT TRANSMISSION MEASUREMENTS (OPTION 21)

Cellular/PCS and 3G base stations today use diplexers, duplexers, and tower-mounted amplifiers to extend the coverage area. Site Master's 2-port transmission measurement enables you to make gain, isolation, and insertion loss measurements as well as verify sector-to-sector isolation.

BIAS TEE (OPTION 10)

The built-in bias tee can be turned on as needed to place +12 to +32V on the center conductor of the RF in port, eliminating the need for you to carry external supplies in the field.

2-Port Transmission Measurements



PIM ANALYZER (OPTION 0419)

The PIM Analyzer measures the 3rd, 5th, or 7th order intermodulation products in the receive band of two high power tones generated by the 40 Watt PIM Master. To learn more about PIM and finding the location of PIM with the Distance-to-PIM™ option see the PIM Master™ product brochure 11410-00546.

20 W Residual PIM Measurement in bar graph view with limit line Plot instantaneous value or Max Hold value Peak Value displayed below the PIM Value.



Site Master™ Ordering Information

Standard Accessories (included with instrument)



Part Number	Description
10920-00060	Handheld Instruments Documentation Disc
10580-00252	Site Master User Guide
3-68736	Soft Carrying Case
2300-498	Master Software Tools (MST) CD Disc
2300-530	Anritsu Tool Box with Line Sweep Tools (LST) DVD Disc
633-44	Rechargeable Li-Ion Battery
40-168-R	AC-DC Adapter
806-141-R	Automotive Cigarette Lighter 12 VDC Adapter
3-2000-1498	USB A/5-pin mini-B Cable, 10 feet/305 cm
11410-00484	Site Master™ S331E, S332E, S361E, S362E Technical Data Sheet One Year Warranty (Including battery, firmware, and software) Certificate of Calibration and Conformance

Optional Accessories

Calibration Components, 50 Ω



Part Number	Description
ICN50B	InstaCal™ Calibration Module, 38 dB, 2 MHz to 6.0 GHz, N(m), 50 Ω
OSLN50-1	Precision Open/Short/Load, N(m), 42 dB, 6.0 GHz, 50 Ω
OSLNF50-1	Precision Open/Short/Load, N(f), 42 dB, 6.0 GHz, 50 Ω
2000-1618-R	Precision Open/Short/Load, 7/16 DIN(m), DC to 6.0 GHz 50 Ω
2000-1619-R	Precision Open/Short/Load, 7/16 DIN(f), DC to 6.0 GHz 50 Ω
22N50	Open/Short, N(m), DC to 18 GHz, 50 Ω
22NF50	Open/Short, N(f), DC to 18 GHz, 50 Ω
SM/PL-1	Precision Load, N(m), 42 dB, 6.0 GHz, 50 Ω
SM/PLNF-1	Precision Load, N(f), 42 dB, 6.0 GHz, 50 Ω

Calibration Components, 75 Ω



22N75	Open/Short, N(m), DC to 3 GHz, 75 Ω
22NF75	Open/Short, N(f), DC to 3 GHz, 75 Ω
26N75A	Precision Termination, N(m), DC to 3 GHz, 75 Ω
26NF75A	Precision Termination, N(f), DC to 3 GHz, 75 Ω
12N50-75B	Matching Pad, DC to 3 GHz, 50 Ω to 75 Ω

Phase-Stable Test Port Cables, Armored w/ Reinforced Grip (recommended for cable & antenna line sweep applications)



15RNFN50-1.5-R	1.5 m, DC to 6 GHz, N(m) to N(f), 50 Ω
15RDFN50-1.5-R	1.5 m, DC to 6 GHz, N(m) to 7/16 DIN(f), 50 Ω
15RDNS0-1.5-R	1.5 m, DC to 6 GHz, N(m) to 7/16 DIN(m), 50 Ω
15RNFN50-3.0-R	3.0 m, DC to 6 GHz, N(m) to N(f), 50 Ω
15RDFN50-3.0-R	3.0 m, DC to 6 GHz, N(m) to 7/16 DIN(f), 50 Ω
15RDNS0-3.0-R	3.0 m, DC to 6 GHz, N(m) to 7/16 DIN(m), 50 Ω

