

UNIVERSIDAD TÉCNICA PRIVADA COSMOS

UNITEPC

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA DE SONIDO



DISEÑO DE PROCEDIMIENTOS DE PREVENCIÓN Y SEGURIDAD ELÉCTRICA PARA EVENTOS O ESPÉCTACULOS MUSICALES EN VIVO, MEDIANTE UN MANUAL, ACORDE A LA LEGISLACIÓN BOLIVIANA, BASADOS EN NORMAS DE LOS PAÍSES LATINOS

Proyecto de grado presentado para

Optar al título de licenciatura en Ingeniería de sonido

Postulante: NOEMÍ NORKA GARCÍA MAMANI

Tutor: ING. MIGUEL GARCÍA SALVATIERRA

Cochabamba – Bolivia

2021

DEDICATORIA

Dedicada a mi querida mi familia, amigos y a toda la comunidad de audio de Bolivia.

AGRADECIMENTOS

A mi familia por apoyarme y tenerme paciencia, en especial a mi madre Aurora, que me inspira cada día.

A mi mejor amiga Leya soraide por darme ánimos a no rendirme.

Al Dr. Medina por su apoyo incondicional, además de influirme a titularme y no dejarme vencer.

A mis tutores por brindarme conocimiento, su paciencia:

Ing. Miguel García

Ing. Fredy Clavijo

Ing. Hugo Orellana

Dr. José Sardán Rodríguez

Al Instituto IPRATÉ por brindarme conocimientos básicos y facilitarme documentos de normativa, a todos mis amigos y colegas del audio.

ÍNDICE

RESUMEN	20
INTRODUCCIÓN	21
CAPÍTULO I	23
PRESENTACIÓN DE LA TEMÁTICA DE LA INVESTIGACIÓN	23
1. Justificación	23
1.2. Planteamiento del problema.....	24
1.3. Objetivos de la investigación	25
1.4. Delimitaciones	26
CAPÍTULO II.....	27
MARCO TEÓRICO	27
2.1. Manual	27
2.2. Protocolo	28
2.3. Norma	28
2.4. Concepto de sonido.....	30
2.5. Evento musical en vivo.....	31
2.6. Concierto.....	32
2.7. Backline	33
2.8. Prevención	33
2.9. Legislación.....	35

2.10.	Peligro	36
2.11.	Riesgo.....	37
2.12.	Definiciones de electricidad.....	38
2.13.	¿Qué es el voltaje?.....	63
2.14.	Sistemas eléctricos	64
2.15.	Ley de Ohm.....	66
2.16.	Riesgo eléctrico	68
2.17.	Ley de Faraday	85
2.18.	Centro de carga.....	86
2.19.	Seguridad eléctrica.....	88
2.20.	Puesta a tierra	93
2.21.	Instalación eléctrica.....	99
2.22.	Primeros auxilios.....	101
2.23.	Documentación legal del país	103
CAPÍTULO III		117
DISEÑO METODOLÓGICO		117
3.1.	Campo o lugar de la investigación.....	117
3.2.	Enfoque de investigación.....	118
3.3.	Tipo de Investigación.....	119
3.4.	Método de Investigación.....	119

3.5.	Técnicas de Investigación a utilizarse	120
3.6.	Instrumentos de medición aplicada.....	120
3.7.	Fuentes de Información que pueden ser primarias y/o secundarias.....	120
3.8.	Diseño experimental utilizado.	121
3.9.	Diseño muestral	121
3.10.	Materiales	122
3.11.	Procedimiento.....	123
CAPÍTULO IV		124
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS		124
4.1.	Indagación de instalaciones eléctricas en el medio local.....	124
4.2.	Análisis encuestas	133
4.3.	Resultados de las entrevistas.....	135
CAPÍTULO V		136
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PREVENCIÓN Y SEGURIDAD ELÉCTRICA PARA SONORIZACIÓN DE EVENTOS O ESPECTÁCULOS MUSICALES EN VIVO, ACORDE A LA LEGISLACIÓN BOLIVIANA, BASADOS EN NORMAS DE LOS PAÍSES LATINOS		136
5.1.	Electricidad segura para sonorización de eventos o espectáculos musicales en vivo. 136	
5.2.	Materiales de medición de electricidad	141

5.3. Distribución de la corriente eléctrica en sonorizaciones de eventos musicales o espectáculos en vivo: Trifásica y monofásica.....	145
5.4. Puesta a tierra.....	148
5.6. Elementos de la instalación eléctrica:	175
5.7. Ley de OHM	182
5.8. Sugerencias rápidas para la instalación eléctrica en eventos o espectáculos en vivo 185	
5.9. Primeros auxilios	187
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	202
Conclusiones	202
Recomendaciones	204
BIBLIOGRAFÍA	206
PÁGINAS WEB	208
ANEXOS	210
ANEXO 1	211
ANEXO 2	220
ANEXO 3´	221
ANEXO 4	223
ANEXO 5	227
ANEXO 6	230

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Mapa conceptual de Electricidad	43
Gráfico 2. Electrones	45
Gráfico 3. Impedancia	49
Gráfico 4. Diagrama eléctrico de un amperímetro	51
Gráfico 5. Corriente directa	57
Gráfico 6. Corriente alterna	57
Gráfico 7. Representación gráfica de la Corriente monofásica	60
Gráfico 8. Representación gráfica de la Corriente trifásica.....	61
Gráfico 9. Diferencia entre monofásico y trifásico	62
Gráfico 10. Estructura de un sistema eléctrico	64
Gráfico 11. Efecto de la corriente en la persona – Áreas umbral.....	72
Gráfico 12. Tipos de cortocircuitos	79
Gráfico 13. Espesor de la capa de terreno	154
Gráfico 14. Cálculo de espesor respecto a la tierra	155
Gráfico 15. Medidor de resistencia	156
Gráfico 17. Método de los 3 puntos	157
Gráfico 18. Método de los 3 puntos (Resistencia equivalente de X)	158
Gráfico 16. Letrero de seguridad.....	159
Gráfico 19. Esquema de distribución TN-S.....	164
Gráfico 20. Diagrama de conexión eléctrica trifásica, para un evento musical en vivo	180
Gráfico 21. Diagrama de conexión eléctrica monofásica en un evento musical en vivo	181
Gráfico 22. Instalación eléctrica en la planta de luz.....	185

Gráfico 23. Electricidad en el escenario.....	186
Gráfico 24. Instalación eléctrica en el centro de carga.....	187
Gráfico 25.....	214
Gráfico 26.....	214
Gráfico 27.....	214
Gráfico 28.....	214
Gráfico 29.....	215
Gráfico 30.....	216
Gráfico 31.....	216
Gráfico 32.....	217
Gráfico 33.....	217
Gráfico 34.....	218
Gráfico 35.....	¡Error! Marcador no definido.
Gráfico 36.....	219
Gráfico 37.....	219

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Onda sonora.....	30
Figura 2. Historia de la electricidad.....	41
Figura 3. Línea de tiempo de la electricidad	42
Figura 4. Corriente eléctrica.....	46
Figura 5. Amperímetro digital con gancho.....	51
Figura 6. Amperímetro analógico.....	52
Figura 7. Amperímetro digital.....	52
Figura 8. Pinza amperimétrica.....	53
figura 9. Telurómetro.....	54
Figura 10. Multímetro digital	55
Figura 11. Relación de Voltaje e Intensidad.....	67
Figura 12. Corto circuito	78
Figura 13. Fuga de corriente.....	80
Figura 14. Explosión causada por un arco eléctrico.....	82
Figura 15. Sistema arrancador de un motor.....	83
Figura 16. Personal trabajando en barras principales.....	84
Figura 17. Centro de carga para 200 A.....	87
Figura 18. Centro de carga de 300 vista frontal	87
Figura 19. Centro de carga de 300 vista lateral	88
Figura 20. Equipo de protección.....	89
Figura 21. Partes de un extintor.....	91
Figura 22. Disyuntor diferencial 30 mA.....	92

Figura 23. Interruptor termo-magnético	93
Figura 24. Puesta a tierra	95
Figura 25. Comparación con una toma con puesta a tierra y la otra sin puesta a tierra	95
Figura 26. Puesta a tierra de equipo electrónico.....	98
Figura 27. Grupo electrógeno.....	100
Figura 28. Tablero eléctrico.....	101
Figura 29. Reanimación cardiopulmonar	103
Figura 30. Tomacorriente tipo Euro Americano “Redondo plano con toma de tierra”.....	105
figura 31. Concierto de “Nigga” mayo del 2019	124
Figura 32. Tablero eléctrico del Teatro al aire libre Jaime Laredo	125
Figura 33. Distribuidor eléctrico 230 V-P. A. frontal	126
Figura 34. Distribuidor eléctrico 230 V-P. A. parte trasera	126
Figura 35. Tablero eléctrico, Teatro al aire libre Jaime laredo, La Paz.....	127
Figura 36. Festival Unitronica 2019 (UNITEPC)	128
Figura 37. Festival Unirock 2019 (UNITEPC)	129
Figura 38. Tablero Monofásico	129
Figura 39. Salidas Cetac del tablero monofásico	130
Figura 40. Distribución eléctrica en los festivales Unitronica y Unirock 2019	130
Figura 41. Centro de carga Monofasico en los festivales Unitronica y Unirock 2019.....	131
Figura 42. Elevador Behringer en los festivales Unitronica y Unirock 2019 (220V).....	131
Figura 43. Tierra física (Delta) tomado del centro de carga general, en los festivales Unitronica y Unirock 2019	132
Figura 44. Tierra física tomada de las estructuras en los festivales Unitronica y Unirock 2019	132

Figura 45. Tierra física tomada de la consola de Sala en los festivales Unitronica y Unirock 2019	133
Figura 46. Preguntas a tomar en cuenta antes de la instalación	137
Figura 47. Cinta Gaffer de colores	138
Figura 48. Señalización obligatoria	138
Figura 49. Señal común de riesgo eléctrico.	139
Figura 50. Indumentaria de seguridad	139
Figura 51. Voltímetros de bolsillo de 600V y 300V	141
Figura 52. Ohmímetro digital	142
Figura 53. Multímetro digital	142
Figura 54. Analizador de redes	143
Figura 55. Indicador de rotación de fases	144
Figura 56. Enchufe monofásico. Cable gris: fase. Cable azul: neutro. Cable verde: tierra.	145
Figura 57. Advertencia ante inclemencias del tiempo.	146
Figura 58. Advertencia	148
Figura 59. Componentes de la resistencia de la tierra en un electrodo de la tierra	149
Figura 60. Advertencia	149
Figura 61. Electrodo Copper-bonded	150
Figura 62. Advertencia	151
Figura 63. Electrodo vertical (varilla de metal)	152
Figura 64. Tierra física	153
Figura 65. Toma de Tierra física de la estructura del escenario.	154
figura 66. Telurómetro.	159
Figura 67. Medición de resistencia	162

Figura 68. Medición de resistencia con telurómetro	163
Figura 69. Cable AWG.....	174
Figura 70. Uso de cables certificados.....	174
Figura 71. Cuadro eléctrico con conectores de salida CETAC	177
Figura 72. Conexión del grupo electrógeno mediante borna trifásica con cable pelado.....	177
Figura 73. Conexión del grupo electrógeno mediante salidas Cetac en trifásico y monofásico	178
Figura 74. Grupo electrógeno o planta de luz portátil.....	178
Figura 75. Letrero de advertencia.....	188
Figura 76. Advertencia de seguridad.....	189
Figura 77. Botiquín básico de primeros auxilios.....	190
Figura 78. Mantén la calma	191
Figura 79. Relación probabilidad - consecuencia.....	192
Figura 80. Swich principal.....	193
Figura 81. Aviso	193
Figura 82. Advertencia	193
Figura 83. Números de emergencia.....	194
Figura 84. Pasos básicos de primeros auxilios	194
Figura 85. No levantar a la víctima por debajo del sudor.....	195
Figura 86. Impedancia interna del organismo para diferentes trayectorias	196
Figura 87. Reanimación cardiopulmonar	197
Figura 88. Advertencia	198
Figura 89. Compresión torácica	199
Figura 90. Apertura de vía aérea	199

Figura 91. Respiración.....	200
Figura 92. Advertencia	200
Figura 93. Advertencia	201
Figura 94. Cuida tu vida	201
Figura 95. Partes del multímetro	226
Figura 96. Esquema de medición de puesta a tierra	230

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Efectos fisiológicos producidos por el paso de una intensidad eléctrica	70
Tabla 2. Factores de riesgo para el cuerpo dependiendo la trayectoria	73
Tabla 3. Tipos de fuego y extintor.....	90
Tabla 4. Código de colores para conductores.....	104
Tabla 5. Número mínimo de tomacorrientes por cada 20 m ²	106
Tabla 6. Colores de seguridad	114
Tabla 7. Criterio de inclusión	121
Tabla 8. Conectores de electricidad en eventos musicales en vivo	144
Tabla 22. Valores de referencia para resistencia de puesta a tierra.....	160
Tabla 9. Resistencia de Puesta a Tierra	163
Tabla 10. Configuraciones básicas de puesta a tierra en función de la resistividad del suelo	164
Tabla 11. Resistividades (Valores Orientativos)	167
Tabla 12. Valores de referencia para resistencia de puesta a tierra.....	169
Tabla 13. Tipos de electrodos simples	170
Tabla 14. Código de colores, según la normativa del país NB777.....	171
Figura 15. Centro de carga trifásico en el Teatro al Aire libre “Jaime Laredo”. La Paz-Bolivia	172
Tabla 16. Calibre de cable según el consumo	174
Tabla 17. Tabla de Ley de OHM.....	182
Tabla 18. Ejemplo de consumo de electricidad.....	182
Tabla 19. Consumo eléctrico de distintos equipos de audio comunes en Bolivia.....	183
Tabla 22. Modelo de encuesta	213

Tabla 22. Respuestas relevantes de las entrevistas.....222

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Intensidad de corriente	47
Ecuación 2. Impedancia.....	48
Ecuación 3. Fórmulas de la Ley de Ohm.....	67
Ecuación 4. Ley de OHM.....	67
Ecuación 5. Corriente que llega al corazón.....	73
Ecuación 6. Ley de Faraday	85
Ecuación 7. Resistividad promedio de la tierra.....	156
Ecuación 9. Resistencia	158
Ecuación 8. Resistividad del suelo	161

RESUMEN

La distribución eléctrica en eventos y espectáculos en vivo es vital para llevarlo puesta en escena y los técnicos de todas las disciplinas trabajan con ella, por lo que deben tener un conocimiento solvente de sus fundamentos y de su aplicación en las producciones.

En el diseño de manual de procedimientos de prevención y seguridad eléctrica para sonorización de eventos musicales en vivo, intervienen procedimientos y desarrollos muy significativos en el procedimiento del estudio metodológico a ser investigado. Los hallazgos encontrados respecto a los pasos de la metodología, se tiene el análisis de las entrevistas, encuestas realizadas a distintos profesionales del área de refuerzo sonoro vigentes, así mismo tomando en cuenta y de acuerdo al planteamiento del problema se tiene propuesta elaborando el manual de procedimientos. El proyecto está basado en distintos manuales de otros países adaptada a la legislación boliviana, centradas en la NB 777, Cruz Roja Boliviana.

INTRODUCCIÓN

La electricidad es una de las manifestaciones más contundentes y extraordinaria de la energía dentro de la naturaleza, y que en sí reviste de mucha importancia, para el hombre y en la evolución de la civilización moderna. De tal modo que el consumo de energía eléctrica es uno de los indicadores del desarrollo de las sociedades modernas junto con el grado de cobertura (González, 2007).

El diseño del manual elaborado conforma un conjunto de aspectos, propiedades y relaciones, que se abstraen en la actividad práctica de la Ingeniería de Sonido. Las ramas que conforman (en este caso), Electricidad aplicada al Refuerzo Sonoro y las normas de países latinos aplicados bajo la legislación boliviana son las que determinan el resultado final poniendo ciertas condiciones en determinadas situaciones.

La electricidad en el refuerzo sonoro representa una analogía como el corazón del ser humano, es la fuente de energía principal y estas la conducen como las venas del cuerpo humano que recorre todo el cuerpo, el cual nos entrega energía eléctrica para alimentar los equipos electrónicos que son usados en los eventos musicales en vivo, ocurren ciertos fenómenos en el entorno, debido a las condiciones que nos determina el tipo de instalación, cuestiones climatológicas que generan ciertas situaciones de riesgo.

La acometida eléctrica requiere de un análisis y supervisión constante ante cualquier factor que pueda presentarse, posteriormente la misma hará que mediante él, se realicen eventos musicales óptimos respecto a electricidad.

En la Ingeniería es de vital importancia manejar herramientas que hacen del ingeniero un mejor recurso a la hora de implementar sus conocimientos, debido al grado de desarrollo de la ciencia,

en cuanto a la modelación y caracterización de la electricidad en eventos musicales en vivo, con el objetivo de generar soluciones de prevención ante peligros frecuentes que estos se enfrentan.

En el medio local, encontrar soluciones efectivas y prácticas de la electricidad en eventos musicales en vivo, no son tomados en cuenta. Se debe concientizar este problema, el trabajar en un entorno donde no haya personal capacitado en electricidad, expone la integridad física de todos los que trabajan y forman parte de los eventos o espectáculos musicales en vivo.

En el capítulo I, se analiza del por qué debe realizarse dicho proyecto, tanto como la pregunta principal, como los objetivos que se quieren alcanzar.

El capítulo II y III representa todo el marco teórico que describirá algunos términos que no son de conocimiento para todos además se muestra los métodos, técnicas que se usó para la investigación, una breve descripción de los pasos que se tomaron.

En el capítulo IV, se tiene un análisis de las encuestas y entrevistas realizadas, así mismo una muestra clara de las instalaciones de distintos eventos o espectáculos en vivo.

Finalmente, en el capítulo V, se encuentra el contenido de la propuesta del proyecto, basándose y recopilando datos de otros países.

La Ingeniería Eléctrica (ley fundamental para la presente investigación) será el que nos disponga las reglas para el primer paso, de esta rama depende las situaciones y condiciones a cumplir, dar los primeros pasos de la investigación, así también al momento de realizar los objetivos del proyecto.

CAPÍTULO I

PRESENTACIÓN DE LA TEMÁTICA DE LA INVESTIGACIÓN

En este capítulo determina el problema, o dificultades que se presentan y por qué se propone dicho proyecto, los objetivos que se plantean alcanzar. Así mismo se muestra las delimitaciones suscitadas en el transcurso de investigación.

1. Justificación

La relevancia de este trabajo puede sintetizar en el siguiente aspecto: prevenir posibles accidentes de electrocución para así preservar la vida de los músicos, técnicos, o personal que se encuentre dentro de los eventos musicales en vivo.

La investigación aporta una gran ayuda a los técnicos o personal encargado de la distribución eléctrica de eventos musicales en vivo a tomar previsiones necesarias de posibles accidentes de electrocución.

La contribución social, según al entorno boliviano, colabora con el conocimiento de ingenieros de sonido, técnicos y todo el personal que están expuestos a este tipo de riesgo a los que se someten; viendo la importancia de la seguridad y prevención eléctrica (ya que existen accidentes constantes de descarga eléctrica en músicos, técnicos e incluso el mismo público) se vio la necesidad de elaborar un manual para el uso de normas o procedimientos para prevenir este tipo de contingencia.

Los registros de eventos musicales en vivo internacionales en Bolivia comienzan por los años 1980, con empresas que empezaron con equipos escasos sin descartar que no existiera personal capacitado profesionalmente. Hoy en día no hay cambios bruscos tales en la seguridad eléctrica,

sin embargo, las empresas más grandes de refuerzo sonoro como: Sonido Cáceres (La Paz) y Sonilum (Santa Cruz), que en la actualidad son una asociación: Audio-Top, su personal fue instruido por profesionales europeos en distribución eléctrica y puesta a tierra, pero aun así no toman prevenciones de riesgo eléctrico porque no hay procedimientos a seguir en el país.

1.2. Planteamiento del problema

Toda investigación tiene su origen en un problema, en el presente caso es sobre la electricidad en los eventos musicales en vivo, por lo que se plantea el siguiente problema de investigación.

En Bolivia constantemente existen instalaciones provisionales directas de la red eléctrica pública que va directamente a los elevadores o distribuidores de voltaje para eventos musicales en vivo; no se toma previsiones, ni indumentaria de seguridad. Pero también existe el grupo electrógeno (generador) a gasóleo que provee energía de reserva, que así mismo es común en su uso para los eventos musicales en vivo que suministra corriente eléctrica al distribuidor (Distro) y según la capacidad del grupo electrógeno puede proporcionar decenas o hasta cientos de kilovatios dependiendo de la magnitud requerida para el evento.

Los riesgos eléctricos son constantes en los eventos o espectáculos musicales en vivo; aun cuando no se tiene el voltaje necesario, ejemplo: Una fuente sonora de alto nivel generaría caídas de voltaje o incluso el corte total de energía, más por las frecuencias bajas de un instrumento como: en los golpes constantes del bombo.

Por otra parte, en caso del exceso en el nivel de voltaje y en esta no exista la puesta a tierra que generalmente es muy común; puede existir una sobrecarga o fuga de la corriente que se desviaría directamente a los mismos transductores (micrófonos), chasis del mezclador o la estructura del

escenario causando descargas eléctricas en el personal o artista que este en contacto, causando estragos o incluso la muerte.

La distribución eléctrica que se usa en estos eventos se debe medir con herramientas certificadas, además es necesario tener el personal capacitado para que este no tenga fallas o así encontrar soluciones inmediatas, y lo que se quiere es preservar la salud de las personas que concurran en el evento. Al respecto se formula la siguiente pregunta:

¿De qué manera se puede prevenir accidentes eléctricos para la seguridad en los eventos o espectáculos en vivo?

1.3. Objetivos de la investigación

Tomando en cuenta que los objetivos hacen referencia a metas a ser alcanzadas en la investigación; como puntos de referencia que guían y orientan la misma y cuyo logro se dirige a los esfuerzos del trabajo de investigación, a continuación, se plantea los siguientes objetivos.

1.3.1. Objetivo General. Proyectar protocolos de procedimientos de prevención y seguridad eléctrica para eventos o espectáculos musicales en vivo, mediante la elaboración de un manual, acorde a la legislación boliviana, basados en normas de los países latinos.

1.3.2. Objetivos específicos

- Investigar normas y protocolos de prevención y seguridad eléctrica para eventos musicales en vivo de los países latinos.
- Indagar antecedentes de Bolivia en los últimos años.

- Elaborar manual de normas o procedimientos de prevención y seguridad eléctrica para eventos o espectáculos musicales en vivo, en sus diferentes etapas: alimentación en la conexión, instalación de energía.

1.4. Delimitaciones

El presente trabajo de investigación se encuentra en el área de Refuerzo Sonoro.

1.4.1. Delimitación espacial o geográfica. El espacio en el que se realizó la elaboración de manual para normas y procedimientos de prevención y seguridad eléctrica para eventos musicales en vivo, bajo la legislación boliviana; es en el domicilio particular, ubicado en la calle Cochabamba entre calle Pihusi s/n; así mismo la Universidad Técnica Privada Cosmos – facultad de tecnología, ubicado en la Av. Blanco Galindo Km 4/5 y en la Ciudad de La Paz, en el Teatro al aire libre “Jaime Laredo”, ubicado en la Calle Harrington entre José Reseguín.

1.4.2. Delimitación Temporal. La indagación del proyecto de protocolos o normas de prevención y seguridad eléctrica para eventos musicales en vivo comenzó el 3 de febrero del 2019, y concluyó en abril del 2021.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

El objetivo de este capítulo es describir los conceptos que integran la electricidad en eventos musicales en vivo, recordando así los conceptos básicos referidos a la teoría del fenómeno físico, comportamiento de la electricidad y el sonido, así también leyes y normativas que implican en el proyecto.

2.1. Manual

Según el autor Duhalt K. M:

Es un documento que contiene en forma ordenada, y sistemática información y/o instrucciones sobre historia, políticas y procedimientos, organización de un organismo social, que se consideran necesarios para la mejor ejecución del trabajo.

Son instrumentos informativos de carácter dinámico, que sirven para instruir a los miembros de la organización acerca de los aspectos que dan vida a la misma, tales como: funciones, autoridad, normas, procedimientos, policías, objetivos, cargos. Como puede deducirse, es un instrumento importante ya que: Son una fuente permanente de información sobre prácticas generales y sectoriales de la organización. Permiten hacer efectivos los procedimientos. Evitan discusiones y malos entendidos, al quedar plasmadas por escrito las normas. Facilitan el establecimiento de estándares. Posibilitan la normalización de actividades. Permiten el entrenamiento y capacitación de nuevos empleados. Constituyen un valioso elemento de consulta. Evitan la improvisación. (Duhalt, 2002)

2.2. Protocolo

Un protocolo es una síntesis que ordena y jerarquiza los puntos más relevantes tratados durante un evento académico (curso, seminario, taller). Es, en primer lugar, una descripción objetiva de los temas, hechos o sucesos acaecidos durante la sesión o reunión y, en segundo lugar, un texto escrito de registro que describe, de manera precisa, el desarrollo de los aspectos fundamentales de un trabajo realizado. Un protocolo es más que un acta, es decir, va más allá de recapitular de manera cronológica y puntual cada uno de los sucesos ocurridos en un evento o reunión.

Un protocolo tampoco es un simple resumen; no se limita a presentar una síntesis global de un tema genérico. De igual manera, el protocolo no es un ensayo crítico sobre un determinado proceso de trabajo. Menos todavía, un protocolo consiste en una compilación de opiniones sueltas, expuestas a lo largo de una sesión, encuentro o seminario. (Rengifo, 2016)

2.3. Norma

Según Vázquez, Corona, C. y Juárez, B.:

La norma generalmente se define como una regla que regula la conducta de personas en una determinada sociedad, por lo que todas las personas están vinculadas a diversas clases de normas, como las jurídicas, morales, religiosas, del trato social y técnicas.

2.3.1. Tipos de norma

- Normas jurídicas

Son reglas bilaterales que otorgan al mismo tiempo facultades y deberes, es decir, derechos y obligaciones. Al ser impuestas por el Estado por encima de los demás tipos de normas, se

caracterizan por ser heterónomas, bilaterales, externas y, por supuesto, coercibles, así como en su momento pueden llegar a convertirse en coactivas.

- **Normas morales**

Son aquéllas que el ser humano realiza de forma consciente, libre y responsable, con el propósito de hacer el bien; son propias del ser humano y su sanción –el castigo que recibe la persona–, en caso de incumplimiento, es el remordimiento de conciencia. Se caracterizan por ser autónomas, unilaterales, internas e incoercibles.

- **Normas religiosas**

Son un conjunto de preceptos manifestados al hombre por Dios o dadas por la autoridad eclesiástica (Iglesia) para el bien común. Se caracterizan por ser heterónomas, unilaterales, internas e incoercibles.

- **Normas de trato social**

Son las reglas creadas por la sociedad y provocan el rechazo por parte del grupo social de quien las incumple. Se caracterizan por ser heterónomas, unilaterales, externas e incoercibles.