InterChangeable Adaptor Phase Stable Test Port Cables, Armored w/ Reinforced Grip (recommended for cable and antenna line sweep applications. It uses the same ruggedized grip as the Reinforced grip series cables. Now you can also change the adaptor interface on the grip to four different connector types)



15RCN50-1.5-R	1.5 m, DC to 6 GHz, N(m), N(f), 7/16 DIN(m), 7/16 DIN(f), 50 Ω
15RCN50-3.0-R	3.0 m, DC to 6 GHz, N(m), N(f), 7/16 DIN(m), 7/16 DIN(f), 50 Ω

Phase-Stable Test Port Cables, Armored (recommended for use with tightly spaced connectors and other general purpose applications)



15NNF50-1.5C	1.5 m, DC to 6 GHz, N(m) to N(f), 50 Ω
15NN50-1.5C	1.5 m, DC to 6 GHz, N(m) to N(m), 50 Ω
15NDF50-1.5C	1.5 m, DC to 6 GHz, N(m) to 7/16 DIN(f), 50 Ω
15ND50-1.5C	1.5 m, DC to 6 GHz, N(m) to 7/16 DIN(m), 50 Ω
15NNF50-3.0C	3.0 m, DC to 6 GHz, N(m) to N(f), 50 Ω
15NN50-3.0C	3.0 m, DC to 6 GHz, N(m) to N(m), 50 Ω