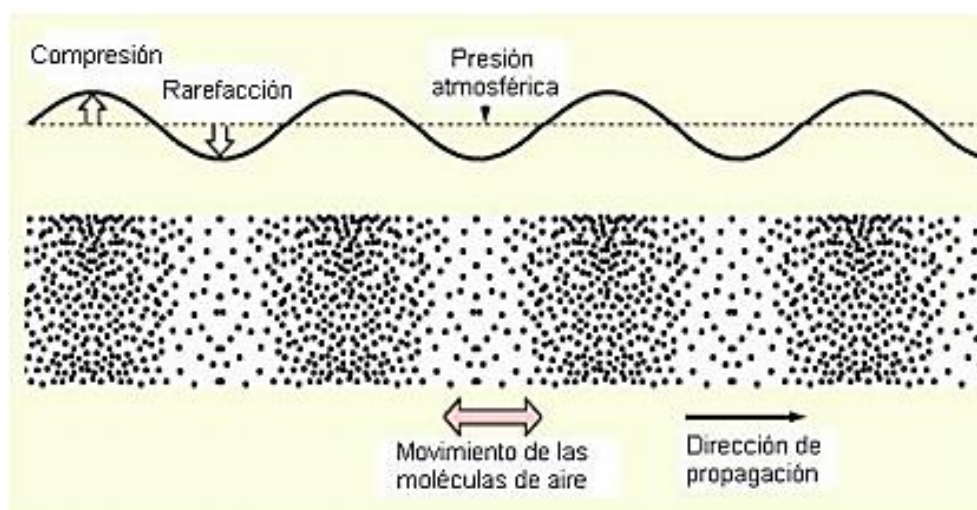
- **Normas técnicas**

Son reglas de conducta de tipo operativo o funcional que tratan de explicar el uso de una herramienta, objeto o maquinaria, a fin de aprovechar su fuerza, precisión, naturaleza o material con el que están hechos. Establece especificaciones sobre procesos de producción, resultado de la experiencia y desarrollo tecnológico, para la fabricación de determinados productos o servicios; útil para todos aquellos interesados en la actividad productiva, tales como fabricantes, consumidores, laboratorios, centros de investigación, etcétera. (Vázquez, 2012)

2.4. Concepto de sonido

El sonido es un disturbio que se propaga en un medio material, ya sea sólido, líquido o gaseoso, en forma de ondas mecánicas de presión. Dichas ondas son longitudinales, es decir, la propagación es en la misma dirección que la presión, a diferencia de las ondas electromagnéticas que son transversales y se propagan en dirección perpendicular a los campos eléctrico y magnético. El tratamiento matemático de las ondas sonoras es muy similar al de las ondas electromagnéticas. En tanto que éstas no requieren de un medio material y pueden propagarse en el vacío, las ondas sonoras necesitan un medio material y pueden considerarse como causadas por la compresión y rarefacción de las moléculas del medio. Aquí nos limitaremos al sonido que se propaga en el gas atmosférico (aire), en que las moléculas oscilan, moviéndose hacia adelante y hacia atrás en la dirección del movimiento ondulatorio. En promedio, no hay movimiento neto de las partículas del aire, de modo que no debe pensarse que el sonido produce viento, ya que el aire se comprime y rarifica alternativamente. Así, lo que se propaga es el ciclo de compresión-rarefacción. (Vega, 2016)

Figura 1. Onda sonora.



Fuente: Vega, 2016

2.5. Evento musical en vivo

Son aquellos espectáculos musicales o artísticos, generalmente montados en los escenarios de importantes, en los cuales un grupo o banda musical de algún tipo de género se presenta ante un masivo público de seguidores; el cual interpretan canciones de su propia autoría o de distintos autores.

Cualquier tipo de evento ya sea musical o no, puede ser completamente nuevo o necesita de su desarrollo. Un evento existente ocurre cuando se asigna un nuevo equipo de administración para trabajar en un evento musical en vivo que ya ha estado en curso.

En este caso, el evento ya tendrá un formato y proceso establecidos, por lo que la tarea del nuevo equipo será actualizarlo y modificarlo para que el evento gane el éxito posiblemente perdido o sea más relevante. En caso de que el evento sea un elemento completamente nuevo, lo primero que el equipo organizador debe enfocarse es una necesidad u objetivo que desean cumplir.

El concepto de un evento musical en vivo correcto es uno de los factores más importantes que pueden garantizar resultados rentables y exitosos.

Los eventos musicales pueden ser organizados por compañías y corporaciones, así como por el gobierno y sus departamentos culturales, teniendo diferentes propósitos.

En el caso de eventos corporativos (Los eventos corporativos son aquéllos patrocinados u organizados por las empresas en lugar de los gobiernos y el sector público), una vez establecido el propósito, se dará dirección a las principales decisiones sobre el desarrollo del evento, que incluyen asuntos tales como el tema y los elementos, así como los mensajes corporativos que deben ser comunicados y transmitidos al mercado.

El propósito central con el que se organizan los eventos de música corporativos es principalmente la publicidad del producto de la compañía.

En general, está enmascarado detrás de un propósito más elevado, como crear entretenimiento para el asistente o contribuir a una causa, sin embargo, el propósito inicial es la publicidad. (promocionmusical, 2020)

2.6. Concierto

Es un género musical, deriva de la palabra *Concertare* que significa: debate, enfrentamiento, querrela. Por lo que podemos entender que es el enfrentamiento entre un solista y un grupo instrumental. Este género a través del tiempo ha evolucionado en cuanto a su forma. En el siglo XVIII se produjo la división clásica en tres movimientos: vivo – lento – vivo, y la construcción característica de cada movimiento. En el concierto instrumental interviene un solista que hace gala de virtuosismo, y al mismo le corresponde hacerse notar por lo particular de su interpretación.

Concierto: viene de *consino*, *is*, *ui*, etc. (Latín), que quiere decir cantar con otro, resonar concertadamente. La voz concierto tiene dos significados: la indicada y además, la reunión de cantantes o instrumentistas para cantar o ejecutar piezas en un sitio dispuesto para el efecto, que suele también llamarse en Italia: “Academia de Música”. (Pedrell, 2009 pág. 108)

Concierto: Es una pieza de música compuesta para hacer brillar, el talento y habilidad de un instrumentista, en su instrumento respectivo. El Concierto se compone de modo, que la parte concertante u obligada, toque a ratos largos y a solo algunos trozos de dificultad y lucimiento, con un acompañamiento sencillo; empezando por una introducción a toda orquesta, continuando el concierto alternativamente, entre los *solos* del instrumento concertante y los *tutti* de la orquesta, haciendo está a manera de un coro. (Fargas, 1852)

2.7. Backline

El término de **backline** o “**línea trasera**” surgió cuando los sistemas de PA (People Address) fueron lo suficientemente potentes para hacer sonar tanto instrumentos como la voz. Así se definió el **frontline** o la “**línea frontal**”. Es decir, el equipo de amplificación de audio que estaría al frente del escenario hacia el público. En consecuencia, el resto del equipo de audio de los músicos pasó detrás del sistema de PA, denominándose backline.

Actualmente, además de los amplificadores, gabinetes y teclados de la agrupación, también se incluye la batería, instrumentos de percusión, stands para instrumentos y atriles de partituras. En algunos casos hasta los instrumentos como guitarras o pianos, se incluye. Esto dependerá del lugar, el organizador, el tipo de evento y de la banda. (Leo Bassman, 2018)

2.8. Prevención

Según María Estela Raffino:

La prevención hace alusión a prevenir, o a *anticiparse a un hecho y evitar que este ocurra*. Su origen es el término del latín *praeventio*, el cual proviene de “*prae*”: previo, anterior, y “*eventio*”: evento o suceso

Generalmente, se habla de *prevenir un acontecimiento negativo o no deseable*, podemos dar algunos ejemplos del contexto en que se utiliza el término: “Los accidentes de tránsito pueden prevenirse concientizando a la población sobre el manejo responsable de los vehículos”, “Para prevenir que se inunde la calle deben estar los desagües libres de hojas y basura”, o “Las campañas de prevención de enfermedades cardiovasculares parecen estar dando buenos resultados”.

Este término puede ser utilizado en diversas temáticas y en cada una de ellas adquiere un significado más específico, algunas son:

Es uno de los contextos en que más se utiliza el término, y hace referencia a la acción de prevenir enfermedades. Es llevada a cabo principalmente a través de campañas de salud fomentadas por los gobiernos o por asociaciones no gubernamentales y forma parte del ámbito de la Salud pública, la cual es una disciplina abocada a proteger la salud de la población.

Dichas campañas de prevención pueden estar dirigidas hacia un público en particular, como las campañas de educación sexual para los adolescentes, o hacia la población en general, por ejemplo, mediante campañas para fomentar los buenos hábitos de higiene.

A su vez, se habla de prevención primaria en el caso de prevenir antes de la aparición de una enfermedad a través de las campañas mencionadas anteriormente. Al hablar de prevención secundaria se hace referencia a los programas de tamizaje o screening, mediante los cuales se realizan ciertos estudios médicos o de laboratorio en una población de manera de detectar una enfermedad. Estos estudios suelen llevarse a cabo con objetivos más que nada epidemiológicos, para conocer la prevalencia e incidencia de una enfermedad.

Luego, las de tipo terciario se llevan a cabo una vez restablecida la salud después de una enfermedad, para evitar su recidiva; y las de tipo cuaternarias apuntan a evitar intervenciones innecesarias en la población o excesos en los tiempos de tratamiento.

Generalmente apuntadas a evitar o minimizar las consecuencias de los fenómenos naturales como terremotos, tornados, inundaciones, entre otros. También los gobiernos suelen

tener un papel esencial en este ámbito y suelen llevarse a cabo a través de sistemas de prevención y predicción de catástrofes.

Con respecto a la contaminación, básicamente se trata de evitar que las industrias mejoren el tratamiento de sus residuos, de concientizar a las poblaciones de manejar correctamente sus propios residuos o evitar el exceso de material descartable, como por ejemplo las bolsas plásticas.

Es válido destacar la sutil diferencia entre prevención y promoción, ya que muchas veces estos términos se encuentran muy relacionados y se superponen sus objetivos. En el caso de la salud, la promoción más que nada se centra en promover o fomentar ciertas conductas o usos; como en el caso de la promoción del uso del preservativo como mejor método para prevenir las infecciones de transmisión sexual, o del cumplimiento de los calendarios de vacunación en los niños. A diferencia de la prevención que apunta más a que la población conozca cómo evitar conductas de riesgo para prevenir enfermedades. (Raffino, 2020)

2.9. Legislación

Según Florencia Ucha:

Se denomina legislación al cuerpo de leyes que regularan determinada materia o ciencia o al conjunto de leyes a través del cual se ordena la vida en un país, es decir, lo que popularmente se llama ordenamiento jurídico y que establece aquellas conductas y acciones aceptables o rechazables de un individuo, institución, empresa, entre otras.

Cada ley que los legisladores de una determinada Nación dicten, siendo, salvo excepciones, las únicas autoridades competentes para hacerlo, deberán ser respetadas y cumplidas por todos los

ciudadanos para contribuir al bien de la comunidad, en tanto, en caso que esto no se cumpla como debiera, cada particular deberá hacerse cargo de la sanción correspondiente. Por ejemplo, si dejé estacionado mi automóvil en un espacio prohibido y la autoridad que vigila dicha cuestión me sorprende en esa situación, me caerán todas las de la ley y deberé responder por esa falta, ya sea pagando una multa o pagando un canon previamente establecido. (Ucha, 2009)

2.10. Peligro

Para el sociólogo alemán Nikklas Luhmann:

El peligro proviene como consecuencia de una decisión racional, sugiriendo que éste está en función de la decisión y exposición que está presente en el entorno.

La psicóloga Britt-Marie Drottz Sjøberg, definió el término en varias vertientes:

- La probabilidad de sufrir un daño específico.
- Agente que represente un factor de peligro.
- La probabilidad de peligro que representa para el objeto asegurado que sufriría las consecuencias del daño.

Para el ingeniero ambiental Omar Darío Cardona:

El peligro es la probabilidad de exceder un valor de consecuencias ambientales, sociales o económicas en un lugar y periodo determinado de exposición al factor de peligro; y expone que el riesgo toma en cuenta tanto a la cantidad de personas afectadas, como el impacto en el área que afecte.

2.11. Riesgo

Según Belkis Echemendía Tocabens:

La palabra riesgo es tan antigua como la propia existencia humana. Podemos decir que con ella se describe, desde el sentido común, la posibilidad de perder algo (o alguien) o de tener un resultado no deseado, negativo o peligroso.

El riesgo de una actividad puede tener dos componentes: la posibilidad o probabilidad de que un resultado negativo ocurra y el tamaño de ese resultado. Por lo tanto, mientras mayor sea la probabilidad y la pérdida potencial, mayor será el riesgo.

Cada vez que tomamos una decisión y valoramos la relación costos-beneficios, no estamos sino evaluando los riesgos que corremos con esa decisión y las ventajas o desventajas que esta nos puede traer. Es decir, funcionamos cotidianamente con la noción de riesgos, aunque no seamos conscientes de ello en todo momento. Por lo tanto, ni la palabra riesgo ni el fenómeno que se describe con ella son nuevos para nuestro entendimiento, al contrario, el ser humano desde sus inicios como especie convivía naturalmente con los riesgos y reaccionaba intuitivamente ante ellos.

Solo a partir de determinado momento en el desarrollo de las sociedades humanas el riesgo se convirtió en una preocupación consciente de las personas. Mucho después, con el desarrollo tecnológico y científico, esta definición fue introduciéndose en el terreno de la ciencia y se convirtió actualmente en un "concepto dinámico y multifacético con ramificaciones científicas, económicas, sociales y políticas", lo cual quiere decir que profesionales de las más diversas ramas del saber han hecho suyo el estudio de las distintas facetas del riesgo más allá de las consideraciones cotidianas. (Tocabens, 2010)

2.12. Definiciones de electricidad

Se describe los antecedentes de la electricidad, y sus conceptos más importantes.

2.12.1. Historia de la electricidad. Según Agustín Rela:

La electricidad es una forma de energía y se produce en la naturaleza, por lo que "No fue Inventada".

La electricidad, como otros muchos fenómenos, *se descubrió* y poco a poco se fueron ampliando y mejorando los conocimientos sobre ella para el uso práctico por el ser humano.

En cuanto a quien lo descubrió, abundan muchos conceptos erróneos. Algunas personas dan por cierto que el descubridor de la electricidad fue Benjamín Franklin por sus experimentos con una cometa y posterior invento del pararrayos, pero esto sólo ayudó a establecer la conexión entre el rayo y la electricidad, nada más. La humanidad tenía que conocer la primera carga eléctrica para descubrir verdaderamente la electricidad.

La verdad sobre el descubrimiento de la electricidad es un poco más compleja que un hombre haciendo volar su cometa. En realidad, se remonta a más de dos mil años y se podría hablar mejor que del descubrimiento, de la "historia de la electricidad".

La primera mención de los fenómenos eléctricos se encuentra en los textos egipcios antiguos alrededor del año 2.750 antes de Cristo (hace unos 4.750 años).

Estos textos hablan de peces eléctricos que se conocen como 'atronadores del Nilo' y defensores de otros peces. Así que el primer descubrimiento de la electricidad en la historia registrada del hombre fue en forma de bio-electricidad.

La mención a estos peces eléctricos se ha encontrado también en griego, romano y crónicas árabes. De hecho, en algunos casos, incluso hay una mención a las descargas eléctricas de estos peces para utilizarla como una cura para los dolores de cabeza y la gota.

En el año 600 antes de Cristo (ac), los antiguos griegos descubrieron que el roce de la lana, la piel y otros objetos ligeros como las plumas con el ámbar (resina de árbol fosilizada) causaba una atracción entre los dos objetos y, por lo tanto, lo que los griegos descubrieron en realidad era la electricidad estática. En aquella época, un filósofo griego llamado Tales de Mileto fue el que hizo este primer experimento e investigó el efecto de electricidad estática del ámbar y erróneamente lo clasificó como un efecto magnético resultante de la fricción. El Griego Tales, no sabía que el descubrimiento era realmente electricidad. Tuvieron que pasar muchos años y siglos para que se conociera la electricidad.

Los investigadores y arqueólogos en la década de 1930 descubrieron macetas con láminas de cobre en su interior que consideran que podrían haber sido las baterías antiguas destinadas a producir luz en antiguos sitios romanos.

Dispositivos similares fueron encontrados en excavaciones arqueológicas cerca de Bagdad. Lo que significa que los antiguos persas también podrían haber utilizado una forma parecida a las baterías eléctricas.

En el siglo 17, se han hicieron muchos descubrimientos relacionados con la electricidad, tales como la invención de un generador electrostático, la diferenciación entre las corrientes positivas y negativas, y la clasificación de los materiales como conductores o aislantes.

En el año 1600, el médico Inglés William Gilbert utiliza la palabra latina “Electricus” para describir la fuerza que ejercen ciertas sustancias cuando se frotan unas contra otras. Estudió tanto los fenómenos de la electricidad y el magnetismo que fue él quien distinguió entre el efecto eléctrico del ámbar y el efecto magnético del imán. Le puso el nombre de "Electricus" porque se derivaba de la antigua palabra griega para denominar el ámbar, que era 'Elektron'.

Pocos años después, otro científico inglés, Thomas Browne, escribió varios libros y él usó la palabra “electricidad” para describir sus investigaciones sobre la base de la obra de Gilbert.

En 1752, Benjamín Franklin llevó a cabo su experimento con una cometa, una llave, y una tormenta. Esto simplemente demostró que el rayo y las pequeñas chispas eléctricas eran la misma cosa.

En el año 1791, Luigi Galvani demostró que los nervios conducen señales a los músculos en forma de corrientes eléctricas, lo que daría lugar a la ciencia de la bio-electricidad. El físico italiano Alessandro Volta descubrió que determinadas reacciones químicas podrían producir electricidad, y en 1800 se construyó la primera pila voltaica (una batería eléctrica) que producía una corriente eléctrica constante, y por lo que fue la primera persona para crear un flujo constante de carga eléctrica o electrones en movimiento. Alessandro Volta también creó la primera transmisión de electricidad uniendo conectores cargados positivamente y negativamente y condujo una carga eléctrica, o el voltaje, a través de ellos.

Ya fue en 1831 cuando se convirtió viable el uso de la electricidad por el hombre cuando Michael Faraday creó el primer dínamo eléctrica o generador eléctrico, que resolvió el problema de la generación de corriente eléctrica de forma continua y práctica. El invento de la dinamo por Faraday abrió la puerta al estadounidense Thomas Edison que inventó la bombilla incandescente de filamento en 1878. Anteriormente, las bombillas habían sido inventadas por otros, pero la bombilla incandescente de filamento fue la primera bombilla que podía iluminar durante horas.

Edison utilizó su sistema de corriente continua (DC) para proporcionar energía para iluminar las primeras farolas eléctricas de Nueva York en septiembre de 1882. Más tarde, en la década de 1800 y principios de 1900 Nikola Tesla se convirtió en un colaborador importante para el nacimiento de la electricidad comercial por ser considerado el padre de la corriente alterna. Trabajó con Edison y más tarde tuvo muchos desarrollos revolucionarios en el electromagnetismo. Además, tenía las patentes que compiten con Marconi

por la invención de la radio. Es muy conocido por sus trabajos en corriente alterna (CA), motores de corriente alterna, y el sistema de distribución polifásica.

El inventor y empresario George Westinghouse compró y desarrolló el motor patentado de Tesla para la generación de corriente alterna, pensando que el futuro de la electricidad pasaría por este tipo de corriente y así fue. Hoy en día toda la electricidad generada para nuestras casas y viviendas es corriente alterna. (Rela, 2010)

Figura 2. Historia de la electricidad

HISTORIA DE LA ELECTRICIDAD



hace unos 4.750 años
Peces Eléctricos



600 antes de Cristo (ac),
Thales y La Electricidad
Estática



1.600 Gilbert
utiliza la palabra
latina "electricus"



1.752 Franklin
inventa el pararrayos



1.800 Volta inventa la
Primera Pila



1.831 Michael Faraday
creó la primera
dínamo eléctrica



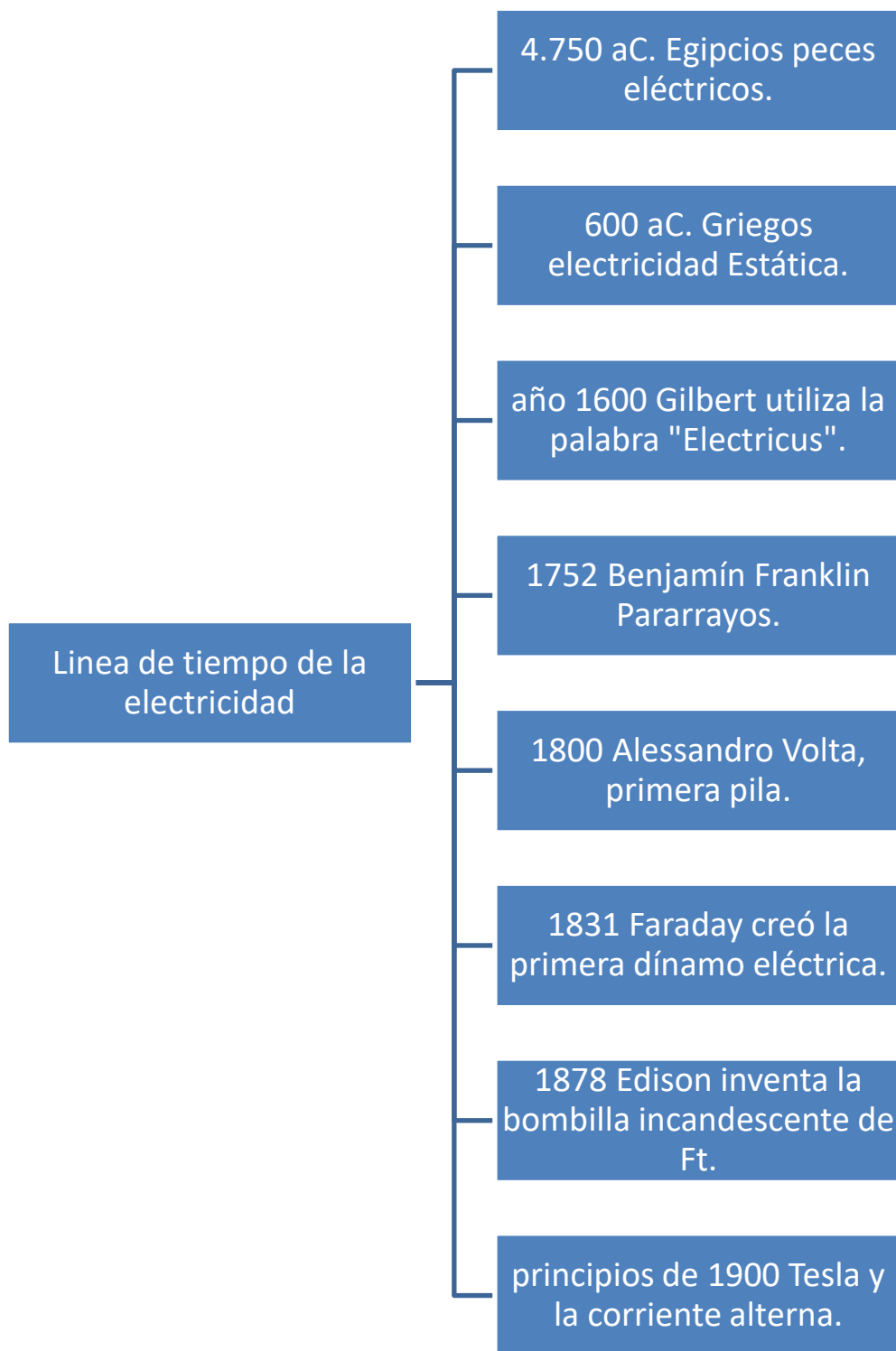
1.878 Edison inventa
la primera bombilla



1.900 Nikola Tesla y la
Corriente Alterna

Fuente: Área tecnológica, 2015, <https://www.areatecnologia.com/electricidad/descubrimiento-de-la-electricidad.html>

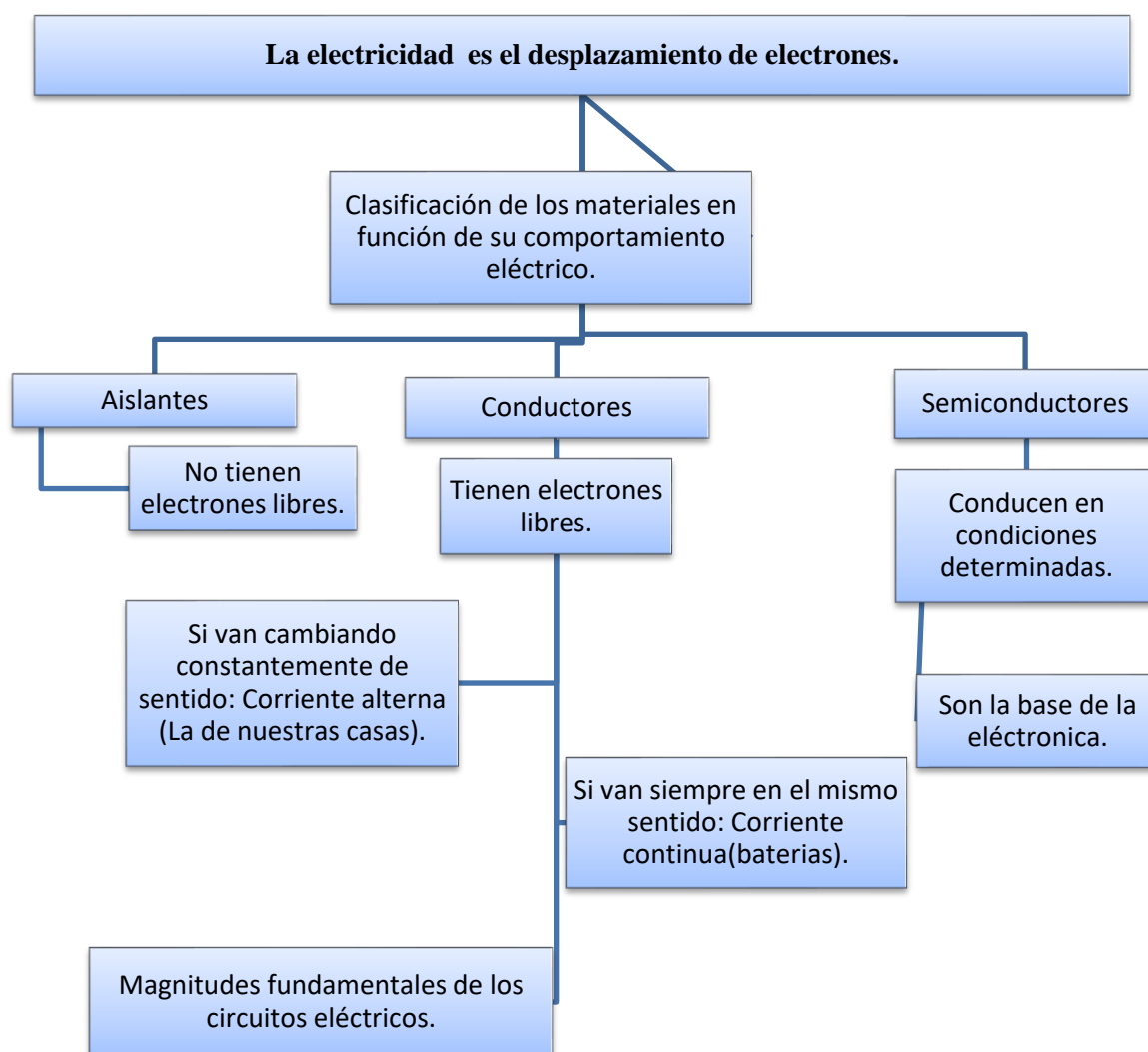
Gráfico 3. Línea de tiempo de la electricidad



Fuente: Área tecnológica, 2015, <https://www.areatecnologia.com/electricidad/descubrimiento-de-la-electricidad.html>

2.12.2. Electricidad

Gráfico 1. Mapa conceptual de Electricidad



Fuente: Jorge Iñesta Burgos, 2002

Según Jorge Iñesta Burgos:

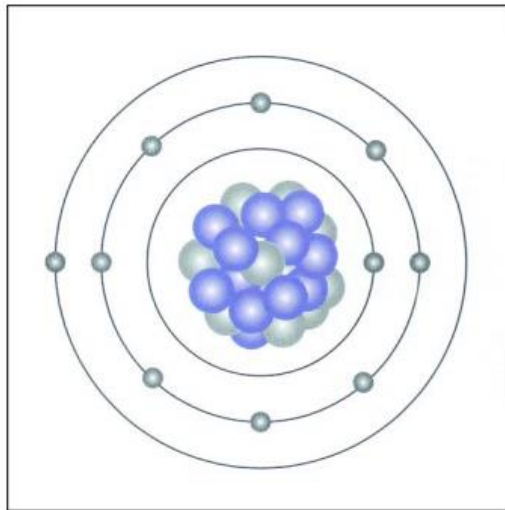
La electricidad es un fenómeno íntimamente ligado a la materia y a la vida. Todo lo que vemos a nuestro alrededor y también lo que no vemos está integrado por electrones, partículas que giran alrededor de los núcleos atómicos. Son precisamente estas partículas las responsables de

los fenómenos electromagnéticos que hacen posible el aprovechamiento de la energía eléctrica por parte de los humanos.