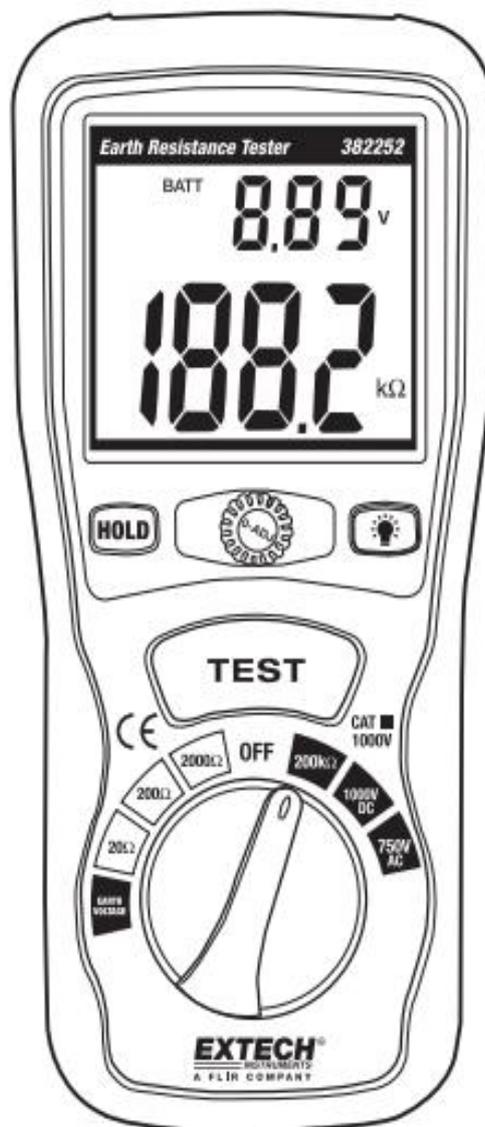
c. TELUROMETRO 382252

EXTECH[®]
INSTRUMENTS

Manual del usuario

Equipo probador de resistencia de tierra física

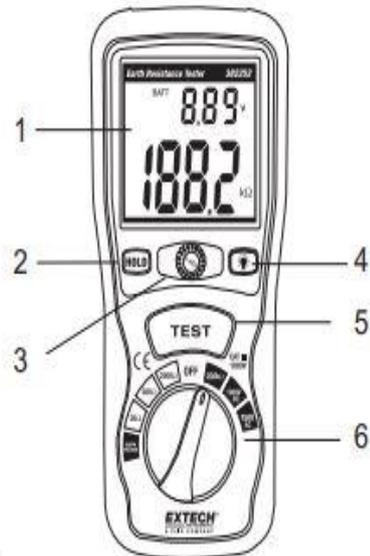
Modelo 382252



Traducciones del Manual del Usuario disponibles en www.extech.com

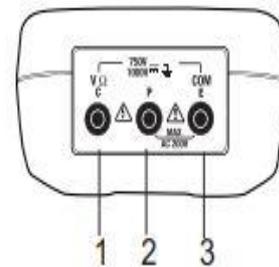
Descripción del medidor

1. Indicador digital – Ver la descripción de la pantalla
2. Retención (**HOLD**) – Congela la medida en la pantalla
3. Cero control ADJ- Ajusta el valor cero en pantalla
4. Tecla Retroiluminación – activa la retroiluminación
5. Tecla **TEST** – Activa la prueba de resistencia de tierra y la prueba de voltaje de tierra
6. Interruptor selector de función – Selecciona la escala y función



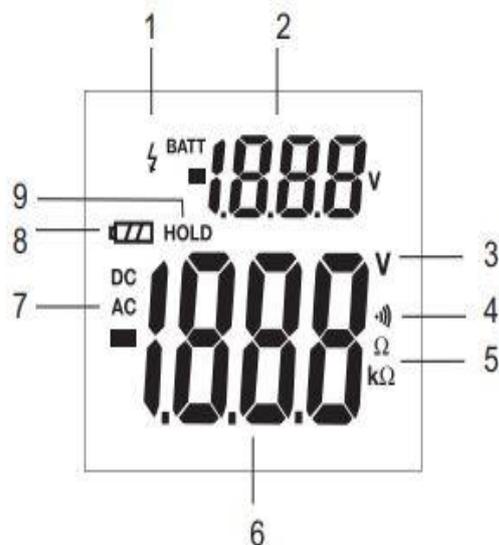
Vista superior

1. Entrada **VΩC** (rojo)
2. Entrada **P** (amarillo)
3. Entrada **COM/E** (Verde)



Descripción de la pantalla

1. Icono de estado de la prueba
2. Indicador de carga de la batería -
3. Indicador de voltaje de la unidad
4. Icono de señal audible
5. Indicador unidades $\Omega/k\Omega$
6. Valor de la medición
7. Indicadores de voltaje CA/CD
8. Icono de batería débil
9. Icono de RETENCIÓN (**HOLD**)



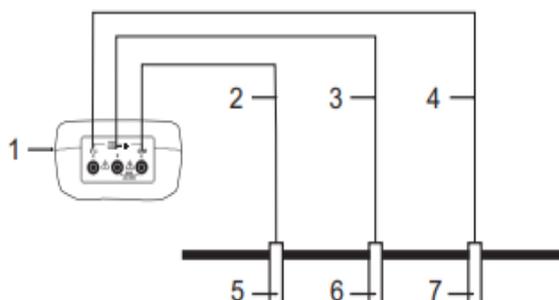
Operación

Ajuste a cero de rangos de resistencia de tierra

1. Conecte los cables de prueba al medidor como sigue:
 - a. Cable verde a la 'E' terminal (Verde jack)
 - b. Cable amarillo al terminal 'P' (conector amarillo)
 - c. El cable rojo al terminal "C" (enchufe rojo)
2. Establezca el selector de función para el rango de medición deseada. (20, 200, 2000 Ω)
3. Corta los 3 cables de prueba junto con el recorte de todos ellos a una sola varilla de tierra.
4. Presione la tecla TEST.
5. Utilice el 0-Ajustar la perilla para ajustar la lectura a 000 Ω
6. Pulse para probar la tecla nuevamente para finalizar el proceso de ajuste a cero.
7. Realice este ajuste para cada rango.

Diagrama de conexión de prueba:

1. Medidor 382252
2. Cable de prueba verde (E)
3. Cable de prueba de color amarillo (P)
4. Cable de prueba rojo (C)
5. Varilla de tierra existente
6. Varilla auxiliar de tierra P1
7. Varilla auxiliar de tierra C1



Prueba de voltaje de tierra

1. Establezca el selector de función a la posición de tensión de conexión a tierra (AC o DC)
2. Conecte el voltaje de 2 cables de prueba al medidor.
Conecte los cables negro y rojo - Conectar el cable negro a la toma E (verde) y conecte el cable de prueba rojo en el enchufe rojo (C).
3. Conecte los cables de prueba para el elemento bajo prueba.
4. Confirme que la tensión medida es inferior a 10V CA; de lo contrario, las mediciones de resistencia de tierra exacta puede ser hecho. Si la tensión está presente (superior a 10V AC), la fuente de la tensión debe ser detectado y corregido antes de continuar con la prueba.