- **¿Qué es y de dónde proviene la electricidad?**

La naturaleza del fenómeno electromagnético Para explicar la naturaleza de la electricidad, hay que tener presente que toda la materia está constituida por átomos. Los átomos están formados por un núcleo central –en el que hay protones y neutrones– y una capa externa en la que orbitan los electrones. Los protones tienen carga positiva, los electrones carga negativa y los neutrones no tienen carga. Así, los átomos son neutros al compensarse las cargas del núcleo con las de la capa externa de electrones. La carga eléctrica es, entonces, una de las propiedades fundamentales de la materia. Ahora bien, cuando un átomo pierde uno o más electrones, su carga eléctrica negativa se ve reducida, de manera que la carga total se vuelve positiva. Si, en cambio, un átomo gana electrones, sucede todo el contrario: la carga global se vuelve negativa. Entre cargas de signo diferente, se manifiesta una fuerza de atracción, mientras que entre cargas del mismo signo aparece una fuerza de repulsión. Una carga eléctrica estática crea un campo magnético, mientras que, si está en movimiento, origina también un campo eléctrico. Así, si se acerca una brújula al hilo por donde circula la corriente eléctrica, la aguja se moverá. Electricidad y magnetismo son, por tanto, las dos caras de un mismo fenómeno: el electromagnetismo, que los humanos hemos aprendido a controlar para aprovechar todas sus ventajas energéticas.

Gráfico 2. Electrones



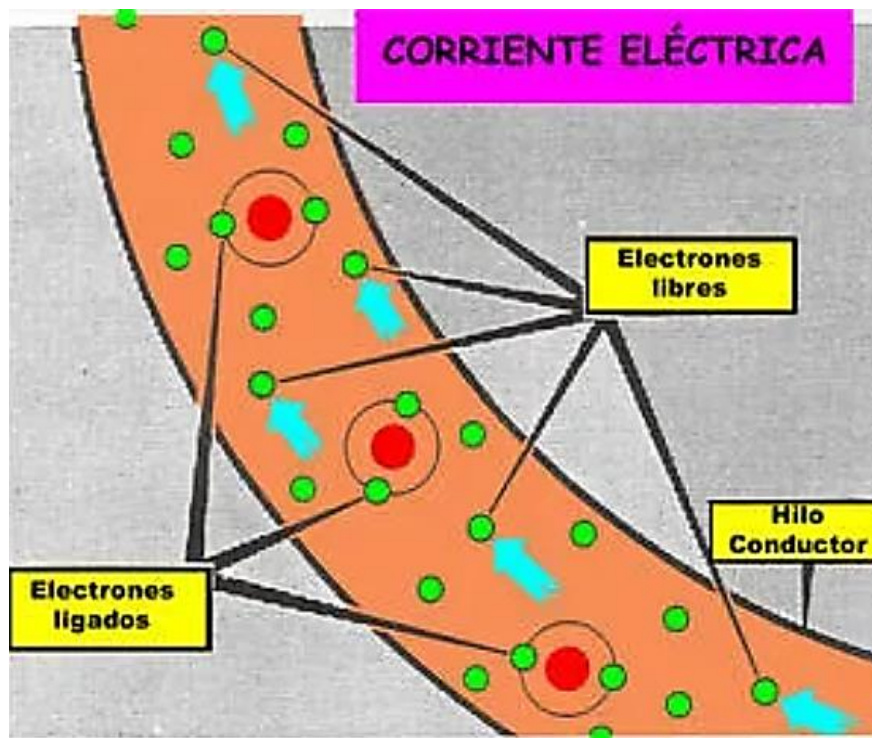
Fuente: Jorge Iñesta Burgos 2002

La electricidad es una forma de energía que se manifiesta por el movimiento de los electrones de la capa externa de los átomos que hay en la superficie de un material conductor. En un átomo de cobre (el material conductor más utilizado en los cables eléctricos), alrededor del núcleo, hay una nube de 29 electrones en constante movimiento. El átomo más sencillo es el de hidrógeno, con un sólo electrón. Los más grandes son los que se obtiene artificialmente, y que llegan a tener hasta 112 electrones. (Burgos, 2002)

2.12.3. Corriente eléctrica. El movimiento de las cargas eléctricas a través de un medio conductor se conoce como corriente eléctrica, y se origina al poner en contacto dos elementos entre los que hay una diferencia de potencial. La corriente eléctrica continua es aquella que fluye de un punto a otro, siempre en el mismo sentido, mientras que la corriente alterna es aquella que fluye de un punto a otro, cambiando de sentido periódicamente. La electricidad comercial a gran escala procede de generadores que producen corriente alterna. La corriente de una pila o batería, en cambio, es del tipo continuo. La corriente eléctrica también genera calor. Cuando las cargas eléctricas fluyen a través de un material conductor, chocan con sus átomos, los electrones ceden

una parte de la energía que contienen, y los átomos ganan velocidad, la cual se manifiesta a través del calor. La transformación de la energía eléctrica en calor se denomina efecto Joule.

Gráfico 4. Corriente eléctrica



Fuente: María del Mar, 2019, <https://espaciociencia.com/la-corriente-electrica/>

- La generación de la energía eléctrica

La energía eléctrica se obtiene por procesos basados en el principio de Faraday. Este físico inglés intuyó que los campos magnéticos podían producir electricidad, de manera que colocó un disco de cobre, en forma de herradura, entre los dos polos de un imán, y lo hizo girar, movimiento que indujo una corriente eléctrica en el disco. En las centrales de producción de energía eléctrica actuales, lo que gira es una turbina que comunica su movimiento a un grupo de imanes. Al girar, estos imanes modifican la posición del material conductor respecto a las líneas de fuerza del campo magnético, induciendo una corriente eléctrica en el conductor. La energía que impulsa las turbinas en las centrales de generación eléctrica puede ser de

muchos tipos nuclear, hidráulica, térmica, solar, eólica, etc. cada una de las cuales está sujeta por ley a un régimen determinado. (Burgos, 2002)

2.12.4. Intensidad de corriente. Según María Teresa Serrano:

La corriente eléctrica generalmente se muestra con la letra I (de intensidad de corriente) y puede describirse como el desplazamiento de la carga eléctrica por unidad de tiempo, es decir, en coulomb (C) por segundo (s).

Para una corriente de fuerza constante:

Ecuación 1. Intensidad de corriente

$$I = \frac{x}{t}$$

Fuente: María Serrano, 2019

Dónde:

I = Es la corriente eléctrica se expresa en amperios (A).

t = El considerado tiempo, expresado en segundos (s).

Q = El tiempo t cantidad de carga eléctrica movida expresada en culombio (C).

La intensidad de la corriente eléctrica se mide en amperios (*símbolo*: A), y de manera informal también se conoce como amperaje por analogía con el voltaje del voltaje eléctrico.

- **Impedancia**

El término de impedancia se utiliza principalmente en los circuitos de CA, donde capacitores e inductores presentan una oposición al flujo de corriente, que está en función de su valor, así como de la frecuencia del circuito.

La Impedancia en términos globales es la oposición al flujo de energía. En audio se encuentran la Impedancia Eléctrica, la Impedancia Mecánica y la Impedancia Acústica, las tres se comportan de forma muy similar.

a) Impedancia Acústica.

Se denomina impedancia acústica a la característica del medio que mide la oposición o inercia de este a que se propague la onda sonora (mide la eficiencia con que la señal se propaga en un material): $Z = \rho * c$ donde ρ es la densidad del aire y c la velocidad de propagación del sonido.

La impedancia acústica, para una temperatura de 20 oC y a la presión atmosférica es de

$$Z = \rho * c = 406 \text{ Rayls} \left(Pa \frac{s}{m} \right).$$

b) Impedancia eléctrica.

Se denomina impedancia a la resistencia al paso de una corriente alterna. Es similar al concepto de resistencia en circuitos de corriente continua, pero a diferencia de la resistencia, la impedancia se representa mediante un número complejo. Las impedancias, al igual que los números complejos, poseen una parte real y una parte imaginaria. La parte real de la impedancia está dada por la resistencia eléctrica y la parte imaginaria está formada por las reactancias que son las resistencias al paso de la corriente de los elementos inductivos y capacitivos.

La impedancia se representa con la letra Z y se expresa de la siguiente manera:

Ecuación 2. Impedancia

$$Z = R + jX$$

Fuente: María Serrano, 2019

Dónde:

R = Es la parte real de la impedancia y corresponde al valor resistivo del elemento.

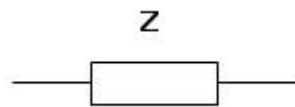
X = Es la parte imaginaria y corresponde a la reactancia total, que se calcula como la diferencia de las reactancias inductivas y capacitivas.

$$X = (X_L - X_C)$$

- **Representación de la impedancia**

En los circuitos, la impedancia se representa por un rectángulo.

Gráfico 3. Impedancia



Fuente: María Serrano, 2019

Para resolver un circuito de forma fasorial es necesario conocer las impedancias de sus elementos, de la misma manera que en corriente continua debemos conocer la resistencia.

(Serrano, 2019)

- **Fase**

Según Paolo Andrés Pancho Ramírez:

Fase es una medida de la diferencia de tiempo entre dos ondas senoidales. Aunque la fase es una diferencia verdadera de tiempo, siempre se mide en términos de ángulo, en grados o radianes. Eso es una normalización del tiempo que requiere un ciclo de la onda sin considerar su verdadero periodo de tiempo.

La diferencia en fase entre dos formas de onda se llama a veces el desplazamiento de fase. Un desplazamiento de fase de 360° es un retraso de un ciclo o de un periodo de la onda, lo que

realmente no es ningún desplazamiento. Un desplazamiento de 90° es un desplazamiento de $\frac{1}{4}$ del periodo de la onda etc.

El desplazamiento de fase puede ser considerado positivo o negativo; eso quiere decir que una forma de onda puede ser retrasada relativa a otra o una forma de onda puede ser avanzada relativa a otra.

En sonido, cuando hablamos de señales más complejas las cosas se complican. La cancelación total es imposible porque dos ondas nunca son completamente iguales; sin embargo, lo que sí se cancela, sobre todo, son los graves, aunque los medios pierden mucha fuerza y en los agudos se produce un efecto llamado phaser, que suma unas frecuencias y resta otras.

La razón para que si se cancelen los graves y no los agudos es la probabilidad: para que se cancelen dos ondas al completo, tienen que ser iguales y coincidir perfectamente los picos con los valles de otra, y, como hemos visto, es imposible, pero sí que sucederá la reducción de graves de forma notable cuando los valores negativos de una onda sean los valores positivos de otra.

Los graves, al ser ondas más largas, es más probable que coincidan en fase, pero las agudas se componen por valles y depresiones mucho más repetidas y estrechas, por lo que la coincidencia es prácticamente imposible. (Ramírez, 2015)

- **¿Cómo se mide la corriente?**

Según Oriol Planas:

Los instrumentos o aparatos destinados a medir la corriente eléctrica, o sea los que indican cuántos amperes (o fracciones de ampere) circulan por un conductor, se llaman amperímetros. También se usan los nombres miliamperímetro, micro amperímetro, nano amperímetro o kilo amperímetro, según la escala o rango de uso de cada uno. Estos aparatos aprovechan algún

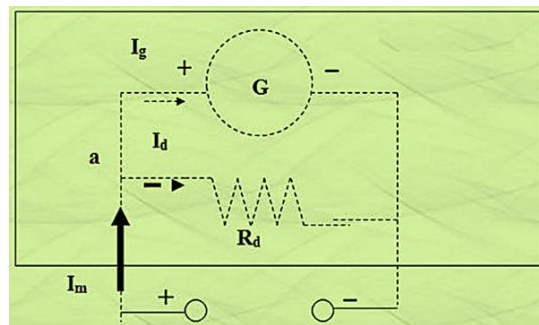
efecto de la corriente eléctrica, por ejemplo, el de hacerle fuerza a un imán, el de calentar el alambre por el que circula, o el de generar una diferencia de potencial, o tensión (en este caso llamada caída de tensión), en el conductor por el que circula la corriente; entonces la medición de corriente se realiza en este caso indirectamente, a través de una medición de tensión.

Los aparatos más utilizados para medir una corriente eléctrica son:

- **Amperímetro.**

Un amperímetro es un medidor de corriente eléctrica. En base a un galvanómetro, un amperímetro se forma conectando a éste un resistor R_d , en paralelo, comúnmente con resistencia pequeña respecto a R_g .

Gráfico 4. Diagrama eléctrico de un amperímetro



Fuente: Académico, 2012

<https://www.academico.cecyt7.ipn.mx/recursos/basicas/fisica/fisica4/unidad1/galvanometro.htm>

Figura 5. Amperímetro digital con gancho



Fuente: Electrónica embajadores, 2017, <https://www.electronicaembajadores.com>

Figura 6. Amperímetro analógico



Fuente: Electrónica embajadores,2017, <https://www.electronicaembajadores.com>

Figura 7. Amperímetro digital



Fuente: Electrónica embajadores,2017, <https://www.electronicaembajadores.com>

Para medir la corriente eléctrica se usa un amperímetro. El amperímetro está conectado en serie con el circuito a medir. Para no influir demasiado en el circuito a medir, el instrumento debe causar la menor pérdida de voltaje posible.

- **Pinza amperimétrica.**

Figura 8. Pinza amperimétrica.



Fuente: Cable norte, 2019, <https://cablenortesrl.com/producto/pinza-amperometrica-ut210e/>

Una pinza amperimétrica es un instrumento de medición para corriente alterna, diseñado como una abrazadera que se sujeta alrededor de un conductor que lleva corriente. En las pinzas, el campo magnético creado alrededor del material conductor induce una corriente, que es una medida de la corriente que fluye a través del conductor sujeto.

- **Medición de tensiones**

Los instrumentos para medir la tensión o diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos se llaman voltímetros. Los hay de muy diversos tipos. Los más comunes y antiguos, que todavía se usan, se parecen a los amperímetros, pero en vez de equivaler a un alambre grueso que deja pasar la corriente sin ninguna dificultad, ofrecen, al contrario, mucha resistencia, por lo que las corrientes que los atraviesan son débiles (idealmente nulas), y por eso no alteran mayormente las condiciones de los circuitos o aparatos a los que se conectan.

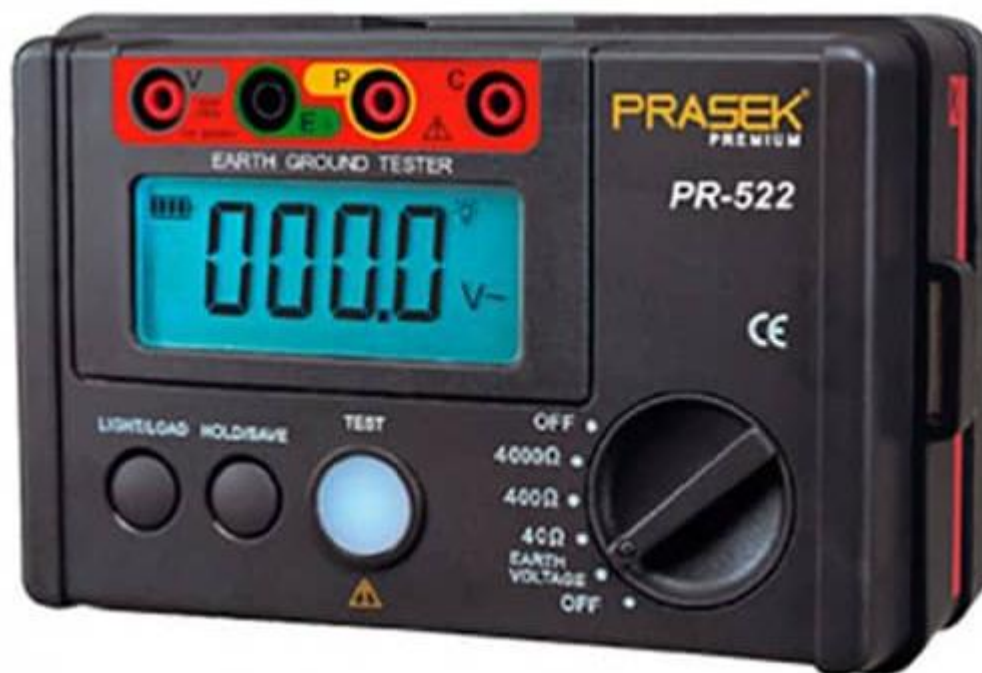
Se los representa con una V encerrada en un círculo, del que salen dos conductores delgados por abajo.

Hay voltímetros que realmente no toman ninguna corriente eléctrica, con lo que su presencia no altera en absoluto lo que se mide. Algunos necesitan de pilas, o una alimentación auxiliar.

- **Telurómetro**

El telurómetro no es más que el aparato empleado para medir la resistencia de la puesta a tierra. Así como también se encarga de calcular la resistividad de terreno en el cual está siendo instalado. Esos son precisamente los parámetros que se deben tener en consideración al momento de hacer una puesta a tierra. De esa manera, el telurómetro se convierte en el aparato que no puede faltar en esos casos. Por ello, este es un aparato profesional en cuanto a los sistemas de puesta a tierra se trata. Esto en cuanto a las características del voltaje y de la resistencia. En definitiva, se trata de un aparato utilizado también para garantizar la seguridad de la instalación y de lo que pueda suceder a futuro.

figura 9. Telurómetro



Fuente: Subir, 2011, <https://subir.cc/teluometro/>

- **Multímetro**

El multímetro a veces también denominado polímetro o tester es un instrumento de medición que ofrece la posibilidad de medir distintos parámetros eléctricos y magnitudes en el mismo aparato. Los parámetros eléctricos más comunes son los de voltímetro, amperímetro y óhmetro. Las medidas pueden realizarse para corriente continua o alterna y en varias escalas de medida cada una. Los hay analógicos y posteriormente se han introducido los digitales cuya función es la misma, con alguna variante añadida. (<https://solar-energia.net>, 2019)

Figura 10. Multímetro digital



Fuente: De máquinas y herramientas, 2018, <https://www.demaquinasyherramientas.com>

- **Tensión**

Según FLUKE corporation:

La tensión es la presión de una fuente de energía de un circuito eléctrico que empuja los electrones cargados (corriente) a través de un lazo conductor, lo que les permite trabajar como, por ejemplo, generar una luz.

En resumen, *tensión = presión* y se mide en voltios (*V*). El término reconoce al físico italiano Alessandro Volta (1745-1827), inventor de la pila voltaica, el precursor de la pila doméstica de hoy.

En los inicios de la electricidad, la tensión era conocida como fuerza electromotriz (*fem*). Es por ello que, en las ecuaciones como la ley de Ohm, la tensión se representa por el símbolo *E*. (FLUKE, 2021)

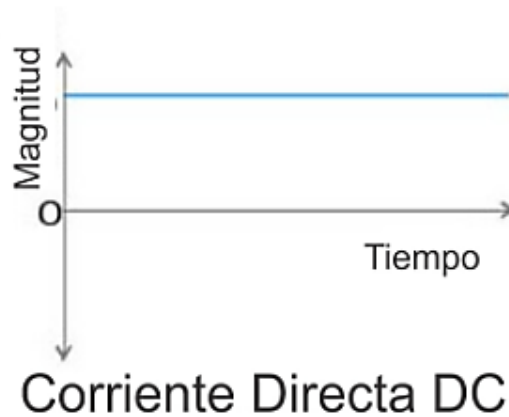
2.12.5. Tipos de corriente eléctrica. Según Orión Planas:

- **Corriente Directa (*DC*)**

La corriente directa es una corriente cuya dirección y magnitud no cambian en el tiempo. La electricidad proporcionada por los paneles solares en una instalación de energía solar fotovoltaica se obtiene en corriente continua.

La corriente directa es un tipo de corriente eléctrica de flujo continuo de carga eléctrica a través de un conductor entre dos puntos de distinto potencial y carga, de un solo sentido de circulación de flujo, no varía desde el polo positivo hacia el polo negativo. Para denominar que una corriente es continua, es necesario que el flujo de corriente no cambie de sentido, más allá del tiempo transcurrido, siempre tiene que fluir en la misma dirección. La intensidad puede variar siempre y cuando conserve la misma polaridad.

Gráfico 5. Corriente directa

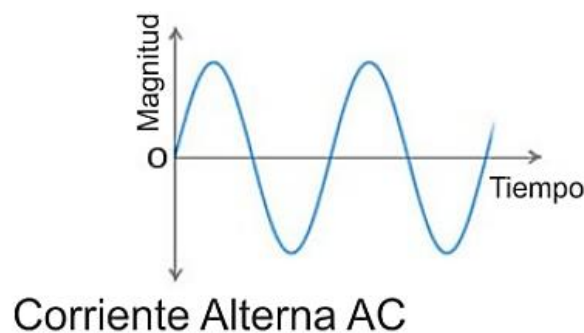


Fuente: Joaquin Farias, 2020, <https://es.quora.com/Cu%C3%A1l-es-la-diferencia-entre-corriente-continua-y-corriente-alterna>

- **Corriente alterna**

La corriente alterna es un tipo de corriente eléctrica caracterizada por los cambios a lo largo del tiempo, tanto de magnitud como de dirección, a intervalos regulares. El voltaje de la señal alterna varía entre sus máximos y mínimos de manera cíclica, la mitad del ciclo es positivo y la otra mitad es negativa. Eso significa que la corriente circula en ambos sentidos, según sea positiva o negativa. Este ciclo se repite constantemente. Es el tipo de energía que usamos en nuestros hogares para alimentar todos los aparatos eléctricos, con una frecuencia constante de 50 Hercios. Fue desarrollada e impulsada por Nikola Tesla.

Gráfico 6. Corriente alterna



Fuente: Joaquin Farias, 2020, <https://es.quora.com/Cu%C3%A1l-es-la-diferencia-entre-corriente-continua-y-corriente-alterna>

- **Corriente sinusoidal**

La corriente sinusoidal es una corriente eléctrica periódica, que es una función sinusoidal del tiempo. Entre las corrientes alternas, la principal es la corriente, cuyo valor varía según una ley sinusoidal. En este caso, el potencial de cada extremo del conductor cambia con respecto al potencial del otro extremo del conductor alternativamente del polo positivo al negativo y cambia de sentido, pasando a través de todos los potenciales intermedios (incluido el potencial cero).

El resultado es una corriente que cambia de dirección continuamente: cuando se mueve en una dirección, aumenta, alcanzando un máximo, llamado valor de amplitud, luego disminuye, en algún punto se vuelve igual a cero, luego aumenta nuevamente, pero en la otra dirección y también alcanza su valor máximo. Posteriormente, disminuye para volver a pasar por cero, después de lo cual se reanuda el ciclo de todos los cambios.

- **Corriente cuasiestacionaria**

La corriente cuasiestacionaria es "una corriente alterna de cambio relativamente lento, para cuyos valores instantáneos las leyes de corrientes constantes se cumplen con suficiente precisión. Estas leyes son la ley de Ohm, las reglas de Kirchhoff y otras. La corriente cuasiestacionaria, como la corriente continua, tiene la misma intensidad de corriente en todas las secciones de un circuito no ramificado.

La capacitancia de inducción y la inductancia se tienen en cuenta como parámetros agrupados.

Las corrientes industriales normales son casi estacionarias, a excepción de las corrientes en líneas de transmisión de larga distancia en las que no se cumple la condición de cuasiestacionariedad a lo largo de la línea.

Las perturbaciones electromagnéticas se propagan a lo largo del circuito eléctrico con la velocidad de la luz, por lo tanto, para las corrientes que cambian periódicamente. Por ejemplo, una corriente de frecuencia industrial de 50 Hz es casi estacionaria para circuitos de hasta 100 km de longitud.

- **Corriente eléctrica de alta frecuencia**

Una corriente eléctrica de alta frecuencia es una corriente alterna (a partir de una frecuencia de aproximadamente decenas de kHz), para la cual los fenómenos, como la radiación electromagnética y el efecto de la piel, se vuelven significativos.

Si la longitud de onda de la radiación de corriente alterna se vuelve comparable con las dimensiones de los elementos del circuito eléctrico, se viola la condición cuasiestacionaria, lo que requiere enfoques especiales para el cálculo y diseño de dichos circuitos.

- **Corriente de Foucault**

Las corrientes de Foucault son corrientes eléctricas cerradas en un conductor masivo que ocurren cuando cambia el flujo magnético que lo penetra, por lo que las corrientes de Foucault son corrientes de inducción. Cuanto más rápido cambie el flujo magnético, más fuertes serán las corrientes parásitas.

La existencia de corrientes parásitas conduce a un efecto en la piel, es decir, al hecho de que la corriente eléctrica alterna y el flujo magnético se propagan principalmente en la capa superficial del material conductor. La corriente de Foucault de los conductores conduce a pérdidas de energía, especialmente en los núcleos de las bobinas de corriente alterna.

Para reducir las pérdidas de energía por las corrientes parásitas, se utiliza la división de los circuitos magnéticos de corriente alterna en placas separadas aisladas entre sí y ubicadas perpendiculares a la dirección de las corrientes parásitas. Esta separación limita los posibles contornos de sus caminos y reduce en gran medida la magnitud de estas corrientes eléctricas.

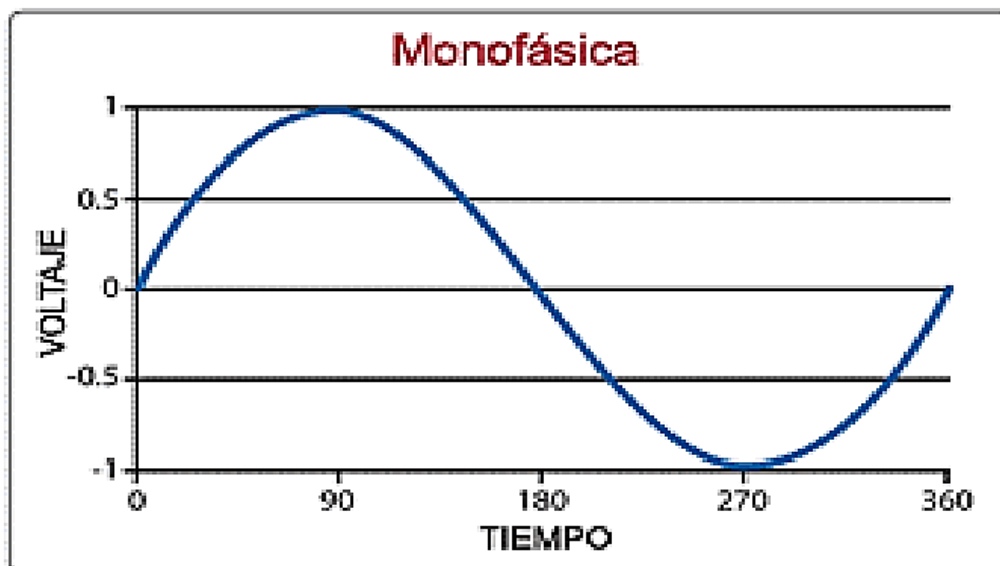
A frecuencias muy altas, en lugar de ferro magnetos, se utilizan magneto-aislantes para circuitos magnéticos, en los que, debido a la muy alta resistencia, las corrientes parásitas prácticamente no se producen.