Prueba de resistencia de tierra

1. Conecte los 3 cables de prueba al medidor (1) como se indica a continuación:
 - Cable verde (2) para la 'E' terminal
 - cable amarillo (3) en el terminal "P"
 - El cable rojo (4) a la terminal "C"
2. Inserte las varillas auxiliares de tierra P1 (6) & C1 (7) en el suelo. Alinear las barras a la misma distancia con respecto a la existente de la varilla de conexión a tierra y en una línea recta como se muestra en el diagrama anterior.
Si las varillas auxiliares son colocados en estrecha proximidad al suelo juego, imprecisiones de medición será el resultado.
(la distancia mínima entre las barras debe ser no menos de 10 pies (3 m)).
3. Conectar la pinza de cocodrilo final de los cables de prueba a las varillas de tierra y tierra existente de la varilla de conexión como se muestra anteriormente:
 - Cable verde (2) a la varilla de tierra existente (5)
 - Cable amarillo (3) a la barra de tierra P1 (6)
 - El cable rojo (4) a la barra de tierra C1 (7)
4. Fije el selector de función en la escala deseada de resistencia. (20, 200, 2000 Ω).
5. El rango de cero como se describe en el procedimiento de ajuste a cero arriba.
6. Pulse el botón de prueba. . El icono " " parpadeará y sonará una señal audible.
7. Nota de la lectura.
8. Si se detecta resistencia alta, tenga en cuenta el valor y tome las medidas apropiadas para corregir la conexión a tierra si es necesario.
9. Pulse para probar la tecla para terminar la prueba.
10. Lecturas de "1"..... Ω son típicas cuando no están conectados los cables de prueba al medidor.

Función de retención (HOLD)

La función de retención congela la última lectura de medición en la LCD.

1. Presione la tecla **HOLD** para retener la lectura en la LCD
2. Presione la tecla **HOLD** de nuevo para salir de la función retención.
3. La función retención no guarda el dato de la medición si apaga el medidor.

Retroiluminación

1. Presione "☼" para encender la retroiluminación.
2. La retroiluminación se apagará después de 15 segundos aproximadamente.

Medición de resistencia 200k Ω

1. Conecte el cable rojo de prueba al conector V (C) y el cable negro de prueba a la terminal **Ω COM (E)**.
2. Ajuste el selector de función a la posición **Ω 200k**.
3. Conectar las sondas de prueba al circuito bajo prueba.
4. Tome nota del valor de resistencia indicado.

Medición de voltaje AC

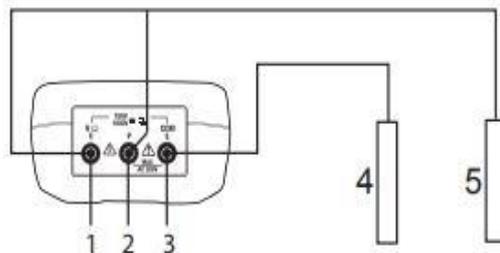
1. Conecte el cable rojo de prueba al conector **Ω V (C)** y el cable negro de prueba a la terminal **COM (E)**.
2. Ajuste el selector de función a la posición **750V AC**.
3. Conecte las sondas de prueba al circuito a prueba.
4. Tome nota del valor de voltaje indicado.

Medición de voltaje DC

1. Conecte el cable rojo de prueba al conector **V** (C) y el cable negro de prueba a la terminal **COM** (E).
2. Ajuste el selector de función a la posición **1000V DC**
3. Conecte las sondas de prueba al circuito a prueba.
4. Tome nota del valor de voltaje indicado.