- **Corriente monofásica**

Una corriente monofásica está formada por una única corriente alterna o fase y por lo tanto todo el voltaje varía de la misma forma.

La distribución monofásica de la electricidad se suele usar cuando las cargas son principalmente de iluminación y de calefacción, y para pequeños motores eléctricos.

Gráfico 7. Representación gráfica de la Corriente monofásica



Fuente: Electromundo, 2016, <https://electromundo.pro/que-son-los-sistemas-monofasicos-funcion-y-usos/>

- **Corriente trifásica**

Una corriente trifásica es un conjunto de tres corrientes alternas monofásicas de igual frecuencia y amplitud, que presentan una diferencia de fase entre ellas de 120° eléctricos, y están dadas en un orden determinado.

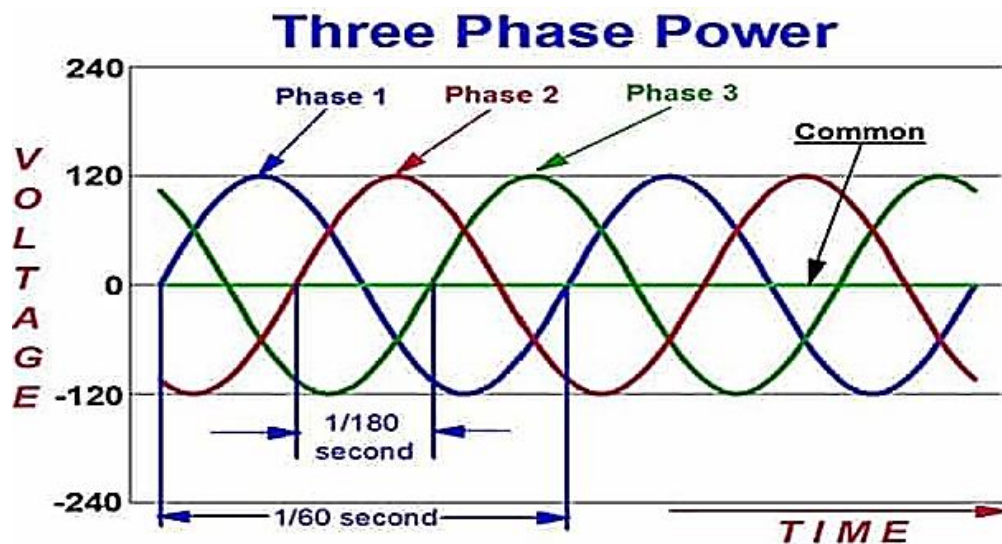
Cada una de las corrientes monofásicas que forman el sistema se designa con el nombre de fase.

El sistema trifásico presenta una serie de ventajas, como son:

- La economía de sus líneas de transporte de energía y de los transformadores utilizados.
- El elevado rendimiento de los receptores, especialmente motores, a los que la línea trifásica alimenta con potencia constante.

Los generadores utilizados en centrales eléctricas son trifásicos, dado que la conexión a la red eléctrica debe ser trifásica (salvo para centrales de poca potencia). La trifásica se usa masivamente en industrias, donde las máquinas funcionan con motores trifásicos.

Gráfico 8. Representación gráfica de la Corriente trifásica



Fuente: Electromundo, 2016, <https://electromundo.pro/que-son-los-sistemas-monofasicos-funcion-y-usos/>

2.13. ¿Qué es el voltaje?

Según María Estela Raffino:

El voltaje es la magnitud que da cuenta de la diferencia en el potencial eléctrico entre dos puntos determinados. También llamado diferencia de potencial eléctrico o tensión eléctrica, es el trabajo por unidad de carga eléctrica que ejerce sobre una partícula un campo eléctrico, para lograr moverla entre dos puntos determinados.

Cuando se unen dos puntos que presentan diferencia de potencial eléctrico con un material conductor, se producirá un flujo de electrones, lo que se conoce como corriente eléctrica, que llevará parte de la carga desde el punto de mayor al de menor potencial.

Dicha diferencia de potencial eléctrico es el voltaje, y dicha corriente cesará en cuanto ambos puntos tengan el mismo potencial, a menos que se mantenga cierta diferencia de potencial mediante un generador o una fuente externa de algún tipo.

De ese modo, cuando se habla del voltaje de un solo punto, se lo refiere en comparación con cualquier otro cuerpo con el que entre en contacto y cuyo potencial se asume igual a cero.

- **Tipos de voltaje**

Existen los siguientes tipos de voltaje:

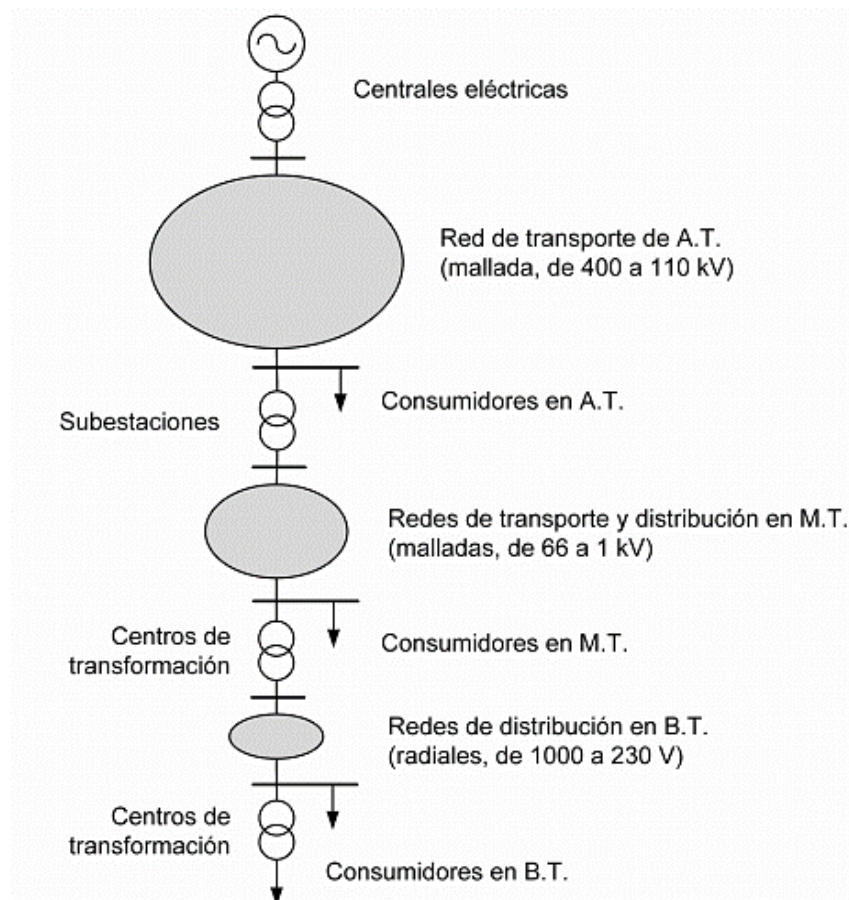
- a) Voltaje inducido.** Se llama así a la fuerza electromotriz o voltaje inducido necesario para generar energía eléctrica dentro de un circuito, es decir, para generar una diferencia de potencial. En un circuito abierto dicha fuerza puede mantener la tensión eléctrica entre dos puntos, en un circuito cerrado, generará un flujo de corriente.
- b) Voltaje alterno.** Se representa por las letras VA , con valores positivos y negativos en un eje cartesiano, dado que se considera una onda sinusoidal. Es el voltaje más usual en las tomas de corriente porque es el más fácil de generar y transportar. Como su nombre lo

indica, es un voltaje con valores alternos, no constante en el tiempo y su frecuencia dependerá del país o de la región específica.

- c) **Voltaje de corriente directa.** Es usual en motores y baterías, y se obtiene de la transformación de la corriente alterna en corriente más o menos continua, con pequeñas crestas, mediante fusibles y transformadores.
- d) **Voltaje continuo.** También llamado voltaje de corriente continua (VCC), se trata de la corriente más pura que hay, presente en chips, microprocesadores y otros artefactos que requieren de voltajes continuos y constantes. Suele obtenerse luego de tratamiento con condensadores electrolíticos. (Raffino, 2020)

2.14. Sistemas eléctricos

Gráfico 10. Estructura de un sistema eléctrico



Fuente: Ed. Thomson, 2004, <https://www.mheducation.es/bcv/guide/capitulo/844814807X.pdf>

Los sistemas eléctricos se pueden clasificar de acuerdo con el grado de tensión que manejan, así pues, tenemos:

a) Alta tensión: aquellos en los que se utilizan tensiones alternas de valor eficaz superior a 1000 V o tensiones continuas superiores a 1500 V . Normalmente las instalaciones de alta tensión son de corriente alterna trifásicas y la tensión de las mismas se refiere al valor de su tensión de línea (tensión eficaz entre cada dos de los tres conductores de fase).

Hay por lo tanto instalaciones de alta tensión en las centrales eléctricas, las líneas eléctricas de transporte y distribución en alta tensión, las subestaciones eléctricas (instalaciones destinadas a maniobras de conexión y desconexión, así como a transformación de la tensión), los centros de transformación, algunas instalaciones industriales cuando utilizan motores de gran potencia, (habituales en sectores como la siderurgia, la fabricación de cemento, etc.).

b) Baja tensión: aquellos en los que se utilizan tensiones alternas de valor eficaz entre 50 V y 1000 V o tensiones continuas entre 75 V y 1500 V . Los sistemas eléctricos de baja tensión se utilizan fundamentalmente para la conversión de la energía eléctrica en otra forma de energía, porque la gran mayoría de receptores eléctricos están diseñados para el funcionamiento a baja tensión. Todas las instalaciones de baja tensión se alimentan con corriente alterna, habitualmente a tensiones eficaces de 120 V y 220 V las monofásicas, y de 380 V (tensión de línea) las trifásicas.

c) Muy Baja Tensión: Corresponden a las tensiones menores de 24 V en lugares húmedos y de 50 V en lugares secos no conductores. Se emplean estas instalaciones en los casos de aparatos con aislamiento funcional solamente, que deban ser utilizados en

emplazamientos muy conductores (como depósitos metálicos, calderas, hornos, etc). La potencia de estos sistemas suele ser baja (inferior a 1 kW). Existen máquinas en las que se maneja una tensión muy alta, por lo que se considera bastante riesgoso manejarlas directamente a través de interruptores directos. (Nogués, 2016)

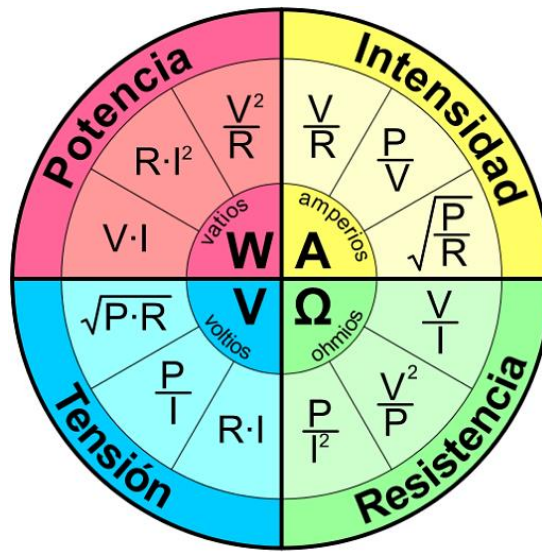
2.15. Ley de Ohm

Según Gerardo Mantilla:

La ley de Ohm, llamada así en homenaje a Georg Simón Ohm (1789-1854), establece que para un cuerpo dado, la corriente y la tensión son directamente proporcionales, o sea que si la tensión en volt aumenta al doble, la corriente en ampere también se duplica.

En la práctica, la LEY DE OHM es utilizada por el electricista para calcular circuitos, decidir qué conductores va a emplear en una instalación y qué tipo de fusibles debe usar para proteger la instalación. También para seleccionar las clavijas, tomacorrientes y demás aparatos a utilizar. Ya sabe usted que la intensidad, o sea la cantidad de corriente de un circuito, depende de la tensión y de la resistencia de este circuito. Se ha visto también que, si por un circuito pasa cierta cantidad de corriente, esto se debe a que una fuerza electromotriz, voltaje o tensión la obliga a hacerlo y que la intensidad de la corriente está limitada por la resistencia del circuito. Es decir, que, si se le da valores numéricos a la corriente, este valor dependerá del valor que tengan la tensión y la resistencia. La fórmula matemática de la relación entre los tres factores es:

Ecuación 3. Fórmulas de la Ley de Ohm



Fuente: Electromundo. 2018, <https://electromundo.pro/concepto-de-la-ley-de-ohm-que-es-funcion-y-usos/>

Ecuación 4. Ley de OHM

$$V = I * R$$

Fuente: Electromundo. 2018, <https://electromundo.pro/concepto-de-la-ley-de-ohm-que-es-funcion-y-usos/>

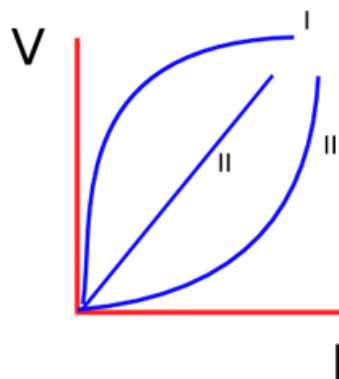
Dónde:

V = Es el potencial o diferencia de potencial

I = Es la intensidad de corriente

R = La resistencia

Figura 11. Relación de Voltaje e Intensidad



Fuente: Físic, 2018, <https://www.fisic.ch/contenidos/electricidad/ley-de-ohm-y-resistencia/>

La resistencia de un material no depende de la diferencia de potencial, ni tampoco de la intensidad de corriente, sino de aspectos geométricos como el largo y la sección transversal, y de las características microscópicas del material, la cual está dada por la resistividad.

Hay materiales en los que la razón entre V/I no es una constante, a estos se le denomina materiales no óhmicos. En cambio, en los que, si se cumple, se dice que son materiales óhmicos. (Mantilla, 1983)

2.16. Riesgo eléctrico

Según la Secretaría de Salud Laboral UGT-Madrid:

“Entendemos por riesgo eléctrico “aquel originado por energía eléctrica, tales como: choques eléctricos por contacto con elementos en tensión, quemaduras por choque o arco eléctrico, caídas o golpes a consecuencia de choque o arco eléctrico, así como explosiones o incendios causados por la electricidad”. (UGT-Madrid, 2011)

Según ENEL distribución Perú:

Se refiere a la posibilidad de contacto del cuerpo humano con la corriente eléctrica y que puede resultar en un peligro para la integridad de las personas.

- **Factores que determinan la gravedad**

1. Intensidad de la corriente eléctrica: A partir de los 8 mA (miliamperios) se pueden ocasionar contracciones musculares y la contracción repetida (tetanización) en las manos y brazos. Mientras que entre los 30 a 50 mA se produce fibrilación ventricular si la corriente pasa por la región cardíaca.
2. Si la corriente es continua o alterna: si es continua no hay tanto peligro, aunque hay otros factores que pueden influenciar en la gravedad del accidente.

3. El recorrido de la corriente eléctrica: la gravedad depende de la trayectoria que siga la corriente eléctrica a través del cuerpo, la misma que podría ser: de una mano a la otra, desde la mano hasta el pie (sin pasar por el corazón), desde la mano hasta el pie (pasando por el corazón), desde la mano hasta la cabeza y desde la cabeza hasta los pies.
4. Tiempo de exposición a la corriente: cuanto mayor es el tiempo de exposición, mayores las probabilidades de causar daño grave.
5. Resistencia a la corriente y tensión de contacto: la gravedad del accidente también depende de si hay resistencia a la corriente eléctrica ya que, a menor resistencia, mayor intensidad. (ENEL, 2018)

2.16.1. Efectos de la corriente eléctrica en el cuerpo humano. Según Jaime Nogués:

Raramente percibimos una corriente de $50mA$. Un miliampere nos da una sacudida alarmante; diez miliamperes producen movimientos incontrolados; treinta miliamperes, si persisten durante un segundo o más, pueden paralizar los músculos respiratorios. Las corrientes mayores pueden paralizar el corazón.

- a) Paro cardíaco: debido al paso de corriente eléctrica el corazón se paraliza, sus consecuencias son irreversibles y pueden llegar a la muerte.
- b) “Fibrilación ventricular: Es una falta de sincronización de las contracciones musculares del corazón, que produce una alteración del ritmo cardiaco debido al paso de la corriente eléctrica y que puede degenerar en un paro cardíaco. Se considera como la causa principal de muerte por choque eléctrico.”
- c) Contracción muscular (o tetanización): movimiento incontrolado de los músculos debido a la acción de la corriente eléctrica, con pérdida de control en brazos y piernas.

Cuando sucede la persona queda sujeta al elemento que transmitía la tensión y es incapaz de soltarse por sí sola.

- d) **Asfixia:** es la contracción de los músculos de los pulmones y se manifiesta en el individuo como dificultad para respirar; puede ocasionar paro respiratorio hasta llegar a la muerte.
- e) **Aumento de la presión sanguínea:** se produce el paso de la corriente eléctrica por la sangre a lo largo de las arterias y las venas.
- f) **Quemaduras:** Se pueden producir por el paso de la corriente eléctrica o incendio de origen eléctrico. Para efectos de comprensión se debe tener en cuenta la siguiente tabla, la cual muestra los efectos fisiológicos mencionados anteriormente vs. la intensidad producida sobre una persona adulta, con un peso de 50 kg.

Tabla 1. Efectos fisiológicos producidos por el paso de una intensidad eléctrica

Intensidad	Efectos fisiológicos que se observan en condiciones normales
0 – 0,5 mA	No se observan sensaciones ni efectos. El umbral de percepción se sitúa en 0,5 mA
0,5 – 10 mA	Calambres y movimientos reflejos musculares. El umbral de no soltar se sitúa en 10 mA.
10 – 25 mA	Contracciones musculares. Agarrotamiento de brazos y piernas con dificultad de soltar objetos. Aumento de la presión arterial y dificultades respiratorias.
25 – 40 mA	Fuerte tetanización. Irregularidades cardiacas. Quemaduras, asfixia a partir de 4 segundos.

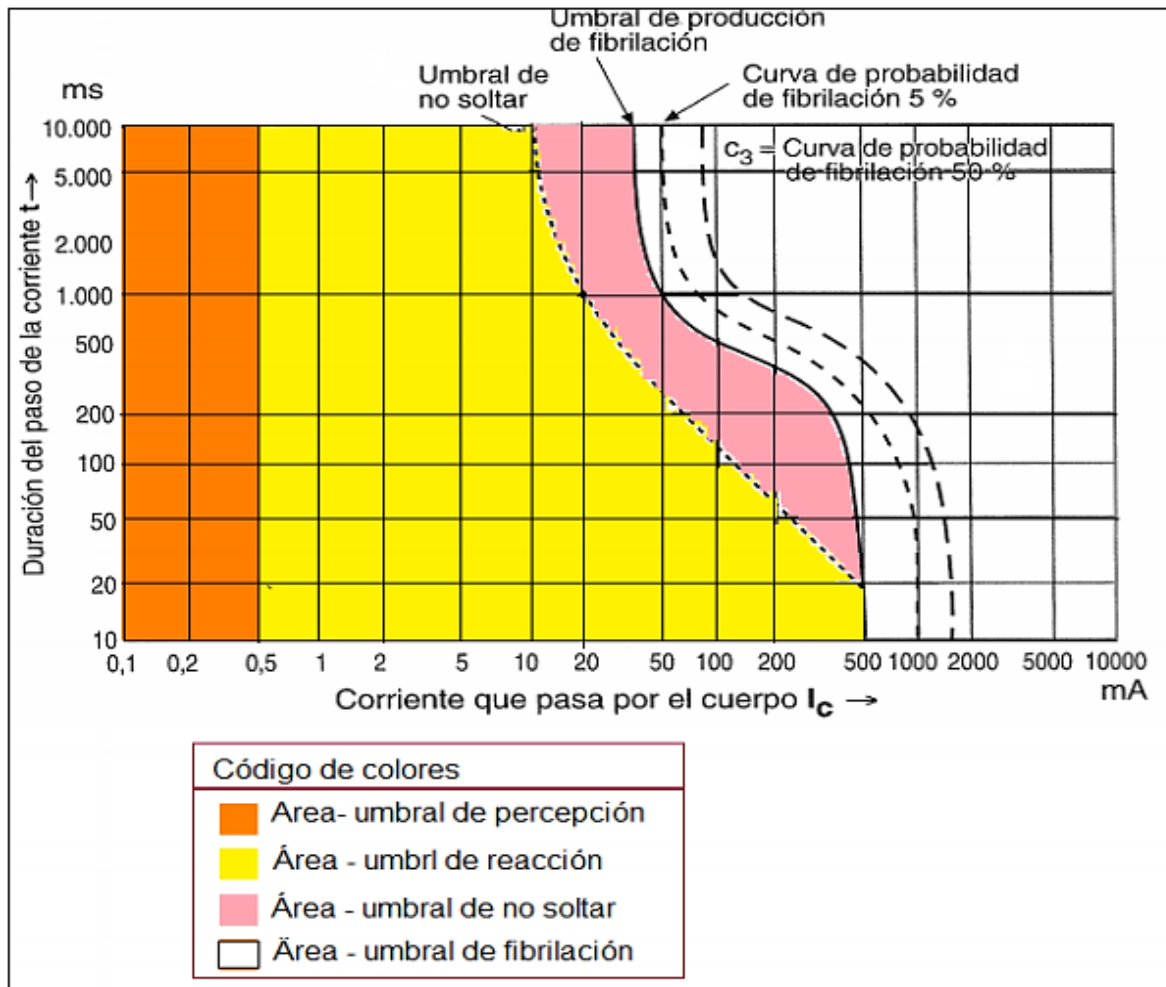
40 – 100 mA	Efectos anteriores con mayor intensidad y gravedad. Fibrilación y arritmias cardiacas.
1 A	Fibrilación y paro cardiaco. Quemaduras muy graves. Alto riesgo de muerte.
1 – 5 A	Quemaduras muy graves. Parada cardiaca con elevada probabilidad de muerte.

Fuente: Jaume Nogués, 2016

La Tabla 1 se nombra los siguientes conceptos:

- Umbral de percepción: es el valor mínimo de corriente que genera una leve sensación en la persona con la que entra en contacto. (Ver rango en Tabla 2)
- Umbral de reacción: difiere al umbral de percepción porque existe una contracción muscular. (Ver rango en Tabla 2)
- Umbral de no soltar (tetanización): sucede cuando entra en contacto una persona con los valores máximos de corriente, esta se carga de electrodos que pueden soltarse. (Ver rango en grafico 2)
- Umbral de fibrilación ventricular: valor que provoca fibrilación ventricular. (Ver rango en grafico2)

Gráfico 11. Efecto de la corriente en la persona – Áreas umbral



Fuente: Jaume Nogués, 2016

En términos generales se contempla que dependiendo de los siguientes aspectos el efecto en la persona será diferente:

- Intensidad de la corriente eléctrica.
- Tiempo de contacto o de paso de la corriente.
- Tensión o diferencia de potencial.
- Resistencia del cuerpo entre los puntos de contacto.
- Trayectoria o recorrido de la corriente a través del cuerpo.
- Condiciones fisiológicas de la persona.

- **Puntos de contacto de la corriente con el cuerpo de la persona.**

Otro factor importante es la trayectoria recorrida por la corriente a través del cuerpo, la cual varía la resistencia de la persona a este impacto. Es entonces cuando trayectorias que atraviesan órganos vitales como corazón, pulmones, cerebro entre otros representan un mayor riesgo en comparación con una trayectoria que atravesase el tronco. Para determinar el factor de riesgo que se generaría si la persona entrara en contacto con la corriente se utiliza la siguiente ecuación:

Ecuación 5. Corriente que llega al corazón

$$I_R = I * F_{cc}$$

Fuente: Jaume Nogués, 2016

En donde:

I_R = Corriente que llega al corazón

I = Corriente del elemento conductor.

F_{cc} = Factor de corriente de corazón (Ver Tabla 2)

Tabla 2. Factores de riesgo para el cuerpo dependiendo la trayectoria

Trayecto de la corriente	Factor de corriente de corazón
Mano izquierda a pie izquierdo, a pie derecho o a los dos pies.	1,0
Dos manos a los dos pies.	1,0
Mano izquierda a mano derecha.	0,4
Mano derecha a pie izquierdo, a pie derecho o a los dos pies.	0,8
Espalda a la mano derecha	0,3
Espalda a la mano izquierda	0,7
Pecho a la mano derecha	1,3

Pecho a la mano izquierda	1,5
Glúteos a la mano izquierda, a la mano derecha o a las dos manos	0,7

Fuente: Jaume Nogués, 2016

Nota: esta tabla muestra efectos causados por cierta intensidad de corriente en un segundo.
(Nogués, 2016)

2.16.2. Choque Eléctrico. Según la ACHS Nro. 1 en prevención:

Es la posibilidad de sufrir un daño como consecuencia del paso de la corriente por nuestro cuerpo.

Efecto físico de una corriente eléctrica que penetra en el cuerpo, que va desde una descarga leve de electricidad estática hasta un accidente con una línea de alta tensión, o impacto de un rayo, pero más a menudo, provocado por la corriente domiciliaria.

El choque eléctrico se puede dar de forma accidental debido a un mal diseño del equipo, fallas eléctricas, error humano o a una combinación de circunstancias desafortunadas.

Que tan letal puede ser el choque eléctrico está en función de la cantidad de corriente que pasa a través del cuerpo y del tiempo.

Algo interesante es que la severidad del choque eléctrico varía un poco, dependiendo de:

- Edad
- Sexo
- Condiciones Físicas de la persona

El nivel de corriente (**A**) para matar a un ser humano es notablemente bajo.

Por esa razón debemos evitar los choques eléctricos.

2.16.3. Efectos del choque eléctrico en el cuerpo humano

- Efectos físicos inmediatos

Paro cardíaco: Se produce cuando la corriente Pasa por el corazón y su efecto en el organismo Se traduce en un paro circulatorio por Detención cardíaca.

Asfixia: Cuando la corriente eléctrica atraviesa El tórax, se tetaniza el diafragma y como Consecuencia de ello los pulmones no tienen Capacidad para ingresar aire ni para expulsarlo.

Quemaduras: Internas o externas, por el paso de La intensidad de corriente a través del cuerpo. Se Producen zonas de necrosis (tejidos muertos) y Las quemaduras pueden llegar a alcanzar órganos Profundos, músculos, nervios e incluso a los Huesos.

Tetanización: Contracción muscular, que anula La capacidad de reacción muscular, impidiendo la Separación voluntaria del punto de contacto (los Músculos de las manos y los brazos se contraen Sin poder relajarse).