Medición de resistencia de tierra de tres terminales

1. Con el rojo y el verde (1,5m) de cables de prueba con pinzas de cocodrilo, conecte uno de los conectores tipo banana del cable rojo de prueba a la **VΩ(C)** Conector (rojo) y el otro a la **P** (amarillo) en el conector del medidor.
2. Conecte el cable de prueba verde (1,5 m) con la pinza en la **OCM** (E) (conector verde) en el dosificador.
3. Establezca el selector de funciones a la una de la posiciones de resistencia de tierra. (20, 200, 2000Ω)
4. Realizar el ajuste a cero como se ha descrito anteriormente.
5. Conectar las pinzas de prueba rojo y verde a la varilla de tierra o cualquier otro elemento que se va a medir.
4. Pulse el botón de prueba. El icono " " parpadeará y sonará una señal audible.
5. Observe la lectura de resistencia en la pantalla.
6. Pulse el botón para detener la prueba.

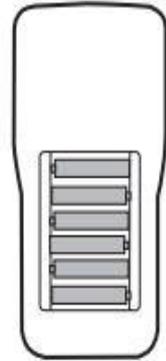


Mantenimiento

Batería Reemplazo

Cuando el icono de batería débil '⚡' aparece en la LCD, deberá cambiar las baterías del medidor.

1. Apague el medidor y desconecte los cables de prueba.
2. Retire el soporte inclinado de atrás del medidor.
3. Quite los 4 tornillos del compartimiento de la batería con un destornillador cabeza Phillips.
4. Quite la tapa del compartimiento de la batería y reemplace las seis baterías 'AA' de 1.5V.
5. Coloque la tapa del compartimiento y asegure con los tornillos.
6. Reinstale el soporte inclinado.



Usted, como usuario final, está legalmente obligado (Reglamento de baterías) a regresar todas las baterías y acumuladores usados; ¡el desecho en el desperdicio o basura de la casa está prohibido! Usted puede entregar las baterías o acumuladores usados, gratuitamente, en los puntos de recolección de nuestras sucursales en su comunidad o donde sea que se venden las baterías o acumuladores.

Desecho

Cumpla las estipulaciones legales vigentes respecto al desecho del dispositivo al final de su vida útil.

Limpieza y almacenamiento

Periódicamente limpie la caja con un paño húmedo y detergente suave; no use abrasivos o solventes. Si el medidor no será usado durante periodos mayores a 60 días, retire la batería y almacénelos por separado.

Especificaciones

Especificaciones generales

Medidas	resistencia de tierra física (en 3 escalas), voltaje de tierra, voltaje CA hasta 750V y voltaje CD hasta 1000V y la resistencia
Pantalla	LCD doble
Tiempo de muestreo	2.5 veces por segundo
Largo cables de prueba	Cable rojo: 15m (50'), Amarillo: 10m (33'), Verde: 5m (16')
Indicación de sobre escala	Indica '1' como dígito más relevante.
Fuente de energía	seis baterías 'AA' de 1.5V (incluidas)
Indicación de batería débil	LCD indica ⚡ icono
Apagado automático	Después de aproximadamente 15 minutos de uso
Seguridad	EN-61010-1 Categoría III
Peso	700g (24.7 oz.) con baterías
Dimensiones	200 X 92 X 50 mm (7.9 X 3.62 X 2")
Condiciones de operación	0°C a 40°C (32°F a 104°F), con < 80% HR
Condiciones de almacenamiento	-10°C a 60°C (14°F a 140°F), con < 70% HR

Especificaciones de Medida

Medición	Escala	Resolución	Precisión
Resistencia de tierra física	20Ω	0.01Ω	± (2% lectura + 10 dígitos)
	200Ω	0.1Ω	± (2% lectura + 3 dígitos)
	2000Ω	1Ω	
Voltaje de tierra Frecuencia: 40 a 500Hz	0 a 200VAC	0.1V	± (3% lectura +3 dígitos)
Resistencia	0 a 200kΩ	0.1kΩ	± (1% lectura +2 dígitos)
	Protección de sobre carga: 250 Vrms		
Voltaje CA 40 Hz a 400Hz	0 a 750V	1V	± (1.2% lectura +10 dígitos)
	Protección de sobre carga: 750 Vrms, Impedancia de entrada: 10MΩ		
Voltaje CD	0 a 1000V	1V	± (0.8% lectura +3 dígitos)
	Protección de sobre carga: 1000 Vrms, Impedancia de entrada: 10MΩ		

Contenido del kit

382252 Medidor de resistencia de tierra
2 varillas de tierra - hierro galvanizado (22cm),
6 pilas alcalinas AA -
varilla de tierra de 3 cables de prueba - Rojo (15m), Amarillo (10m), verde(5M)
2 cables de prueba de resistencia de tierra con pinzas de cocodrilo (rojo y verde) (1,5m) de
2 cables de prueba de tensión/resistencia (negro y rojo) (1m)
Manual del usuario de la
bolsa de transporte de tela

Copyright © 2014-2017 FLIR Systems, Inc.

Reservados todos los derechos, incluyendo el derecho de reproducción total o parcial en cualquier medio.

ISO-9001 Certified

www.extech.com

d. MEGOMETRO PRAZEK PR-511

Insulation Resistance Testers			
Megometro PR-511 Specification			
Model	Range		Best Accuracy
Insulation Resistance(Ω)	Test Voltage	100V/250V/500V/1000V	0%~20%
	100V	0.1M Ω ~500M Ω	$\pm(3\%+5)$
	250V	0.5M Ω ~2G Ω	$\pm(3\%+5)$
	500V	1M Ω ~4G Ω	$\pm(3\%+5)$
	1000V	2M Ω ~10G Ω	$\pm(3\%+5)$
	Short Circuit Current		<2mA
DC Voltage (V)	1000V		$\pm(2\%+3)$
AC Voltage (V)	750V		$\pm(2\%+3)$
Low Resistance (Ω)	0.1 Ω ~999.9 Ω		$\pm(1\%+3)$
Features			
Display Count			9999
Auto Range			√
Auto Power Off			√
Low Battery Indication			√
Data Logging			18
Comparison			√
Polarization Index(PI)			√
Dielectric Absorption (DAR)			√
LCD Backlight			√
Analogue Bar Graph			30
Over Range Warning			√
High Voltage Indication			√
Timer	Around 30 minutes		√
General Characteristic			
Power	1.5V Alkaline Batteries (LR14) ×8		
LCD Size	123mm x 58mm		
Product Color	Red & Grey		
Product Net Weight	PR-511-1.2Kg		
Product Size	202mm×155mm×94mm		
Standard Accessories	PR-511 - 2PCs of One Plug Test Lead to One Alligator Clip(Black and Green), 1 PC of Two Plugs Test Lead to One Alligator Clip(Red), Batteries, Tool Box.		
Standard Individual Packing	Gift Box, English Manual		
Standard Quantity Per Carton	4 PCs		
Standard Carton Measurement	525mm x 335mm x 345mm (0.061CBM Per Standard Carton)		
Standard Carton Gross Weight	PR-511-13Kg		
Optional Accessories			
Power Adaptor (PR-511 only)			

ANEXO 3:
CONSTANCIA DE ACEPTACIÓN DE EVALUACIÓN DE PROPUESTA



San Juan de Miraflores, 22 de noviembre de 2019

Estimados Señores,

El motivo de esta constancia es para indicar que se encuentra en evaluación el informe titulado "**PROPUESTA DE PLAN DE MEJORA DEL MANTENIMIENTO A LAS ESTACIONES DE RADIOFRECUENCIA DEL SERVICIO DE TELEFONÍA CELULAR Y FIJA DE ENTEL PERÚ EN LA ZONA DE LIMA SUR**" del colaborador Gian Francis Cáceres Flores del área de Centro de Despacho de Operaciones y Mantenimiento de Telrad Perú S.A., quien al día de hoy viene ocupando el puesto de analista técnico en la empresa.

Dentro de Telrad Perú se evaluará el informe y la factibilidad de implementar las actividades propuestas que tienen como objetivo el cumplimiento de los niveles de servicio, según contrato vigente con el operador para la atención de averías y la ejecución de los mantenimientos preventivos programados, tanto trimestral como anual.

Se expide esta constancia a solicitud del interesado.

Atentamente,

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Alberto Valdivia Carpio".

Ing. Alberto Valdivia Carpio
Gerente de O&M Telrad Perú S.A.