Fibrilación ventricular: Se produce cuando la Corriente pasa por el corazón y se traduce en un Paro circulatorio por alteración del ritmo cardíaco. El corazón, al funcionar descoordinadamente, no Puede bombear sangre. Ello es grave en el cerebro Donde es imprescindible una oxigenación continua.

Lesiones permanentes: Producidas por destrucción de la parte afectada del Sistema nervioso (parálisis, contracturas Permanentes, etc.).

- Efectos no inmediatos

Manifestaciones renales: Los riñones pueden Quedar bloqueados por las quemaduras, ya que Deben eliminar gran cantidad de mioglobina Y hemoglobina que les invade después de Abandonar los músculos afectados, así como Las sustancias tóxicas que resultan de la Descomposición de los tejidos destruidos por Las quemaduras.

Trastornos cardiovasculares: La descarga Eléctrica puede provocar pérdida del ritmo Cardíaco y de la conducción aurículo-ventricular e Intraventricular, manifestaciones de insuficiencias Coronarias agudas que pueden llegar hasta el Infarto de miocardio, además de taquicardias, Vértigo, cefaleas, etc.

Trastornos nerviosos: La víctima de un choque Eléctrico puede sufrir trastornos nerviosos Relacionados con pequeñas hemorragias, Fruto de la desintegración de la sustancia Nerviosa central o medular. Por otra parte, Es muy frecuente la aparición de neurosis De tipo funcional más o menos graves, Transitorias o permanentes.

Trastornos sensoriales, oculares y auditivos: Trastornos oculares ocasionados por los efectos Luminosos y caloríficos del arco eléctrico. En la mayoría de los casos se traducen en Manifestaciones inflamatorias del fondo y Segmento anterior del ojo. Los trastornos auditivos Comprobados pueden llegar hasta la sordera Total y se deben generalmente a un traumatismo Craneal, a una quemadura grave de alguna parte Del cráneo o a trastornos nerviosos.

2.16.4. Electrocuación: Es un choque eléctrico mortal. Se produce por el mecanismo de sobre estimulación celular de órganos vitales, sobre todo a nivel cardiaco, respiratorio y cerebral. Si la descarga afecta a la musculatura cardiaca puede provocar una fibrilación ventricular y esta puede llevar al paro cardíaco. Si afectara a la musculatura respiratoria podría provocar una parada respiratoria y esta a su vez llevaría a un paro cardiaco.

Las lesiones por electricidad pueden manifestarse de forma súbita, inmediata a la electrocuación o bien pueden aparecer pasadas unas horas del accidente. Por tanto, se deberá vigilar constantemente al accidentado hasta la llegada del equipo profesional. (ACHS, 2015)

2.16.5. Corto circuito. Según Rafael Álvarez – Irecyl:

Se produce cuando dos conductores de diferente potencial eléctrico se ponen en contacto. El caso más típico es: la fase se toca con el neutro o con tierra y, en este caso, lo que sucede es una violenta suba de la corriente con el consecuente arco eléctrico⁸ o fogonazo. En el corto se pueden ocasionar principios de incendio.

Toda instalación eléctrica debe de estar protegida contra los cortocircuitos, en todos los puntos donde tenemos una discontinuidad eléctrica, esto se produce casi siempre con un cambio de sección de los conductores. La intensidad de la corriente de cortocircuito debe calcularse para cada uno de los diversos niveles de la instalación para poder determinar las características de los componentes que deberán soportar o cortar la corriente de defecto.

Este dato nos permite elegir y regular convenientemente las protecciones, se utilizan las curvas de intensidad en función del tiempo.

La corriente máxima de cortocircuito nos determina:

El poder de corte en kA de los interruptores automáticos de protección y el poder de cierre de los dispositivos de maniobra. La sollicitación electrodinámica de conductores y componentes.

La corriente mínima de cortocircuito, indispensable para elegir la curva de disparo de los interruptores automáticos y fusibles.

En el caso de fuentes o generadores de alta impedancia (generadores, onduladores) la longitud de los conductores adquiere una gran importancia al modificar la impedancia.

Figura 12. Corto circuito



Fuente: Grupo Navarro, 2018, <https://gruponavarro.pe/electricidad-domiciliaria/cortocircuito-electrico/>

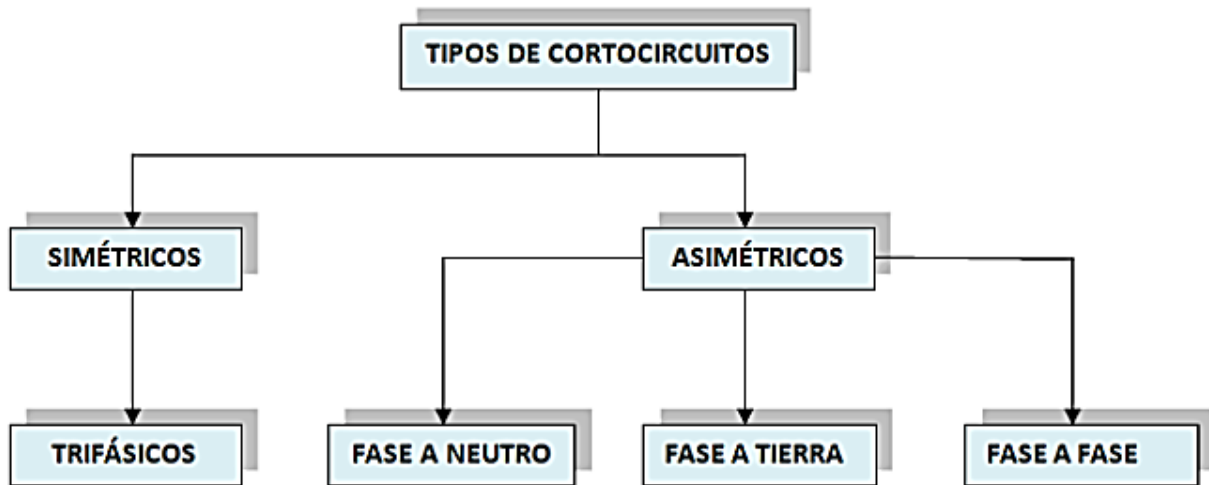
¿Cuándo se produce un cortocircuito?

El contacto directo provoca que la resistencia del circuito baje hasta cero, generando un aumento brusco de la intensidad de la corriente (pierde el equilibrio) según la ley de Ohm (la diferencia de potencial que se aplica entre los extremos de un conductor determinado es proporcional a la intensidad de corriente que circula por el conductor).

El aumento de la intensidad de la corriente es tan elevado que si no se interrumpiera el fluido eléctrico en cuestión de mili-segundos se podría derretir el aislante del cableado por las elevadas temperaturas.

En un circuito de corriente continua el cortocircuito se produce por el contacto entre el polo *negativo* (–) y el *positivo* (+). Y en el circuito de corriente alterna se produce por la unión del neutro y fase (o entre dos fases). (Álvarez-Irecyl, 2017)

Gráfico 12. Tipos de cortocircuitos



Fuente: Grupo Navarro, 2018, <https://gruponavarro.pe/electricidad-domiciliaria/cortocircuito-electrico/>

2.16.6. Sobrecarga. Según el Ing. Manny August FitzStephen Bono:

Una sobrecarga eléctrica se trata de una situación donde la suma de la potencia de los aparatos eléctricos conectados y utilizados al mismo tiempo, sobrepasan la capacidad de la potencia para la que está diseñado el circuito eléctrico.

Una vivienda puede poseer una capacidad instalada de 9 a 16 amperios, por lo que si tenemos aparatos electrónicos con alto consumo eléctrico (Horno eléctrico, lavavajillas, estufas, aires acondicionados, calefacción entre otros) y si lo encendemos todos simultáneamente, podría sobrepasar la capacidad instalada del circuito eléctrico. Pero al ser detectados dentro del circuito, pueden generarse corte de luz para la protección de los electrodomésticos y los componentes del circuito.

Se produce cuando por un cable o circuito pasa más corriente que la que éste soporta; su consecuencia es el recalentamiento. Si la sobrecarga es fuerte o prolongada, el deterioro de la

aislación puede provocar directamente fuego o un eventual cortocircuito al derretirse las partes aislantes. (Bono, 2017)

2.16.7. Fuga. El sistema de corriente alterna (los que tenemos en todos lados, desde una casa hasta un escenario) trabaja con “referencia a tierra”. Esto quiere decir que la corriente busca el camino más corto a la tierra (potencial cero). Hay una fuga cuando accidentalmente un conductor eléctrico vivo que está dañado fuga parte de su corriente a tierra.

El uso del disyuntor evita prácticamente toda posibilidad de fugas, al menos las más peligrosas.

Figura 13. Fuga de corriente



Fuente: Decoración, 2017, <https://decoraciondemica.com/reformas/como-identificar-una-corriente-de-fuga-en-tu-vivienda/>

Para entender el fenómeno es necesario saber que los materiales se dividen en dos: conductores y aislantes. Estos últimos sirven para contener el voltaje y evitar que fluya la corriente de los conductores hacia afuera de los mismos. Cuando los aislantes fallan, esto es, que se comienzan a hacer conductores, en ese momento dejan de hacer su función y la energía eléctrica se fuga a través de estos elementos que perdieron sus características y su capacidad de aislar. (Hernández, 2017)

2.16.8. Explosión por arco eléctrico. El aire tiene propiedades aislantes respecto a la conducción de la corriente eléctrica. Sin embargo, si la diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos separados por aire una cierta distancia es lo suficientemente grande, puede superarse la rigidez dieléctrica del mismo², permitiendo pasar la corriente a través de él. En ese momento se produce el denominado arco eléctrico, una especie de “salto” de la corriente eléctrica a través del aire desde un elemento conductor a otro. En un arco eléctrico pueden producirse temperaturas de miles de grados centígrados, capaces de fundir los elementos metálicos, normalmente de cobre o aluminio, existentes en sus proximidades. Tras generarse el arco se produce una dilatación súbita del aire (explosión) que proyecta los metales fundidos (a modo de metralla) a distancias que pueden alcanzar varios metros.

Todas estas características hacen que un trabajador expuesto a un arco eléctrico puede verse afectado, entre otros, por los siguientes riesgos:

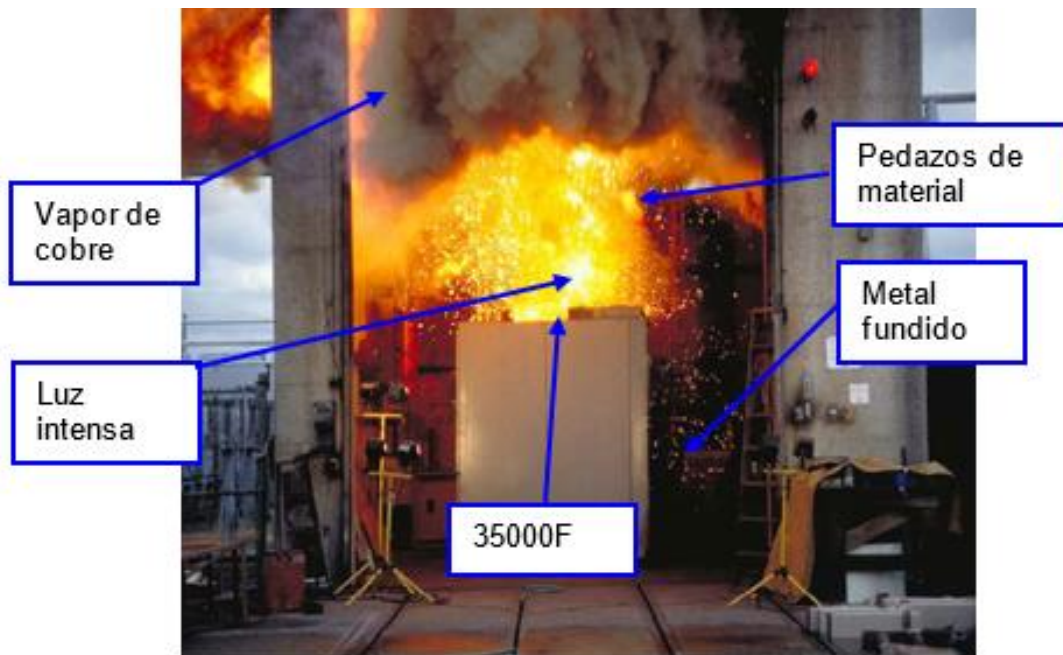
- Altas temperaturas y emisión de radiaciones ultravioletas e infrarrojas capaces de provocar quemaduras de tercer grado a la persona expuesta. Proyecciones de materiales fundidos, con capacidad para penetrar en el cuerpo de la persona afectada.
- Altos niveles de ruido que pueden producir roturas timpánicas (posibilidad de superar los 160dB).
- Ionización del aire circundante, pudiendo provocar arcos en cadena entre otros elementos en tensión. El daño potencial que el arco es capaz de producir va a depender básicamente de: Intensidad de cortocircuito en el punto de operación (I_{cc}).
- Tiempo de respuesta de las protecciones eléctricas instaladas.

Distancia al punto de generación. La I_{cc} va a estar en función de:

- Punto de la instalación en el que nos encontremos, (a medida que nos alejemos del transformador su valor se irá reduciendo paulatinamente).
- Intensidad nominal en el punto de operación. Intensidad que será lógicamente proporcional a la potencia admisible en el circuito.
- Tensión de alimentación.

Cuando los materiales fundidos de un equipo son lanzados de manera explosiva debido a arcos de alto amperaje.

Figura 14. Explosión causada por un arco eléctrico



Fuente: Faradyos, 2015, <https://www.faradayos.info/2018/01/descargas-arco-electrico-seguridad.html?m=1>

Un arco eléctrico es una transmisión de corriente eléctrica a través del aire entre un conductor vivo expuesto a otro o a tierra. Produce temperaturas extremadamente altas, intenso calor radiante, explosiones sonoras y ondas de presión, destellos de luz intensa. Dependiendo de la intensidad del arco eléctrico, este puede ser catastrófico.

Las causas por la que se produce una falla de arco eléctrico en una instalación pueden ser:

a) Causas Evolutivas

Las causas evolutivas son consecuencia de un debilitamiento de la resistencia de aislamiento entre fases o entre fases y tierra, este debilitamiento puede ser por la formación de depósitos, impurezas, polvo, corrosión, etc.

Figura 15. Sistema arrancador de un motor



Fuente: Faradyos, 2015, <https://www.faradayos.info/2018/01/descargas-arco-electrico-seguridad.html?m=1>

Se observa este tipo de fenómeno en instalaciones que tiene procesos de producción por periodos largos, ya que debido a esto no se aplican los procesos de mantenimientos respectivos.

La degradación progresiva del aislamiento puede igualmente deberse a un calentamiento en terminales, cables, por ejemplo, por una mala conexión o por un aflojamiento progresivo de un borne. La elevación de la temperatura en un punto próximo a uno defectuoso puede inducir a la descomposición de los aislantes cercanos, y como consecuencia producirse una descarga de arco.

b) Causas Mecánicas

Las causas mecánicas se deben a la intervención de un elemento ajeno a la propia estructura de la instalación, este es el caso de intervenciones inadecuadas del personal de mantenimiento, no siempre se respetan estrictamente las normas que fijan precauciones a tomar en caso de actuaciones en partes bajo tensión.

Figura 16. Personal trabajando en barras principales



Fuente: Faradyos, 2015, <https://www.faradayos.info/2018/01/descargas-arco-electrico-seguridad.html?m=1>

Se observa, por ejemplo: Para no perturbar el funcionamiento general de una instalación, un electricista que tiene que realizar una verificación, abre los paneles posteriores de un MCC, y sobre el juego de barras se pone a trabajar, pensando que tendrá suficiente cuidado, si una herramienta se resbala y escapa de las manos, está cae sobre las barras, y se produce una descarga de arco con consecuencia de quemaduras serias para el trabajador imprudente.

c) Por Sobre-tensiones

Cuando el espacio de aire entre conductores de diferentes fases es muy estrecho (debido a la mala calidad del diseño o al daño de los conductores), el arco puede ocurrir durante una sobretensión temporal.

Algunas sobretensiones de valores elevados, pueden producir descargas en paneles bien diseñados e instalados. En las redes de BT pueden encontrarse valores de hasta 8 o 10KV. Por ejemplo, cuando se energizan o des-energizan los transformadores. La instalación de limitadores de sobretensión en los bornes de BT, es el mejor medio de protegerse contra este tipo de incidentes. (Márquez, 1991)

2.17. Ley de Faraday

La Ley de Faraday está basada en los experimentos que hizo Michael Faraday en 1831 y establece que el voltaje (*FEM* =Fuerza Electromotriz Inducida) inducido en una bobina es directamente proporcional a la rapidez de cambio del flujo magnético por unidad de tiempo en una superficie cualquiera con el circuito como borde:

Ecuación 6. Ley de Faraday

$$\epsilon = -N \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$$

Fuente: Luciano Federico López, 2004

Donde θ es la *FEM* inducida, N es el número de vueltas de la bobina, y $\Delta\theta$ es la variación del flujo magnético en un tiempo Δt . Cuando el flujo magnético se da en webers y el tiempo en segundos, la fuerza electromotriz inducida resulta en volts. Un volt es igual a un weber-vuelta por segundo. El signo negativo se debe a que el voltaje inducido tiene un sentido tal que establece una corriente que se opone al cambio de flujo magnético. El cambio del número de líneas magnéticas que pasan por un circuito induce una corriente en él, si el circuito está cerrado, pero el cambio siempre induce una fuerza electromotriz, esté o no el circuito cerrado. (López, 2004)

2.18. Centro de carga

Según el Código Eléctrico Nacional NEC, Artículo 100:

Panel de Distribución Un panel o grupo de paneles diseñados para ensamblarse en forma de un solo panel, incluyendo barras, los dispositivos automáticos de sobre corriente, equipado con o sin suiches para el control de alumbrado, calefacción o circuitos de potencia diseñado para ser instalado en un gabinete o caja de cortacircuitos, colocado en o contra una pared o tabique accesible solo por el "rente.

Un centro de carga es un dispositivo que suministra electricidad a partir de una fuente de energía eléctrica a cargas en aplicaciones residenciales, comerciales, industriales ligeras. Que requiere de un dispositivo para dividir esta energía eléctrica para los ramales y para proteger estos ramales contra sobrecargas y cortocircuitos. Este dispositivo se llama centro de carga.

Los centros de carga son tableros metálicos que soportan una cantidad determinada de pastillas termo-magnéticas para proteger y desconectar pequeñas tensiones eléctricas.

Todos los edificios, sin importar su giro necesitan de la energía eléctrica para alumbrar o alimentar equipos. Para lograr esto se necesita llevar la energía desde las líneas de suministro hasta el inmueble con ayuda de conectores.

La energía se concentra en el centro de carga y parte a los ramales o tomas de los circuitos. Si en uno de ellos hay una sobrecarga de energía, el centro de carga protege el circuito cortando la tensión eléctrica. (NEC, 2010)

- **Distintos centros de carga portátiles**

Figura 17. Centro de carga para 200 A



Fuente: Elaboración propia, 2019

Figura 18. Centro de carga de 300 vista frontal



Fuente: Elaboración propia, 2019

Figura 19. Centro de carga de 300 vista lateral



Fuente: Elaboración propia, 2019

2.19. Seguridad eléctrica

Según Oscar Montiel:

“Es una cuestión de actitud mental (la sensación de que usted desea trabajar en forma segura), conocimientos profesionales y sentido común, no solamente desde el punto de vista de protección propia, así también del entorno general. Cuando se trabaja con electricidad, no hay libertad de acción para los errores, las improvisaciones ni las decisiones”.

Figura 20. Equipo de protección

#SALUDOCUPACIONAL



TU SEGURIDAD ES PRIMORDIAL

Fuente: Salud ocupacional, 2019, <https://www.pinterest.es/pin/566186984387928368/>

2.19.1. Extintor de fuego portátil. Según NFPA. Norma NFPA 10, USA:

Los extintores portátiles son aparatos de accionamiento manual que permiten proyectar y dirigir un agente extintor sobre un fuego. Se diferencian unos de otros en atención de una serie de características como agente extintor contenido, sistemas de funcionamiento, eficacia, tiempo de descarga y alcance.

En las etiquetas de los extintores podemos ver siempre de que tipo son, esas letras pueden ser A, B, C y D. Hacer referencia al tipo de fuego que puede sofocar el extintor. Aquí tienes información de los tipos de fuego. En resumen, los tipos de fuego son:

Tabla 3. Tipos de fuego y extintor

TIPOS DE FUEGO		
		Madera, papel, cartón, tela, plástico etc.
		Pintura, gasolina, petróleo, etc.
		Equipos o instalaciones eléctricas.
		Sodio, potasio, magnesio, aluminio, titanio, etc.
		Grasas y aceites de cocina.

Fuente: Liliana Suarez, 2009, <http://normasdeseguridadenellaboratorio.blogspot.com/2009/12/matafuegos.html>

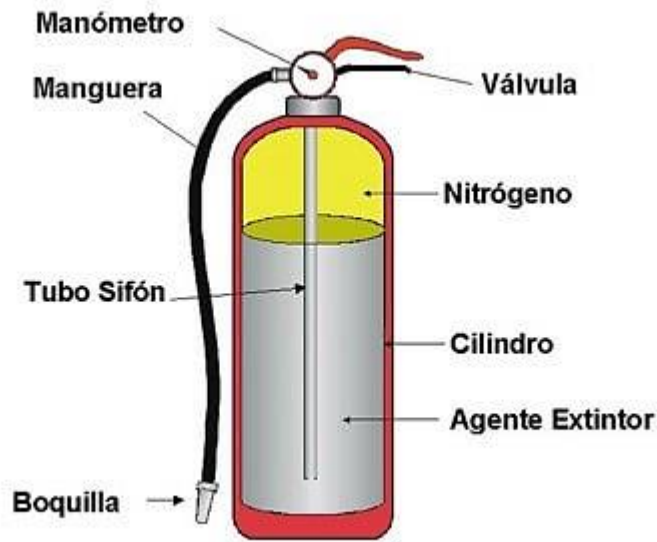
- **Extintores de Polvo ABC**

Es el tipo más común y usado en cualquier edificio. Es indicado para fuegos de tipo A, B y C y al ser de polvo evita el riesgo eléctrico. Es el más recomendable para casas, oficinas o cualquier edificio.

Los extintores de eficacias ABC son extintores de polvo, los más usados son extintores de 6kg eficacia 27A 183 B, aunque también son válidos los extintores de eficacia 21A 133B.

(Association, 2007)

Figura 21. Partes de un extintor



Fuente: Liliana Suarez, 2009,
<http://normasdeseguridadenellaboratorio.blogspot.com/2009/12/matafuegos.html>

2.19.2. Disyuntor termo-magnético (automático). Dispositivo de protección provisto de un comando manual y cuya función es desconectar automáticamente una instalación o la parte fallada de ésta, por la acción de un elemento termo-magnético u otro de características de accionamiento equivalentes, cuando la corriente que circula por ella excede valores preestablecidos durante un tiempo dado. (INAMU, 2016)

2.19.3. Disyuntor diferencial. Según José Luis R.:

El interruptor diferencial es un dispositivo electromecánico, es decir que su funcionamiento involucra tanto energía eléctrica como mecánica, que se utiliza como un sistema de protección automático en caso de haber fallas en el circuito eléctrico, con el fin de proteger a las personas.

Esta forma parte de cualquier instalación eléctrica que tenga contacto con personas, con el fin de cortar la corriente inmediatamente en el momento en que detecta una falla o fuga dentro del circuito, protegiendo así la integridad de todo el que pueda estar en contacto.

Interrumpe el flujo de corriente al detectar una fuga superior a los 30mA de corriente.

Esto lo convierte en un dispositivo fundamental para proteger la integridad física de las personas, incluso reduciendo drásticamente los riesgos de muerte por contactos accidentales con las partes “vivas” (con electricidad) de la instalación. (<https://como-funciona.com>, 2017)

Figura 22. Disyuntor diferencial 30 mA



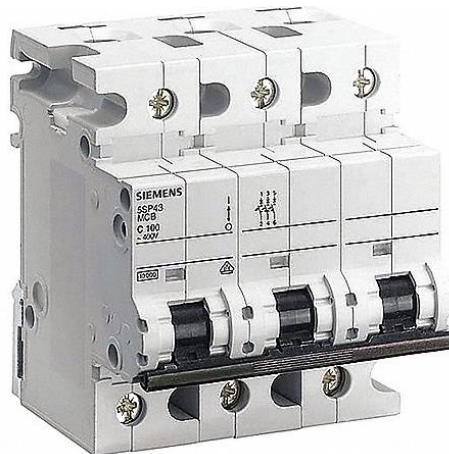
Fuente: Santiago Kohn, 2018, <https://santiagokohn.com.ar/producto/488/disyuntor-diferencial-2x25a-30ma-sica>

2.19.4. Interruptor termo magnético Según la Ing. Susana M. Mancedo:

El Interruptor Termo magnético es un dispositivo de protección de circuitos eléctricos que actúa ante dos distintos tipos de eventos, la parte térmica actúa ante una sobrecarga del circuito y la parte magnética lo hace ante un cortocircuito. Ante todo, aclaremos que un circuito está formado por una serie de conductores y elementos de consumo, estos elementos de consumo son en número limitado y dependiendo del consumo del elemento será el conductor que se colocará y también el interruptor termo magnético. Todo se calcula y existen tablas normalizadas que permiten realizar una instalación eléctrica de manera eficiente, eficaz y segura. Ambos se seleccionan en función al consumo y la normativa es totalmente clara al respecto. La parte térmica actúa cuando el circuito se encuentra sobrecargado, es decir cuando circula por el mismo más corriente de la que admite el conductor.

Comúnmente llamado “térmica”. Protege contra sobrecargas y cortocircuitos interrumpiendo el flujo de corriente cuando ocurre alguna de esas situaciones. Su principal objetivo es prevenir la destrucción de bienes (instrumentos o equipos, y el lugar: sea un bar o un boliche) y reducir los riesgos de incendio por sobrecarga de cables o cortocircuitos. (Mancedo, 2016)

Figura 23. Interruptor termo-magnético



Fuente: Maltec, 2015, <https://www.matelec.com.ar/interruptores/1121-interruptor-termomagnetico-3-polos-neutro-icu-45ka.html>

2.19.5. Criterio de no trabajar bajo carga. Cualquier trabajo de conexión en tableros debe hacerse sin tensión. Además, cualquier reparación por más simple que sea debe hacerse cortando “el suministro”, o sea con los interruptores generales en posición de apagado o la alimentación general desconectada. Por eso la importancia de prestar atención a la hora de manipular cables y tableros. Cualquier contacto accidental provocaría un electroshock, más comúnmente llamado “quedar pegado” o electrocutado. (INAMU, 2016)

2.20. Puesta a tierra

Según Rogelio García Márquez:

"Las instalaciones de puesta a tierra estarán constituidas por uno o varios electrodos enterrados y por las líneas de tierra que conecten dichos electrodos a los elementos que deban quedar puestos a tierra". Otros elementos menos significativos de la instalación de puesta a tierra, tales como: - los puntos de puesta a tierra y - las líneas de enlace con el electrodo de tierra también deberían considerarse, si se desea tener una visión completa de la red de puesta a tierra, conforme se muestra, de manera esquemática. "En las líneas de tierra deberán existir los

suficientes puntos de puesta a tierra que faciliten las medidas de comprobaciones del estado de los electrodos y la conexión a tierra de la instalación".

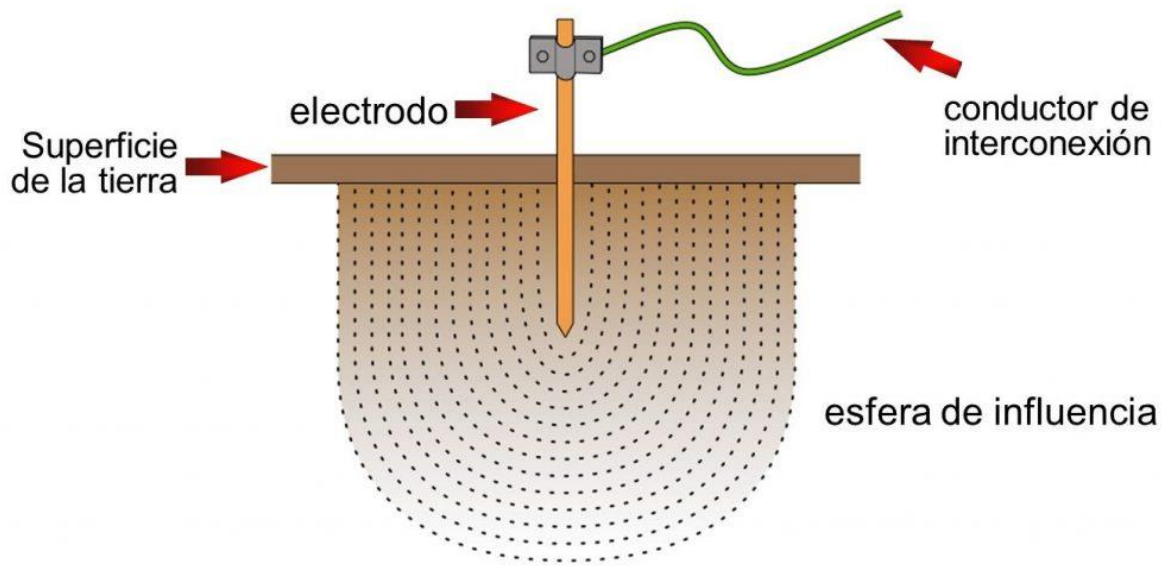
Funciones y objetivos básicos de una instalación de puesta a tierra:

La función de la puesta a tierra (p.a.t) de una instalación eléctrica es la de forzar la derivación, al terreno, de las intensidades de corriente, de cualquier naturaleza que se puedan originar, ya se trate de corrientes de defecto, bajo frecuencia industrial, o debidas a descargas atmosféricas.

Con ello, se logra:

- Limitar la diferencia de potencial que, en un momento dado, puede presentarse entre estructuras metálicas y tierra.
- Posibilitar la detección de defectos a tierra y asegurar la actuación y coordinación de las protecciones, eliminando o disminuyendo, así, el riesgo que supone una avería para el material utilizado y las personas. Limitar las sobretensiones internas (de maniobra - transitorias- y temporales) que puedan aparecer en la red eléctrica, en determinadas condiciones de explotación.
- Evitar que las tensiones de frente escarpado que originan las descargas de los rayos provoquen "cebados inversos", en el caso de instalaciones de exterior y, particularmente, en líneas aéreas. (Márquez, 1991)

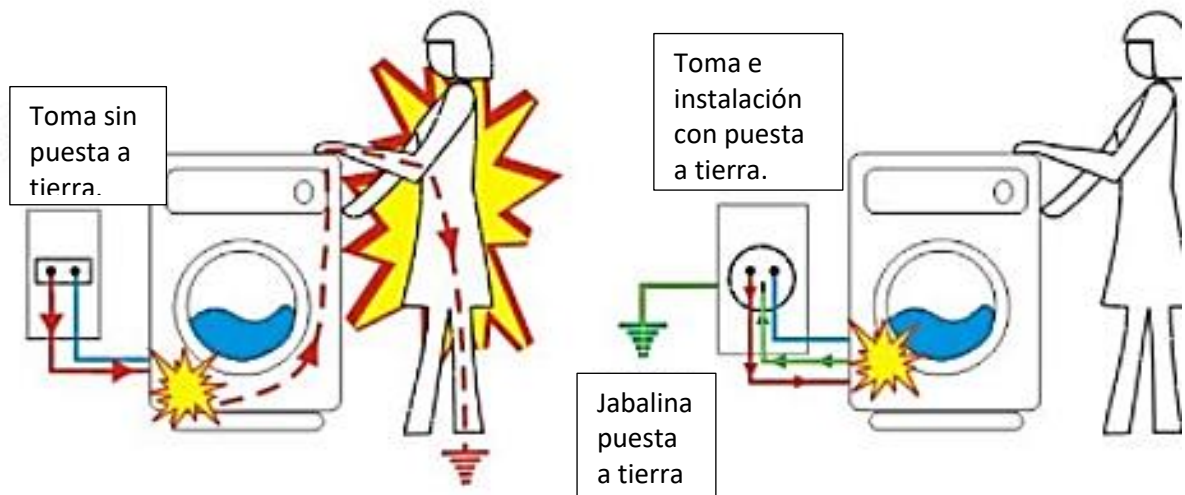
Figura 24. Puesta a tierra



12

Fuente: Ingeniería eléctrica moderna, 2021, <http://global-ingenieriaelectronica.blogspot.com/2018/03/diseño-de-sistema-de-puesta-tierra-11.html>

Figura 25. Comparación con una toma con puesta a tierra y la otra sin puesta a tierra



Fuente: Tesla electricidad, 2020, <https://ingenieriatelsaele.wixsite.com/misitio-3/single-post/2019/05/08/mantenimiento-de-un-pozo-a-tierra-y-su-importancia>

2.20.1. Tipos de sistemas de puesta a tierra. De acuerdo a su aplicación los sistemas de puesta a tierra son:

- **Puesta a tierra para sistemas eléctricos:** El propósito de aterrizar los sistemas eléctricos es limitar cualquier voltaje elevado que pueda resultar de rayos, fenómenos de inducción o de contactos no intencionales con cables de voltajes más altos. Esto se realiza mediante un conductor apropiado a la corriente de falla a tierra total del sistema, como parte del sistema eléctrico conectado al planeta tierra.
- **Puesta a tierra de los equipos eléctricos:** Su propósito es eliminar los potenciales de toque que pudieran poner en peligro la vida y las propiedades, de forma que operen las protecciones por sobre corriente de los equipos. Utilizado para conectar a tierra todos los elementos de la instalación que en condiciones normales de operación no están sujetos a tensiones, pero que pueden tener diferencia de potencial con respecto a tierra a causa de fallas accidentales en los circuitos eléctricos, así como los puntos de la instalación eléctrica en los que es necesario establecer una conexión a tierra para dar mayor seguridad, mejor funcionamiento y regularidad en la operación y en fin, todos los elementos sujetos a corrientes eléctricas importantes de corto circuito y sobretensiones en condiciones de falla.

Generalmente la resistencia a tierra en cualquier punto del sistema, no debe ser mayor a 10 *Ohms*. Para la conexión a tierra de los equipos, se instalan en los edificios, una barra de cobre electrolítico de dimensiones adecuadas, instaladas a unos 60 cm sobre el nivel de piso con una leyenda indicativa, que es de uso exclusivo para el sistema de fuerza en las concentraciones de tableros de cada piso.

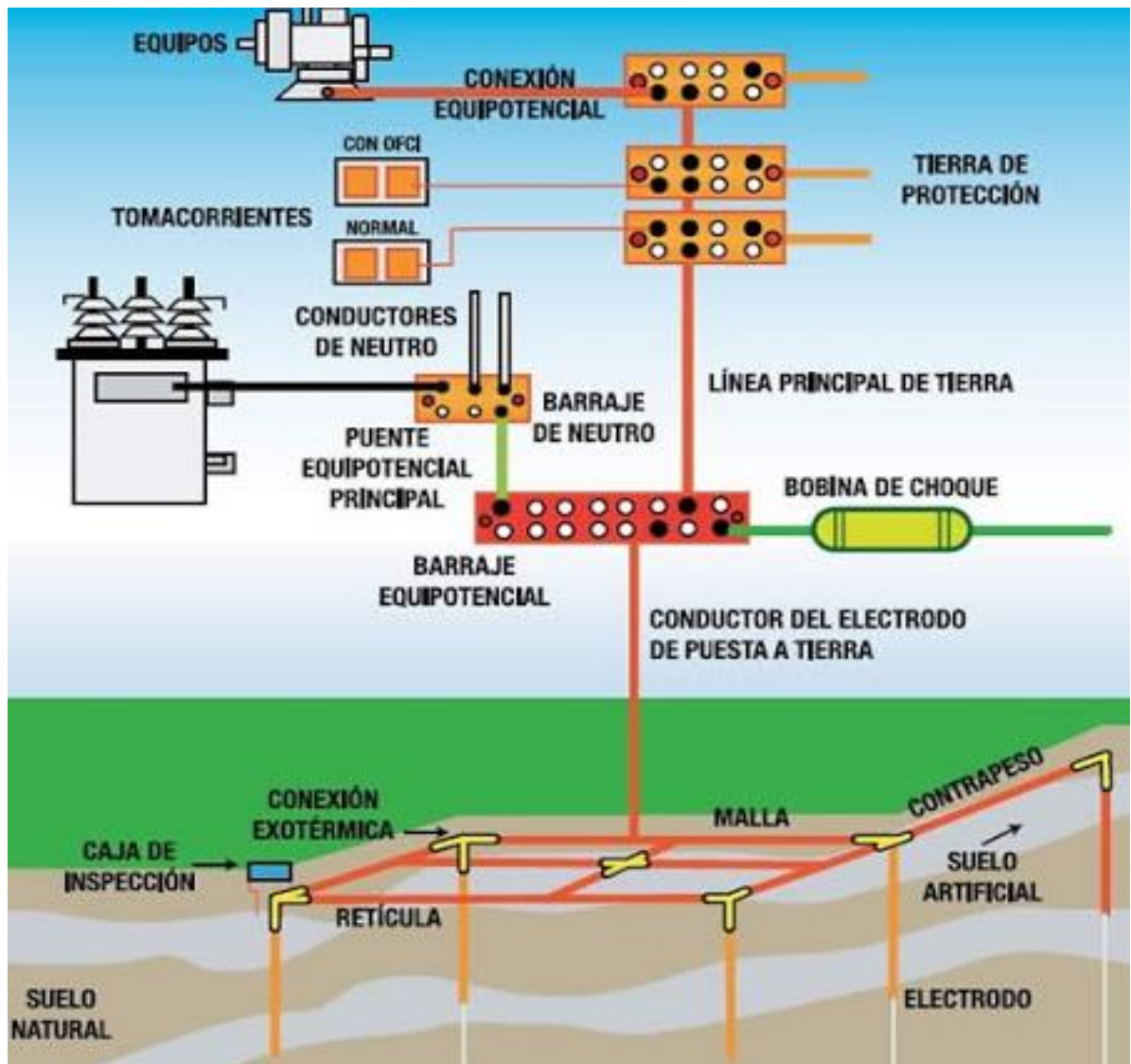
- **Puesta a tierra en señales electrónicas:** Para evitar la contaminación con señales en frecuencias diferentes a la deseada. Se logra mediante blindajes de todo tipo conectados a una referencia cero o a tierra.

Puesta a tierra de protección electrónica. Para evitar la destrucción de los elementos semiconductores por sobre voltajes, se colocan dispositivos de protección de forma de limitar los picos de sobre tensión conectados entre los conductores activos y tierra.

La puesta a tierra de los equipos electrónicos y de control, consta de una serie de electrodos instalados remotamente al edificio. En el interior se instala una barra de cobre electrolítico de dimensiones adecuadas montada a 2.60 metros sobre nivel de piso terminado con una leyenda indicativa, que es de uso exclusivo para el sistema de electrónica.

La resistencia a tierra máxima en este sistema debe ser de unos 2 Ohms, cuando no se alcanza la resistencia deseada, se instala algún elemento químico para reducir la resistividad del terreno y alcanzar así, la resistencia a tierra requerida.

Figura 26. Puesta a tierra de equipo electrónico



Fuente: Fargauss, 2018, <http://www.fargauss.mx/quienes-somos/sistemas-de-tierras-fisicas>

- **Puesta a tierra de protección atmosférica:** Como su nombre lo indica, se destina para drenar a tierra las corrientes producidas por descargas atmosféricas (RAYOS) sin mayores daños a personas y propiedades.

Se logra con una malla metálica igualadora de potencial conectada al planeta tierra que cubre los equipos o edificios a proteger o se conforma con electrodos tipo copperweld y cable tipo pararrayos de cobre Clase 1 de 27 hilos.

La distancia del edificio con respecto al sitio donde se entierre el electrodo, no debe ser inferior a 2,50 metros y debe quedar totalmente aislado de los sistemas de tierras para fuerza y para electrónica. (Rojas, 2020)

2.21. Instalación eléctrica

Conjunto de materiales y equipos de un lugar de trabajo mediante los que se genera, convierte, transforma, transporta, distribuye o utiliza la energía eléctrica. Se incluyen las baterías, los condensadores y cualquier otro equipo que almacene energía eléctrica.

En una instalación eléctrica transitoria (como la de un recital), o en cualquier establecimiento (bar, teatro), así como en relación a los equipos implicados al show, se deben tener en cuenta obligatoriamente las siguientes cuestiones elementales:

- Todas las partes metálicas (tarimas, vallados, estructuras) deben estar conectadas a una puesta a tierra adecuada para tal fin.
- Todos los equipos deben tener su terminal de masa21 conectado a la puesta a tierra de seguridad (independiente de los neutros). Inclusive en la perfilería (bordes metálicos) de los racks puede haber tensiones inducidas. Como dijimos, toda tensión de más de 30V tiene consecuencias fisiológicas. (INAMU, 2016)

2.21.1. Grupo generador. En la red eléctrica, los GE han sido utilizados, por lo general, para compensar las interrupciones de energía de las redes de distribución, donde la falta de esta puede causar daños importantes o donde la red eléctrica no está disponible, es insuficiente o no es rentable (lugares muy apartados o de difícil acceso donde llevar la electricidad de forma tradicional no es económico por las grandes distancias, ejemplo: islas o pequeños asentamientos en parajes intrincados). De igual manera, el grupo electrógeno se ha constituido en un elemento de extrema necesidad y seguridad en grandes tiendas, negocios y todo lugar donde exista una movilidad de personas. Los GE pueden prestar servicios generando:

- De forma continua durante 24 horas e ininterrumpidamente como generación base.
- De forma intermitente para servicios donde es necesario equilibrar los consumos, cubrir picos de consumo.
- Como servicio de emergencia, en hospitales, sanatorios, etcétera).

Motor eléctrico Diesel perteneciente al sistema de respaldo de energía, el cual produce energía eléctrica. Se utiliza para entregar respaldo de energía en caso de cortes eléctricos o trabajos programados o para alimentar instalaciones provisionales de obra. (Francisco, 2007)

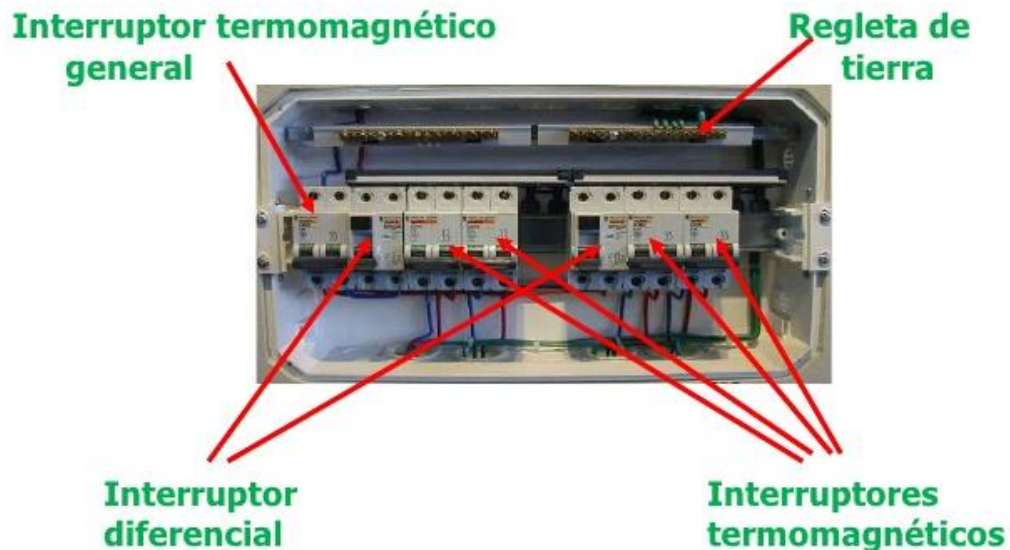
Figura 27. Grupo electrógeno



Fuente: De máquinas y herramientas, 2015, <https://www.demaquinasyherramientas.com/maquinas/generadores-o-grupos-electrogenos>

2.21.2. Tableros eléctricos. Equipos eléctricos de una instalación que concentran dispositivos de protección y de maniobra o comando, desde los cuales se puede proteger y operar toda la instalación o parte de ella. (Márquez, 1991)

Figura 28. Tablero eléctrico



Fuente: Ingeniería mecafenix, 2020, <https://www.ingmecafenix.com/electricidad-industrial/tableros-electricos/>

2.21.3. Acometida eléctrica. Conjunto de conductores y accesorios utilizados para conectar equipos de protección, medida o tablero de distribución (caja de barras), de una instalación interior a una red de distribución. (INAMU, 2015)

2.22. Primeros auxilios

Los primeros auxilios son aquellas medidas inmediatas que se toman en una persona lesionada, inconsciente o súbitamente enferma, en el sitio donde ha ocurrido el incidente (escena) y hasta la llegada de la asistencia sanitaria (servicio de emergencia). Estas medidas que se toman en los primeros momentos son decisivas para la evolución de la víctima (recuperación). El auxiliador, antes de prestar ayuda (socorrer, auxiliar), debe siempre procurar el auto cuidado

(no exponerse a peligros asegurando su propia integridad). Solo cuando su salud no corre riesgos podrá entonces asistir a la víctima.

- **Emergencia:** Una emergencia es un incidente en la salud de una persona que puede llevarla a la muerte en forma inmediata y que siempre requerirá atención básica y avanzada. Las causas son múltiples y variadas.
- **Urgencia:** En una urgencia si bien no hay riesgo inmediato de muerte, puede haber riesgo alejado por lo tanto debe ser trasladado a un centro de salud para su adecuada atención. No comienza siendo emergencia, pero algunos la viven como tal. (<https://www.argentina.gob.ar>, 2016)

2.22.1. Reanimación cardiopulmonar (RPC) Según la Dra. Kate M. Cronan, MD:

La reanimación cardiopulmonar (RCP) es una técnica para salvar vidas que se usa en situaciones de emergencia cuando una persona deja de respirar o su corazón deja de latir.

La RCP combina compresiones pectorales (presionar el pecho sobre el corazón) y respiraciones de rescate (respiración boca a boca). Si a alguien no le está circulando bien la sangre o no está respirando bien, la RCP puede ayudar a que le llegue sangre rica en oxígeno al cerebro y a que vuelva a respirar (requiere de capacitación especial). (Cronan, 2019)

Figura 29. Reanimación cardiopulmonar



Fuente: Mayo Clinic, 2021, <https://www.mayoclinic.org/es-es/first-aid/first-aid-cpr/basics/art-20056600>

2.23. Documentación legal del país

Se hace mención a las diferentes normas vigentes en nuestro país.

2.23.1. Normas de Bolivia (breve descripción)

a) Catálogo de normas bolivianas 2016

“IBNORCA”

NB 777:2015 Diseño y construcción de instalaciones eléctricas interiores en baja tensión.

El tipo de conductor a utilizarse será el designado como conductor cableado (formado por varios alambres iguales de sección menor comúnmente llamado cable). Se prohíbe el uso de conductor designado como alambre, (sección circular sólida única).

Los conductores se deberán identificar con los siguientes colores:

Tabla 4. Código de colores para conductores

Conductor	Color
Fase 1 (R), (A)	Azul
Fase 2 (S), (B)	Negro
Fase 3 (T), (C)	Rojo
Neutro (N)	Blanco
De protección (PE)	Verde y/o amarillo

Fuente: NB 777, 2015

Excepcionalmente ante la ausencia de conductores de color azul, negro y rojo se podrán utilizar colores distintos al blanco, verde, amarillo y verde-amarillo, en estos casos se deberán identificar unívocamente cada conductor en los dos extremos de cada tramo, mediante cintas con colores normalizados, o sus denominaciones, anillos, u otro método de identificación indeleble y estable en el tiempo.

Para el conductor de fase de una distribución monofásica se podrá utilizar indistintamente cualquiera de los conductores indicados para las fases. Si una alimentación monofásica parte de una trifásica dentro de una misma instalación, el color del conductor de fase de dicha alimentación monofásica debe ser coincidente con el de la fase que le dio origen.

Para funciones distintas a los indicados anteriormente, por ejemplo, retornos de los circuitos de comando de iluminación, no se pueden usar los colores destinados a las fases, neutro o protección.

- Clasificación

Los circuitos derivados se clasifican de la siguiente manera:

De acuerdo a su aplicación:

- Circuitos de iluminación.

- Circuitos de tomacorrientes.
- Circuitos específicos o de fuerza.
- Circuitos para suministro de energía a instalaciones complementarias de respaldo o “dedicadas”.

De acuerdo al valor nominal o de ajuste de su dispositivo de protección:

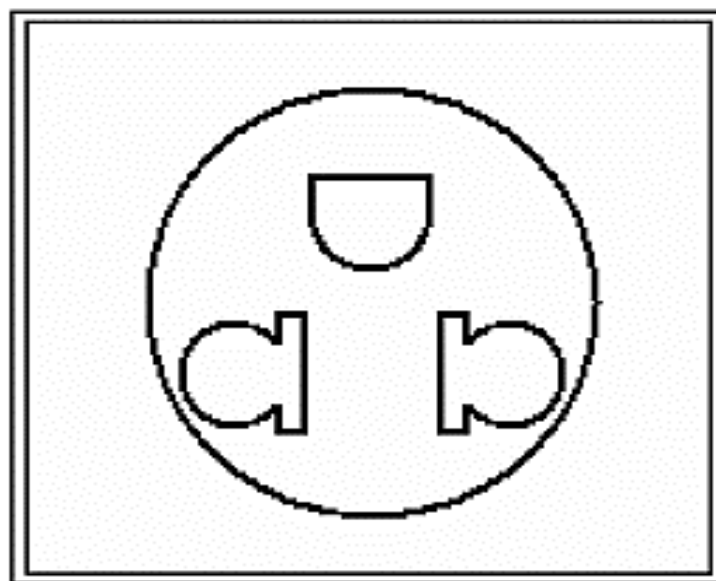
- Según norma americana: 15, 20, 30, 40, 50
- Según norma europea: 6, 10, 13, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63.

- **Circuitos de tomacorrientes**

En todo circuito destinado a tomacorrientes deberá adoptarse 200 VA por toma, en caso de tomas dobles o triples instaladas en una misma caja, la potencia y cantidad deberán computarse como una simple. Todos los circuitos de tomacorrientes deben contar con un punto de conexión al conductor de protección PE, conductor de tierra.

El tomacorriente de uso obligatorio es el tipo Euro Americano redondo plano con toma de tierra.

Figura 30. Tomacorriente tipo Euro Americano “Redondo plano con toma de tierra”



Fuente: NB 777, 2015

Tabla 5. Número mínimo de tomacorrientes por cada 20 m2

Tipo de sala	Nro. mínimo de tomacorrientes por cada 20 m2
Sala de espectáculos	1
Bancos	2
Peluquerías y salones	4
Iglesias	1
Clubs	2
Juzgados y audiencias	3
Hospitales	3
Hoteles	4
Habitaciones de hospedaje	3
Restaurantes	2
Escuelas	2

Fuente: NB 777, 2015

b) Conductor neutro

El conductor neutro se dimensionará según el siguiente criterio:

- El conductor neutro de alimentadores monofásicos tendrá la misma sección del conductor de fase.
- El neutro de los alimentadores trifásico que sirvan cargas lineales tales como alumbrado incandescente, calefacción y fuerza, se dimensionará de modo tal que su sección sea establecida de acuerdo con el neutro de los alimentadores trifásicos o de circuitos trifásicos que sirvan cargas no lineales, tales como rectificadores, reguladores de velocidad, etc. Se dimensionará de la siguiente manera:

Para porcentajes menores a 33% de la tercera armónica en la corriente de línea, el cálculo de la sección de los conductores se lo realizara en función de las corrientes de línea, corrigiendo la sección del neutro.

c) Sistemas de instalación y accesorios para instalaciones eléctricas

Son permitidos los siguientes sistemas de instalación:

- Conductores aislados colocados sobre aisladores
- Conductores aislados en tubos protectores
- Conductores aislados instalados en zanjas
- Conductores aislados instalados en bandejas Conductores aislados tendidos en electro ductos
- Conductores aislados enterrados
- Instalaciones prefabricadas.

d) Instalaciones provisionales

Se consideran como instalaciones provisionales, aquellas que deben ser suprimidas o reemplazadas por instalaciones definitivas después de un tiempo relativamente corto.

Este tipo de instalaciones eléctricas están permitidas durante faenas de construcción, reparación, reparaciones o accidentes de instalaciones eléctricas de interiores existentes; instalaciones eléctricas temporales al aire libre o bajo carpas sin contacto con edificios; en iluminaciones extraordinarias de edificios; en plazas públicas, ferias, durante eventos artísticos y públicos en general.

Las instalaciones provisionales deben ser desmanteladas en el momento en que dejen de ser necesaria. Existirán dos tipos de instalaciones provisionales, aquellas conectadas directamente a la red pública a través de un empalme provisional, destinado exclusivamente a este fin y aquellas

conectadas a instalaciones permanentes que cuentan con un empalme definitivo para su conexión a la red pública. Estas instalaciones por la temporalidad de su empleo, pueden estar establecidas de forma más simple que las instalaciones definitivas, siempre que se haya previsto un sistema de

protección adecuada para garantizar la seguridad de las personas y otros elementos.

Las condiciones de montaje son las siguientes:

e) Tableros en instalaciones provisionales

Los tableros de protección y comando de este tipo de instalaciones deben cumplir con lo establecido de la presente norma:

Los alimentadores, circuitos y equipos de una instalación provisional se protegerán y comandarán desde tableros generales, de distribución y comando, según corresponda, los que deban cumplir todas las disposiciones de esta norma que les sean aplicables.

Las instalaciones provisionales conectadas a instalaciones permanentes, podrán alimentarse desde tableros existentes de la instalación base, siempre y cuando en dichos tableros exista capacidad, tanto de potencia disponible como de espacio, y al conectar los consumos provisionales a dichos tableros no se altere su funcionalidad ni sus condiciones de seguridad.

En toda otra circunstancia se debe alimentar la instalación provisional desde un tablero destinado exclusivamente a estos fines, manteniendo las condiciones de seguridad y funcionalidad definidas en esta norma.

Los tableros se ubicarán de acuerdo a las necesidades de terrenos y se instalarán de tal modo que sean accesibles sólo a personal calificado.

- **Protecciones**

Todos los circuitos y equipos de una instalación provisional deben protegerse mediante protectores diferenciales. Se aceptará la omisión de protectores diferenciales en circuitos empleados exclusivamente para iluminación y en los cuales no exista tomacorrientes.

No se podrá utilizar el sistema de tierra de protección en instalaciones provisionales.

Es imprescindible que este tipo de instalaciones dispongan de dispositivos de corte de circuito por falla a tierra, debe instalarse de forma que no exista riesgo de contacto eléctrico en cualquier circunstancia de fallo que involucre a una persona en el trayecto desde cualquier parte no puesta a tierra del circuito ramal o del artefacto puesto a tierra.

- **Canalizaciones**

Todas las instalaciones provisionales, exceptuando los tendidos subterráneos, deben canalizarse a la vista, utilizando alguno de los tipos de instalación prescritos de esta norma o los que se señalan a continuación.

Para instalaciones provisionales cuya duración no exceda treinta días se permitirá utilizar a la intemperie conductores con aislación no aprobadas para tales condiciones.

- Se permitirá llevar conductores de distintos circuitos o servicios en un mismo ducto, siempre que respeten las condiciones establecidas de esta norma, referido al número máximo de conductores.
- Se aceptará el tendido aéreo de cables multiconductores o grupos de conductores unifilares convenientemente amarrados en haces y sujetos a catenarias de acero, con alturas de montaje fijadas según las condiciones de terreno, pero en ningún caso inferior a 2.50 m.

f) Sistemas de puesta a tierra generalidades

Se denomina puesta a tierra a la conexión de un sistema, equipo o masa con tierra (masa conductora de la tierra). Los tipos de puesta a tierra son dos:

- Puesta a tierra del sistema (fuente o alimentación), y que se realiza por razones funcionales, generalmente el punto puesto a tierra, es el neutro.
- Puesta a tierra de las masas y carcasas de los equipos por razones de protección.

Las instalaciones especiales de comunicaciones, redes de computadoras y otras deberán tener su sistema de puesta a tierra independiente. El electrodo o varilla de tierra deberá presentar la menor resistencia de contacto posible. Los sistemas de puesta a tierra se clasifican de la siguiente forma:

- Sistema TN
- Sistema TT
- Sistema IT

El código de letras está definido de la siguiente forma:

- **Primera letra:**

Relación entre la fuente de alimentación y tierra.

T: Conexión de un punto con tierra.

I: Aislación de todas las partes activas con relación a tierra a través de una impedancia elevada.

- **Segunda letra:**

Relación entre las masas de la instalación eléctrica y tierra.

T: Masas directamente conectadas a tierra, independiente de la puesta a tierra eventual de un punto de la alimentación.

N: Masa conectada directamente al punto de la alimentación que este puesto a tierra. (En corriente alterna el punto conectado a tierra es normalmente el punto neutro).

- **Letras eventuales:**

Disposición del conductor neutro (N) y del conductor de protección (PE).

S: Funciones de los conductores neutro y de protección aseguradas por conductores separados (PE–N).

C: Funciones del conductor neutro y de protección, común o combinados, aseguradas por un solo conductor (PEN).

- **Sistema TN**

Los sistemas TN tienen punto de la alimentación conectado directamente a la tierra (T), las masas de la instalación están conectadas a este punto por medio de conductores de protección (N). En el sistema TN, un defecto franco (o falla de impedancia despreciable) entre el conductor de línea y masa produce una corriente de cortocircuito.

En este sistema el lazo de falla está constituido exclusivamente por elementos metálicos, ya que el mismo está formado por conductores activos y conductores de protección.

Se consideran dentro de la instalación consumidora, tres variantes del sistema TN, según la disposición del conductor neutro (N) y del conductor de protección (PE), a saber TN–S,

TN–C, TN–C–S.

- g) Sistema de conexión a tierra exigido**

El sistema de conexión a tierra exigido para las instalaciones eléctricas interiores tratados en esta norma, y atendidos desde la red pública de alimentación en BT es el sistema de conexión a tierra TT.

Nota: los sistemas de conexión de tierra de las instalaciones eléctricas interiores no deben confundirse con los sistemas de conexión a tierra de las redes de alimentación, que generalmente adoptan el sistema TN-C.

Se complementa con las normas:

- NB 148005-04 Instalaciones eléctricas – Sistemas de puesta a tierra – conductores de protección para puestas a tierra.
- NB 148006-04 Instalaciones eléctricas – Sistemas de puesta a tierra – electrodos para puestas a tierra
- NB 148007-04 Instalaciones eléctricas – Sistemas de puesta a tierra – Materiales que constituyen el pozo de puesta a tierra
- NB 148008-04 Instalaciones eléctricas – Sistemas de puesta a tierra – Medición de la resistividad del terreno y resistencia de puesta a tierra
- NB 148009-04 Instalaciones eléctricas – Sistemas de puesta a tierra – Criterios de diseño y ejecución de puestas a tierra

- **Decreto supremo n° 2936 seguridad y salud**

Evo Morales Ayma ex presidente constitucional del estado plurinacional de Bolivia

Artículo 8. (Seguridad y salud).

La o el responsable de la elaboración y planificación de un proyecto de construcción o instalación es responsable además de prever dentro del presupuesto del proyecto los ítems relacionados a la seguridad y salud de las trabajadoras y los trabajadores de la construcción de conformidad con la legislación nacional.

- **Cruz Roja Boliviana filial Oruro**

- **Normativa de seguridad industrial: colores y señales de seguridad según la NORMA IRAM 10005 -1ra parte**

La función de los colores y señales de seguridad es atraer la atención sobre lugares, objetos o situaciones que pueden provocar accidentes u originar riesgos para la salud, así como indicar la ubicación de dispositivos u equipos que tengan importancia según el punto de vista de seguridad.

La normalización de las señales y colores de seguridad sirve para evitar, en la medida de lo posible, el uso de palabras en señalización de seguridad. Esto es necesario debido al comercio internacional, así como la aparición de grupos de trabajo que no tienen un lenguaje en común o que se trasladen de un establecimiento a otro.

Definiciones generales:

- a) **Color de seguridad:** a los fines de la seguridad color de características específicas al que se asigna un significado definido.
- b) **Símbolo de seguridad:** representación gráfica que se utiliza en las señales de seguridad.
- c) **Señal de seguridad:** aquella que, mediante la combinación de una forma geométrica de un color y de un símbolo, da una indicación concreta relacionada con la seguridad. La señal de seguridad puede incluir un texto (palabra, letras o cifras) destinado a aclarar su significado y alcance.
- d) **Señal suplementaria:** aquella que tiene solamente un texto, destinado a completar, si fuese necesario, la señal suministrada por una señal de seguridad.

e) Colores de seguridad:

Tabla 6. Colores de seguridad

Color de seguridad	Significado	Aplicación	Formato y color de la señal	Color del símbolo	Color del contraste
Rojo	Pararse	Señales de detención	Corona circular con una barra transversal superpuesta al símbolo	Negro	Blanco
	Prohibición	Dispositivos de parada de emergencia			
	Elementos contra incendios	Señales de prohibición			
Amarillo	Precaución	Indicación de riesgos (incendio, explosión, radiación ionizante)	Triangulo de contorno negro	Negro	Amarillo
	Advertencia	- Indicación de desniveles, pasos bajos, obstáculo, etc.	Banda de amarillo combinado con bandas de color negro		
verde	Condición segura	Indicación de rutas de escape.	Cuadrado o rectángulo sin contorno	Blanco	Verde
	Señal informativa	Salida de emergencia			
		Estación de rescate o de primeros auxilios, etc.			
Azul	Obligatoriedad	Obligatoriedad de usar equipos de protección personal	Circulo de color azul sin contorno	Blanco	Azul

Fuente: Cruz Roja Boliviana, 2009

Reglamento para la aplicación de la norma boliviana de bioseguridad en establecimiento de salud

2.23.2. Documentación legal de otros países

- **Argentina**

- a) **Ley de higiene y seguridad en el trabajo. Ley N° 19.587**

RESOLUCIÓN SRT N° 3068/2014 Reglamento para la Ejecución de Trabajos con Tensión en Instalaciones Eléctricas con tensión menor o igual a UN KILOVOLTIO (1 kV) Buenos Aires 17/11/2014.

- b) **La Asociación Electrotécnica Argentina (A.E.A). Ley N° 24.557 y en el Decreto N° 1.057/03.**

1. La Reglamentación para la Ejecución de las Instalaciones Eléctricas en Inmuebles (AEA 90364) de la Asociación Electrotécnica Argentina (AEA) es de aplicación obligatoria en todo el país por medio de la Ley 19587 de Higiene y Seguridad en el Trabajo y sus decretos reglamentarios.

Las Reglamentaciones de la AEA ponen énfasis en la protección de las personas, los animales y los bienes, en términos de la seguridad eléctrica, la preservación del medio ambiente y la conservación de los recursos energéticos.

2. Las normas IRAM provienen del Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM). Dicho Instituto, en su rol de organismo nacional de normalización, desarrolla normas técnicas para distintos campos de actividad, que contribuyen a mejorar la calidad de vida, el bienestar y la seguridad de personas y bienes. Las especificaciones promueven el uso racional de los recursos, la innovación, la producción, el comercio y la transferencia de conocimiento.

- c) El manual de prevención y riesgos escénicos de INAMU dirigido para músicos, técnicos o público general.

CAPÍTULO III

DISEÑO METODOLÓGICO

En el diseño de manual de procedimientos de prevención y seguridad eléctrica para eventos o espectáculos musicales en vivo, intervienen procedimientos y desarrollos muy significativos en el procedimiento del estudio metodológico a ser investigado. La investigación cuantitativa nos da la posibilidad de generar resultados y nos otorga control, réplica y comparación del fenómeno de estudio con otros estudios similares al utilizar la recolección y el análisis de datos para contestar preguntas de investigación. La investigación cualitativa proporciona profundidad en la información, dispersión, contextualización, detalles, indagación fresca, natural holística, flexible y experiencias únicas por su cercanía con el entorno al utilizarse primero en descubrir y refinar preguntas de investigación y al basarse en métodos de recolección de datos sin medición numérica, como las descripciones y las observaciones y por su flexibilidad se mueve entre los eventos y su interpretación, entre las respuestas y el desarrollo de la teoría.

Para desarrollar el presente trabajo se utilizó el enfoque mixto, cuali-cuantitativo, en virtud de que ambos se entremezclan en la mayoría de sus etapas.

3.1. Campo o lugar de la investigación

El desarrollo de la investigación se desempeñó en el territorio boliviano del departamento de Cochabamba; en la provincia de Quillacollo-Tiquipaya, específicamente en la Calle Cochabamba entre calle Pihusi.

Así también como en la facultad de Ingeniería de Universidad Técnica Privada Cosmos ubicado en el Km 4/5 de la Av. Blanco Galindo, misma que otorgó credibilidad a la investigación según

al avance. La Universidad Técnica privada Cosmos UNITEPC, es una institución de Educación Superior, fundada por un grupo de intelectuales, a la cabeza del Dr. Saturnino Fernández Villanueva, aprueba el Acta de Fundación de la “ASOCIACION CIVIL UNIVERSIDAD TECNICA PRIVADA COSMOS”, en el año 1993. La carrera de Ingeniería de Sonido (Única en Bolivia), dio inicio el año 1998 que actualmente sigue vigente.

Del mismo modo según al desarrollo con el Tutor especialista, se realizó en la Ciudad de La Paz, en el Teatro al aire libre “Jaime Laredo”, ubicado en la Calle Harrington entre José Reseguin.

3.2. Enfoque de investigación

La investigación cuantitativa nos da la posibilidad de generar resultados y nos otorga control, réplica y comparación del fenómeno de estudio con otros estudios similares al utilizar la recolección y el análisis de datos para contestar preguntas de investigación. La investigación cualitativa proporciona profundidad en la información, dispersión, contextualización, detalles, indagación fresca, natural holística, flexible y experiencias únicas por su cercanía con el entorno al utilizarse primero en descubrir y refinar preguntas de investigación y al basarse en métodos de recolección de datos sin medición numérica, como las descripciones y las observaciones y por su flexibilidad se mueve entre los eventos y su interpretación, entre las respuestas y el desarrollo de la teoría.

Para desarrollar el presente trabajo se utilizó el enfoque mixto, cuali-cuantitativo, en virtud de que ambos se entremezclan en la mayoría de sus etapas.

3.3. Tipo de Investigación

Exploratorio

En primer lugar, se realizó una búsqueda bibliográfica acerca de manuales de seguridad eléctrica, normas; en bibliotecas, artículos y publicaciones utilizando diversas bases de datos especializadas en el tema, así mismo algunos trabajos basados en cálculos matemáticos y estadísticos.

Descriptivo

Se hizo una recopilación de normas vigentes nacionales e internacionales relacionadas con la seguridad eléctrica, con los elementos seleccionados para determinar tipos de conexiones, restricciones, elementos de protección, disposición del montaje y todo lo relacionado con el correcto desarrollo metodológico

Explicativo

Se comenzó la redacción del documento final con la información depurada. Este proyecto debe contener un procedimiento detallado y claro a cerca del manual de uso de normas y procedimientos de prevención de seguridad eléctrica para eventos musicales en vivo, bajo la legislación boliviana; basado en cálculos eléctricos, carga y estructura.

3.4. Método de Investigación

El método de investigación fue deductivo. Donde se tomó una muestra en general y se enfocó específicamente al problema en particular.

3.5. Técnicas de Investigación a utilizarse

Las técnicas de investigación que se usaron fueron las entrevistas, observación y encuestas a distintos profesionales en el área de espectáculos en vivo, en el entorno paceño y cochabambino.

3.6. Instrumentos de medición aplicada

3.6.1. Instrumentos utilizados. Para la técnica de entrevista, el instrumento fue la guía de entrevista. Mediante plataforma virtual se realizó una breve entrevista a distintos profesionales con amplia experiencia en eventos musicales en vivo.

Para la técnica de la observación, el instrumento fue la guía de observación. Se procedió la observación a un evento musical en vivo de la Universidad Técnica Privada Cosmos.

Para la técnica de la encuesta. El instrumento fue el cuestionario. El cuestionario fue ejecutado a distintos técnicos de Refuerzo sonoro, de diferentes empresas referentes de Bolivia.

3.7. Fuentes de Información que pueden ser primarias y/o secundarias

Primarias:

Es toda información que son creadas por el investigador a la realización del presente trabajo.

Como:

- Entrevistas

Secundarias

Es la información que ha coadyuvado con la realización del trabajo de investigación.

- Artículos científicos.
- Revistas.

- Cuestionario.
- Documentación legal del país.
- Documentación legal de otros países: México, Argentina, Chile.
- Observación de trabajos realizados en nuestro medio y también en la Ciudad de México.

3.8. Diseño experimental utilizado.

El diseño es no experimental porque no se manipularon variables.

3.9. Diseño muestral

- **Universo**

El universo acerca del proyecto fue del personal de las empresas más grandes de sonido en vivo del territorio boliviano, empresas como: “Studio Mediterráneo” de Cochabamba, Sonido “UNO” de La Paz y “Audio Top” de Santa Cruz. Son de 100 personas.

- **Muestra**

Por ser el universo un número reducido, la muestra es la misma, es decir 100 personas.

Criterio de inclusión:

Tabla 7. Criterio de inclusión

Cargos	Nro. de miembros
Ingenieros de sala	3
Asistentes de sala	3
Ingeniero de monitores	3
Asistente de monitores	3
Ingeniero de estructura	1

Asistente de estructura	10
Técnicos de escenario	6
Asistente de escenario	6
Luminotécnico	3
Asistente de luminotecnia	8
técnico de video	3
asistentes de video	10
Técnico de pirotecnia	3
Asistente de pirotecnia	6
Producción	20
Músicos	12
Total	100

Fuente: elaboración propia, 2020

3.10. Materiales

Los materiales principales que se usaron:

- Computadora: Durante el proceso de la investigación se utilizó este dispositivo como fuente principal para recaudar y almacenar datos.
- Multímetro: Se usó como instrumento de medición principal, ya que se puede obtener diferentes datos en este dispositivo multifuncional de marca Steren, que obtiene datos muy precisos.
- Voltímetro: Se utilizó como dispositivo rápido para la medición de voltaje, y poder recaudar datos que coadyuvó en la indagación.

3.11. Procedimiento.

En las distintas etapas de la investigación, todo deberá ser detallado y preciso según los métodos, técnicas de investigación del proyecto.

Comenzando a investigar por los distintos antecedentes que se registraron a nivel nacional, así mismo buscar distintas leyes o manuales que tengan alguna relación con el proyecto tanto locales, nacionales e internacionales; para así poder resolver la problemática principal, diseñando un manual para uso de normas y procedimientos de prevención y seguridad eléctrica para eventos musicales en vivo, según la legislación boliviana.

- 1) Investigar antecedentes de electrocución en eventos musicales en vivo en el país.
- 2) Entrevistar a distintos profesionales de amplia experiencia de sonido en vivo el manejo de electricidad en distintas empresas de refuerzo sonoro del país.
- 3) Investigar leyes, protocolos, manuales, artículos, etc. Sobre seguridad eléctrica en eventos musicales en vivo, de países latinos.
- 4) Investigar leyes de electricidad del país, que tengan un tipo de relación con el título.
- 5) Procedimiento de prueba y observación en la Universidad Técnica Privada Cosmos-Carrera de Ingeniería de sonido en el festival de Unirock 2019.
- 6) Diseñar manual.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

Los hallazgos encontrados respecto a los pasos de la metodología, se tiene el análisis de las entrevistas, encuestas realizadas a distintos profesionales del área de refuerzo sonoro vigentes, así mismo tomando en cuenta y de acuerdo al planteamiento del problema se tiene propuesta elaborando el manual de procedimientos.

4.1. Indagación de instalaciones eléctricas en el medio local

- **Concierto de “Nigga” 2019, Teatro al aire libre Jaime Laredo, La Paz**

Las instalaciones eléctricas fueron verificadas específicamente en el Teatro al aire libre “Jaime Laredo” en la ciudad de La Paz, en el concierto de “Nigga” mayo del 2019.

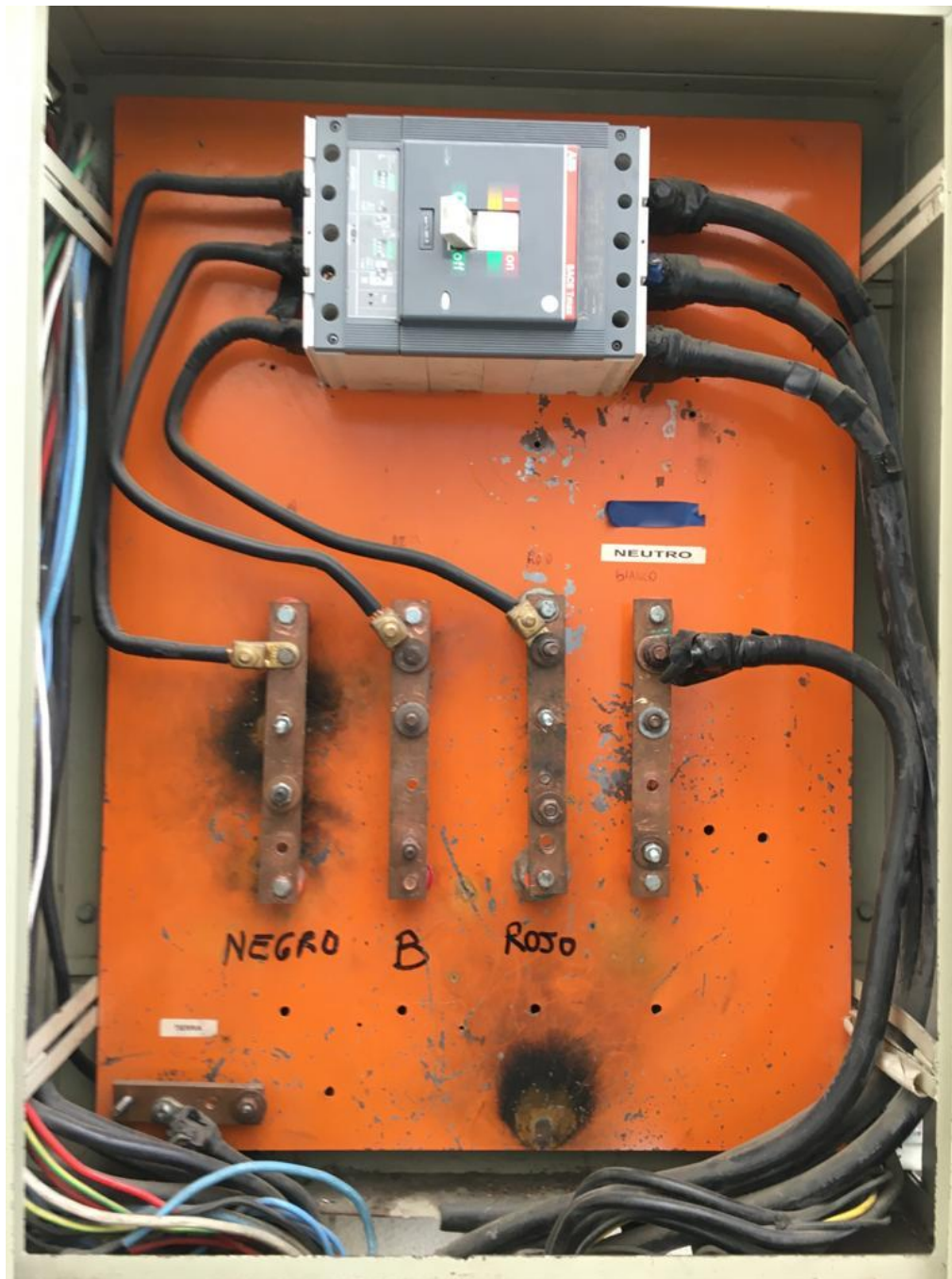
figura 31. Concierto de “Nigga” mayo del 2019



Fuente: Elaboración propia, 2019

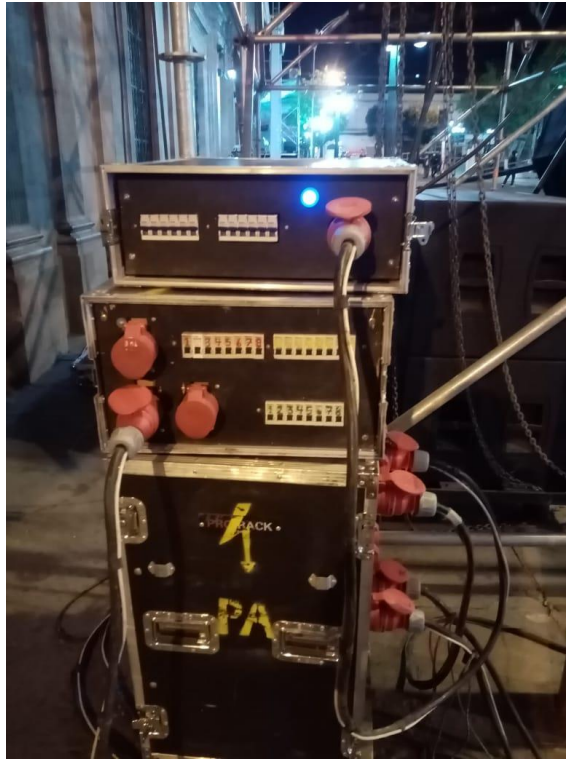
En el concierto de Nigga, 2019 se pudo presenciar la instalación eléctrica, en los cuales tiene un tablero eléctrico monofásico muy básico, no es seguro para la instalación, no hay control al respecto a los riesgos que se pueden correr

Figura 32. Tablero eléctrico del Teatro al aire libre Jaime Laredo



Fuente: Elaboración propia, 2020

Figura 33. Distribuidor eléctrico 230 V-P. A. frontal



fuelle: Elaboración propia, 2020

Figura 34. Distribuidor eléctrico 230 V-P. A. parte trasera



Fuente: Elaboración propia, 2020

Figura 35. Tablero eléctrico, Teatro al aire libre Jaime Iaredo, La Paz



Fuente: Elaboración propia, 2020

Las figuras mostradas respecto a la conexión eléctrica del concierto, fue satisfactorio ya que no se presentó ningún inconveniente, además de que el encargado de la instalación eléctrica tiene un amplio conocimiento, más aún del recinto del Teatro. Cabe mencionar que en este recinto no siempre se realiza conexiones directas de la red eléctrica; si no que mayormente la instalación eléctrica es mediante grupos electrógenos (generador eléctrico portátil), dependiendo la magnitud del requerimiento.

- **Festival Unitronica y Unirock 2019**

El festival Unitronica y Unirock son realizados consecutivamente cada año a cargo de la carrera de Ingeniería de Sonido de la Universidad Técnica Privada Cosmos (UNITEPC). En la cual sus montajes son realizados por parte de los alumnos de distintos semestres de Ingeniería de Sonido, bajo la supervisión del plantel docente.

Para estos eventos musicales en vivo los alumnos realizan el montaje desde la estructura, escenario, sonido, iluminación y electricidad. Aunque la estructura, iluminación y electricidad no es del campo de la carrera, se realizan de esta manera para que los alumnos tengan conocimiento básico.

El festival Unitronica se realizó el 5 de junio y el Festival Unirock el 6 de junio del 2019 en el campus de la facultad de Ingeniería.

Figura 36. Festival Unitronica 2019 (UNITEPC)



Fuente: Elaboración propia, 2019

Figura 37. Festival Unirock 2019 (UNITEPC)



Fuente: Elaboración propia, 2019

La electricidad del Festival Unitronica y Unirock

Figura 38. Tablero Monofásico



Fuente: Elaboración propia, 2019

Figura 39. Salidas Cetac del tablero monofásico



Fuente: Elaboración propia, 2019

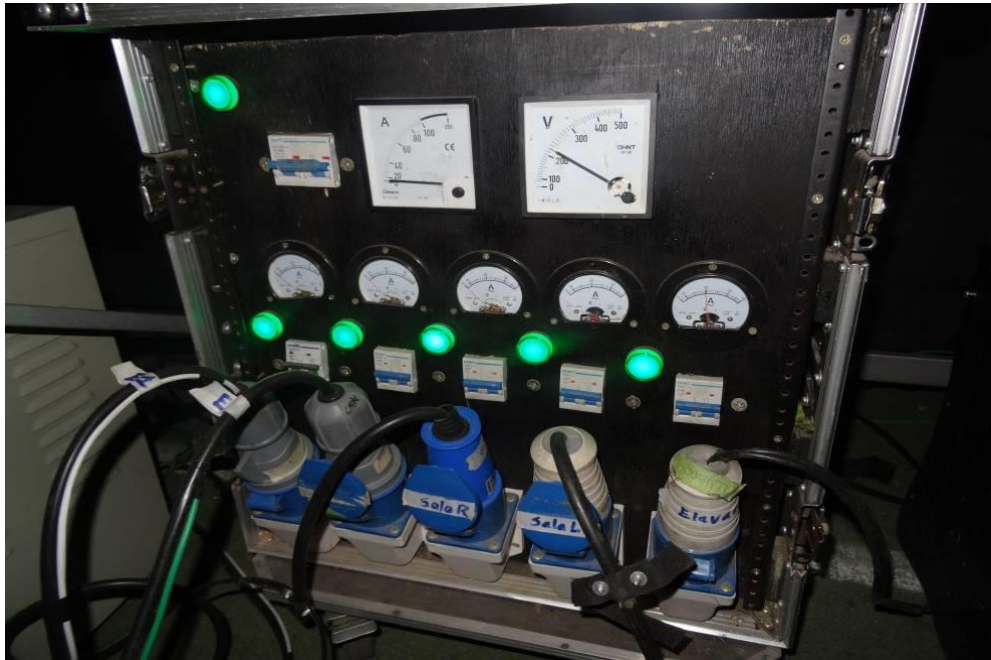
Este año se realizó un arduo trabajo, ya que cada año se trata de subir más el nivel. Para estos festivales se hizo una revisión minuciosa, y no se tuvo problemas de electricidad, ya que toda la cadena de energía estuvo supervisada por docentes con conocimiento. Los alumnos utilizaron su vestuario de seguridad: guantes, casco, botas; así como el uso del multímetro para medir la corriente. Se puso la tierra física del centro de carga, con una configuración Delta, así mismo se tomó de la estructura del escenario hacia un electrodo o varilla y también de sala hacia una parte trasera.

Figura 40. Distribución eléctrica en los festivales Unitronica y Unirock 2019



Fuente: Elaboración propia, 2019

Figura 41. Centro de carga Monofasico en los festivales Unitronica y Unirock 2019



Fuente: Elaboración propia, 2019

Figura 42. Elevador Behringer en los festivales Unitronica y Unirock 2019 (220V)



Fuente: Elaboración propia, 2019

Figura 43. Tierra física (Delta) tomado del centro de carga general, en los festivales Unitronica y Unirock 2019



Fuente: Elaboración propia, 2019

Figura 44. Tierra física tomada de las estructuras en los festivales Unitronica y Unirock 2019



Fuente: Elaboración propia, 2019

Figura 45. Tierra física tomada de la consola de Sala en los festivales Unitronica y Unirock 2019



Fuente: Elaboración propia, 2019

4.2. Análisis encuestas

Según las respuestas y análisis de la encuesta realizadas a tres empresas de renta de sonido de renombre es favorable y factible que se debe realizar un manual de procedimientos. (*ver ANEXO 1, pág. 188-194*).

En el gráfico 26 (*Ver. ANEXO 1*) el resultado de la pregunta 1.1, de la encuesta muestra que el 100% de los encuestados afirman estar de acuerdo con la importancia de la seguridad eléctrica, por los riesgos al que se exponen.

En el grafico 27, (*Ver. ANEXO 1*) el resultado de la pregunta 1.2, solo el 25% de los encuestados nos muestra que tiene conocimiento o está capacitado en seguridad eléctrica.

En el grafico 28, (*Ver. ANEXO I*) el resultado de la pregunta 1.3, solamente el 2% de los encuestados tiene conocimiento de seguridad eléctrica, el resto del 98% NO, es una clara evidencia que debe imponerse conocimiento.

En el grafico 29, (*Ver. ANEXO I*) el resultado de la pregunta 1.4, se muestra que del total de los encuestados, solo el 3% tiene un especialista en electricidad, el resto del 97% tienen otro cargo o no tiene conocimiento.

En el grafico 30, (*Ver. ANEXO I*) el resultado de la pregunta 2.2, el 99% de los encuestados de las empresas de renta de sonido tuvo distintos problemas a causa de la electricidad, solo el 1% de los encuestados respondió que no, por lo tanto, un 100% de las empresas de renta de sonido si han tenido problemas de electricidad.

En el grafico 31, (*Ver. ANEXO I*) el resultado de la pregunta 3.1, el 55% de los encuestados respondieron que siempre la empresa realiza la puesta a tierra, el 25% casi siempre, el 20% a veces. puede haber contradicción ya que por los desacuerdos en la respuesta pone en duda al resto, porque son de la mismas empresas.

En el grafico 32, (*Ver. ANEXO I*) el resultado de la pregunta 3.1, un 22% del personal que trabaja en las empresas de renta de sonido usa botas de seguridad industrial tomando en cuenta que es la mayoría del resto, solo el 17 % usa guantes de protección, entre el 13%, 12%, 10%, y 7% de los encuestados usan chaleco, lentes de seguridad, casco de protección y atenuadores. El 9% no usa ningún tipo de indumentaria de seguridad industrial.

En el grafico 33, (*Ver. ANEXO I*) el resultado de la pregunta 3.2, el 53 % de los encuestados no tiene conocimiento de los instrumentos de medición eléctrica siendo la mayoría del resultado,

en la segunda posición el 38% respondió que el encargado de electricidad usa el multímetro, el 5% un voltímetro, y solo el 3% un telurómetro.

En el grafico 34, (*Ver. ANEXO 1*) el resultado de la pregunta 3.3, un 97% de las empresas de renta de sonido posee su botiquín de primeros auxilios, es una respuesta positiva; ya que es de vital importancia ante cualquier circunstancia.

En el grafico 35, (*Ver. ANEXO 1*) el resultado de la pregunta 3.5, el 70% de las respuestas no tiene ningún tipo de conocimiento o capacitación del RCP siendo la mayoría que no sabría cómo actuar si este fuera necesario.

En el grafico 36, (*Ver. ANEXO 1*) el resultado de la pregunta 4.1, un 68% de los encuestados dio una respuesta muy positiva siendo la mayoría, que está de acuerdo la necesidad de tener conocimiento básico en seguridad eléctrica por el riesgo que corren en su campo laboral.

4.3. Resultados de las entrevistas

Las personas entrevistadas, constan de ingenieros con trayectoria muy amplia, así mismo afirman haber experimentado descargas eléctricas en los eventos o espectáculos en vivo, a causa de fallas, malas conexiones, instalaciones eléctricas.

El análisis de las respuestas relevantes de las entrevistas realizadas a los ingenieros, (*ver, ANEXO 3, pág. 195*), tienen factores en común según las respuestas dadas y en la respuesta central de acuerdo al proyecto están de acuerdo que se realice un manual de procedimientos mínimamente básicos.

CAPÍTULO V

MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PREVENCIÓN Y

SEGURIDAD ELÉCTRICA PARA SONORIZACIÓN DE EVENTOS O

ESPECTÁCULOS MUSICALES EN VIVO, ACORDE A LA

LEGISLACIÓN BOLIVIANA, BASADOS EN NORMAS DE LOS

PAÍSES LATINOS

En el contenido de este capítulo, se propone de acuerdo a los resultados obtenidos mediante la investigación, datos obtenidos de las entrevistas, el problema principal y de acuerdo a la legislación del país, en el cual se basa en nuestro objetivo principal.

Este capítulo contiene el manual para el uso de normas y procedimientos de prevención y seguridad eléctrica para sonorización de eventos musicales en vivo, bajo la legislación boliviana, basados en distintos manuales recopilados de otros países: Argentina, España, México y Chile.

5.1. Electricidad segura para sonorización de eventos o espectáculos musicales en vivo.

La energía eléctrica es fundamental para poder llevar a cabo sonorizaciones de eventos o espectáculos musicales en vivo.

Una de las primeras cosas que uno siempre se pregunta cuándo se va a realizar un montaje para un evento musical o espectáculo en vivo es por la toma de corriente:

Figura 46. Preguntas a tomar en cuenta antes de la instalación



Fuente: Elaboración propia, 2020

Es importante verificar estas cuestiones para de conectar con seguridad cualquier dispositivo.

5.1.1. Riesgo: probabilidad de que pase o no pase.

- **Riesgo inherente**

Es aquel riesgo propio del trabajo, que no es predecible, ya que pueden incidir distintos factores. Riesgos a los que día a día nos enfrentamos como: cambios bruscos del clima, delincuencia, accidentes automóviles, etc.

- **Riesgo incorporado**

Es aquel riesgo que no es propio de la actividad, sino producto de conductas poco responsables de un trabajador. Ejemplo: una persona que trabaja en área de estructura y no usa casco, ni arnés, ni guantes; se somete a un grave riesgo, pero los encuentras con frases similares como: “yo trabajo años de esta manera y no me ha pasado nada”.

5.1.2. Señalizaciones. Usar cintas de seguridad, cintas fosforescentes que sean visibles en la noche o stickers en áreas de peligro como el centro de carga o planta de luz (generador) o donde se puede correr riesgo de electricidad.

Figura 47. Cinta Gaffer de colores



Fuente: San Gaffer, 2020

Nota: Utilice cintas gaffer tipo neón para la señalización de tomas de corriente, ya que estas son visibles en noche.

Figura 48. Señalización obligatoria



Fuente: Elaboración propia, 2019

Figura 49. Señal común de riesgo eléctrico



Fuente: De maquinas y herramientas, 2016, <http://www.demaquinasyherramientas.com/riesgoelectrico>

Nota: Utilice stickers o cintas de restricción de riesgo electrico en los centros de carga y el grupo electrogeno.

5.1.3. Los elementos de protección personal que se debe utilizar son:

Figura 50. Indumentaria de seguridad



Fuente: Instituto IPRATÉ, 2020

Estos elementos son imprescindibles para la seguridad del personal del escenario, no solo los que realicen la conexión eléctrica, ya que todo personal que trabaje en el escenario corre riesgos.

a) Casco aislante de seguridad.

Es necesario para toda persona expuesta a riesgos de electrocución, de heridas por caídas desde un nivel superior o por caídas de objetos, la utilización del casco aislante de seguridad debe ser obligatoria.

Esto es aplicable especialmente en el caso de personas que efectúan trabajos y maniobras en las instalaciones eléctricas aéreas o en estructuras.

b) Protección visual.

El uso de anteojos de seguridad debe ser obligatorio para toda persona que realice instalaciones eléctricas, ya que se somete a posibles riesgos como: arco eléctrico, proyección de partículas, polvos y humos, o salpicaduras de líquidos.

c) Guantes dieléctricos

Los guantes aislantes deben ser conservados y transportados en estuches para su protección, debidamente limpios, secos y entalcados, para evitar contacto eléctrico.

d) Zapatos dieléctricos

Tienen suelas especiales para proteger al trabajador evitando el paso de corriente (intensidad) a través del cuerpo humano. El tipo de zapatos debe ser aislante; para esto debe presentar gran resistencia eléctrica.

e) Bandola de seguridad.

La bandola de seguridad o arnés es necesaria solo cuando se trabaja en estructuras de altura.

f) Cinturón porta-herramienta.

El cinturón porta-herramienta se requiere para las distintas herramientas que se llegan a utilizar, entre alicates, cintas adhesivas, tornillos etc.

g) Protección auditiva si corresponde.

h) Protección solar si corresponde.

5.2. Materiales de medición de electricidad

(Definiciones: ver pag 42-44, cap 2)

a) Voltímetro de bolsillo

Este instrumento tiene distintas presentaciones, pero debe ser imprescindible el voltímetro de bolsillo, ya que es una manera rápida de saber que voltaje se tiene, con simple hecho de conectarlo ya marca el voltaje, es una manera de ahorrar tiempo.

Figura 51. Voltímetros de bolsillo de 600V y 300V



Fuente: elaboración propia, 2019

b) Ohmímetro

El óhmetro u ohmímetro, si bien no es un instrumento imprescindible para este campo es ya que solo se usa para medir resistencia eléctrica, ya que el multímetro tiene esta opción es suficiente, sin embargo, en óhmetro mide valores más altos si el caso lo amerita.

Figura 52. Ohmímetro digital



Fuente: PCE, 2019

c) **Multímetro**

El multímetro debe ser imprescindible en los eventos musicales en vivo, por sus distintas funcionalidades como: medición de voltaje (voltímetro), medición de amperaje (amperímetro), medición de resistencia (óhmetro u ohmímetro). Su modo de uso: (ver ANEXO 4).

Figura 53. Multímetro digital



Fuente: Electronicoscaldas, 2017, <https://www.electronicoscaldas.com/es/instrumentos-de-medida/285-multimetro-digital-m890g.html>

d) Analizador de redes

Estos analizadores tienen funciones de análisis avanzadas que permiten una medición efectiva de los principales parámetros eléctricos en sistemas monofásicos o trifásicos: tensión, corriente, frecuencia, factor de potencia, potencia activa y reactiva, energía activa y reactiva.

Toda la información obtenida de la instalación puede ser transmitida rápidamente a otros lugares mediante interfaces y protocolos de comunicación (Modbus RTU, Modbus TCP/IP, Profibus DP).

Figura 54. Analizador de redes



Fuente: Material eléctrico, 2020, <https://material-electrico.cdecomunicacion.es/productos/6862/abb-analizadores-de-redes-electricas-m2m>

Los distros o centros de carga actuales ya vienen con su analizador de redes incorporado, y así obtener mayor control y análisis de la electricidad distribuida.

e) Fasómetro

es un instrumento para medir la diferencia de fase en circuitos de corriente alterna (factor de potencia). Es una herramienta necesaria para mantener o reparar el sistema de 3 fases, trifásico.

Figura 55. Indicador de rotación de fases



Fuente: FLUKE Corporation, 2020

5.2.1. Tipos de conectores de electricidad en eventos musicales en vivo

Tabla 8. Conectores de electricidad en eventos musicales en vivo

Conector	Imagen	Conector	Imagen
Socapex (macho-hembra)		Camlock	
Edison macho 15 A		Edison hembra	
Powercon entrada		Powercon salida	
CETAC		Nema	

Fuente: Manual de refuerzo sonoro Mixtlan, 2019

5.3. Distribución de la corriente eléctrica en sonorizaciones de eventos musicales o espectáculos en vivo: Trifásica y monofásica.

A la hora de distribuir corriente en un evento musical en vivo, se debe distinguir dos zonas principales:

5.3.1. La conexión general: La distribución que habitualmente se realiza es trifásica.

f) La distribución en escenario:

Para conectar todos los equipos que necesiten alimentación eléctrica, esta vez ya en monofásico. El concepto de corriente monofásica quiere decir que la energía llega a través de un conductor en tensión (fase) y otro conductor con tensión cero (neutro). Además, existe otro conductor de seguridad que es la conocida toma de tierra. La corriente monofásica es la que habitualmente se tiene en las casas, de $220V$ en el país.

Antes de cualquier conexión, verificar siempre el tiempo de vida de los cables, generalmente esto se presenta cuando hay corrosión galvánica(oxidación), en caso de observar que presente dicha corrosión, cambiar de cable. Además, que los cables deben ser 100% de cobre y para el ámbito de sonorizaciones estos deben ser flexibles.

Figura 56. Enchufe monofásico. Cable gris: fase. Cable azul: neutro. Cable verde: tierra.



Fuente: producciones el sótano, 2018

Siempre debe tener al alcance un Multímetro, antes de conectar cualquier equipo se debe medir la electricidad y por su puesto con el vestuario de seguridad; la figura 56 es una clara muestra de riesgo ya que no está aislado con los con guantes.

Figura 57. Advertencia ante inclemencias del tiempo



Fuente: Elaboración propia, 2019

- **La tensión en el escenario**
 - a. Verificar siempre la tensión con un multímetro o tester.
 - b. Es aconsejable medir entre dos líneas de distinta conexión (por ejemplo: si el *backline* no está en el mismo circuito que el sonido), y también micrófonos o equipos cercanos a barandas o estructuras metálicas.
 - c. Si existe una falla, interrumpir el suministro eléctrico cuanto antes.
 - d. Si se corta el suministro eléctrico, para realizar tareas de conexión o reparación, avisar con antelación a cortarlo y dejar debidamente señalizado. De ser posible, bloquear el elemento de maniobra.
 - e. No desconectar fusibles bajo carga, si estas se desconectan el personal y el equipo corren grave peligro, ya que pueble presentarse una sobrecarga o corto circuito.

- f. En el caso de cables individuales (ejemplo: como fichas del tipo Camlock) respete la secuencia de conectar tierra y neutro antes que las fases. Al desconectar, quitar tierra y neutro a último momento y siempre sin tensión.
- g. Todos los artefactos de iluminación deben tener eslingas de acero de seguridad y puesta a tierra conectada adecuadamente.
- h. Si se va a conectar o desconectar la alimentación eléctrica, siempre pregunte con voz firme y segura para que su compañero, o encargados de otras áreas, sepan lo que se va a hacer. Sea paciente y espere la confirmación de las otras personas para accionar, así se da tiempo a que terminen con las tareas que estén realizando, ejemplo: guardar la escena-mezcla de la consola si es digital y apagar la misma, conectar o apagar los racks, etc.
- i. Realice una prueba de carga plena (esto significa con los equipos consumiendo casi al máximo), para asegurarse de que el sistema de energía no fallará en ese estado. Así mismo procure que los otros servicios hagan lo mismo para evitar fallas en el sistema de distribución a plena carga.
- j. Tenga cuidado con los pisos y paredes mojados por condensación de humedad en el lugar.
- k. Ubique bien los cables donde no transiten las personas para prevenir caídas, golpes, enganches o desconexión. Por otro lado, indique la ubicación con cinta gaffer de colores neón a los pies de micrófonos, monitores y stage box o patcheras remotas para así evitar confusiones que generalmente pasa.
- l. Al finalizar la jornada, apagar equipos y bajar interruptores antes de desconectar cables o cortar el suministro general (para evitar arcos eléctricos en la desconexión).

Figura 58. Advertencia



Fuente: Elaboración propia, 2019

- **¿Cuál es la recomendación para el manejo de distribución eléctrica alterna, no interfiera a nivel de ruido, en los equipos de audio a la hora de un evento o espectáculo en vivo?**

La mayoría de los problemas de ruido son por problemas de aterramiento, puesta a tierra del equipo. O a veces también se puede presentar equipos que dependen de una polaridad o están vienen ya con la polaridad invertida, siendo el caso el ruido puede someterse en todo el medio local de distribución; por eso es muy importante leer el manual de cada dispositivo.

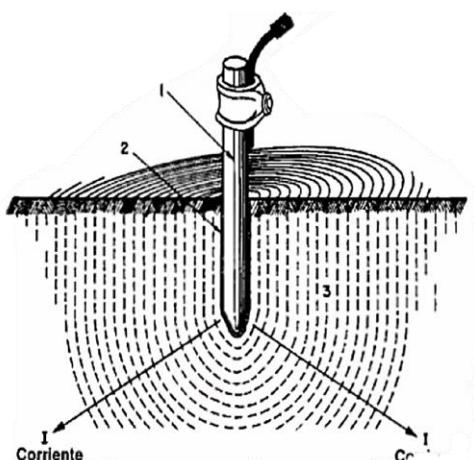
5.4. Puesta a tierra

La puesta a tierra es siempre por seguridad y debe ser obligatoria en cualquier instalación eléctrica fija o provisional y el método que generalmente se utiliza es el método de Wenner y las exigencias de la NB no deben pasar de los 10 *Ohms* en instalaciones domiciliarias, comerciales e industriales, pero para comunicaciones y transporte no deben pasar de 5 *Ohms*.

Puesta a tierra es el camino que recorre la corriente eléctrica desde la aplicación hasta el sistema de tierra física (TF), que es solo el elemento enterrado.

La tierra física debe ser imprescindible en una instalación eléctrica.

Figura 59. Componentes de la resistencia de la tierra en un electrodo de la tierra



Fuente: Consultora Sanjinés S.R.L. 2020

Donde:

1. Electrodo
2. Resistencia de contacto entre el electrodo y el suelo colindante a él.
3. Resistencia de la tierra circundante.

Según la norma boliviana NB 777 recomienda que el electrodo vertical sea de cobre y tenga la longitud mínima de 0,80 m. a 2,4 m. con diámetro de: 5/8" a 3/4"

Según normas internacionales: longitud mínima de: 1,5 m a 3m con diámetro: 5/8" a 1".

Figura 60. Advertencia



Fuente: Elaboración propia, 2019

En caso de usar electrodos de hierro con recubrimiento de cobre, se recomienda electrodos copper-bonded, y estas deben ser certificadas, ya que es una buena opción técnicamente y costo efectivo.

Figura 61. Electrodo Copper-bonded



Fuente: Alibaba, 2020, <https://spanish.alibaba.com/product-detail/unthreaded-copper-bonded-earth-rod-price-1600187133395.html>

En instalaciones con grupos electrógenos, para obtener una toma de tierra adecuada es habitual clavar una pica y unirla al punto de tierra del generador con un cable amarillo-verde según la normativa de código de colores.

- **Objetivos principales de la puesta a tierra son:**
 - Obtener una resistencia eléctrica de bajo valor para derivar a tierra fenómenos eléctricos (FETs), corrientes de fallas estáticas o parásitas; así como ruido eléctrico y de radio frecuencia.
 - Mantener los potenciales producidos por las corrientes de falla dentro de los límites de seguridad de modo que las tensiones de paso o de toque no sean peligrosas para los humanos y/o animales. La diferencia de potencial o voltaje debe estar relativamente bajo cuando se producen fallas no debe superar los 50 V si estos son mayores a 50 V son extremadamente peligrosas para los seres humanos y/o animales.

- Hacer que el equipamiento de protección sea más sensible y permita una rápida derivación de las corrientes defectuosas a tierra.
- Proporcionar un camino de derivación de descargas atmosféricas, transitorias y sobretensiones internas del sistema. Si se tiene un buen aterramiento, las descargas atmosféricas no dañarían ningún equipo.

g) ¿Por qué conectar a tierra física?

Los elementos de protección en toda instalación eléctrica son los interruptores termo magnéticos y los fusibles, estos funcionan gracias a que el neutro se sobrecarga de carga y esto genera un sobrecalentamiento el camino de tierra que es el que lleva la corriente de falla es al neutro, por lo cual el flujo de energía es más efectivo cuando se cuenta con un buen sistema de TF.

Sin un sistema eficaz de conexión a tierra física, todos los involucrados están expuestos al riesgo de descarga eléctrica, sin mencionar también errores de instrumentación, situaciones de distorsión de armónicas, problemas de factores de potencia, equipo en riesgo y un sinnúmero de dilemas intermitentes.

Figura 62. Advertencia



Fuente: Elaboración propia, 2019

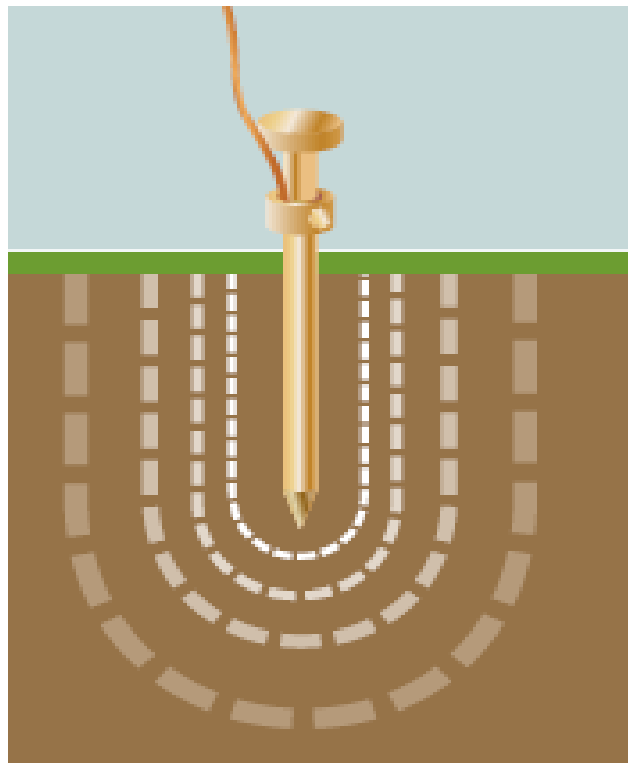
h) ¿Por qué comprobar los sistemas de conexión a tierra física?

En el caso de los frustrantes problemas eléctricos intermitentes, el problema podría estar relacionado con una deficiente conexión a tierra física o con una deficiente calidad de la alimentación.

i) Conexión a tierra física

- a) Se trata de la resistencia del electrodo (varilla de metal).
- b) Resistencia de contacto entre el electrodo y el suelo. Se puede despreciar si el electrodo está exento de cualquier cubierta aislante como: pintura, grasa, etc.
- c) Resistencia de la tierra circundante: es la componente que influye en el valor de la resistencia de una puesta a tierra y depende básicamente de la resistividad del suelo y de la distribución proveniente del electrodo.

Figura 63. Electrodo vertical (varilla de metal)



Fuente: Fluke corporation, 2020

Figura 64. Tierra física



Fuente: Producciones el Sótano, 2018

la figura 83, es la forma mas común de puesta a tierra que se usa en los eventos o espectáculos en vivo, en este caso:

- Buscar un terreno para poder clavar el electrodo y este tenga suficiente espacio.
- Clavar el electrodo con una profundidad de 80 cm como lo indica la norma NB 777.
- Medir la resistencia de la tierra y este sea menor a 0.

¿En qué dispositivos realizar la puesta a tierra?

Lo más recomendable es instalar varias puestas a tierra, porque se obtendría mayor eficacia y seguridad ante posibles fugas de corriente, como ser:

- Grupo electrógeno.
- Centro de carga, o distro.
- Estructura del escenario.

Figura 65. Toma de Tierra física de la estructura del escenario.



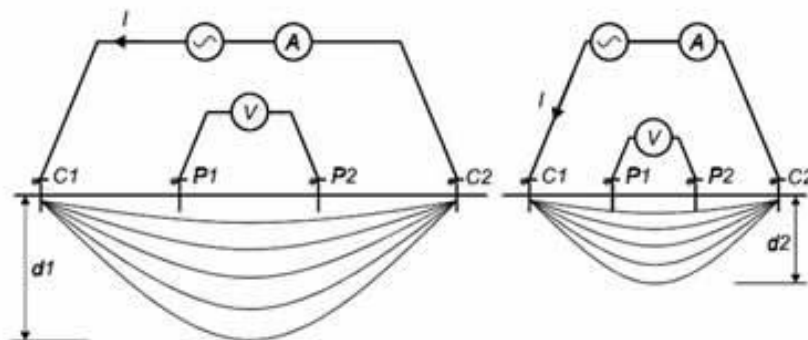
Fuente: Rodolfo Miranda, 2020

5.5.1. Tipos de puesta tierra que se pueden utilizar en eventos o espectáculos musicales en vivo

a. Sistema de Puesta a Tierra (SPAT) por el método de Wenner.

Para calcular la resistividad aparente del terreno este método utiliza cuatro electrodos colocados en línea recta, a una misma profundidad de penetración y simétricamente situados respecto a un punto central debajo del cual queremos medir la resistividad.

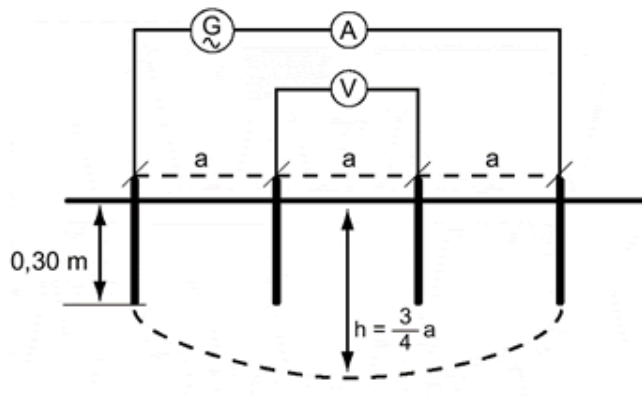
Gráfico 13. Espesor de la capa de terreno



Fuente: Birt, 2018,

https://ikastaroak.ulhi.net/edu/es/IEA/IEI/IEI05/es_IEA_IEI05_Contenidos/website_911_mtodo_de_wenner.html

Gráfico 14. Cálculo de espesor respecto a la tierra



Fuente: Birt, 2018,

https://ikastaroak.ulhi.net/edu/es/IEA/IEI/IEI05/es_IEA_IEI05_Contenidos/website_911_mtodo_de_wenner.html

El espesor de la capa de terreno sobre el que realizamos las mediciones de la resistividad, depende de la distancia de separación entre los electrodos, y por el contrario no depende del tamaño ni del material de los electrodos, aunque sí dependen del contacto que éstos hagan con la tierra.

La resistividad obtenida como resultado de las ecuaciones representa la resistividad promedio del terreno a una profundidad $h = 3/4a$.

El principio básico de este método es la inyección de una corriente directa o de baja frecuencia a través de la tierra entre los dos electrodos de los extremos $C1$ y $C2$, mientras que **medimos el** potencial que aparece entre los dos electrodos centrales $P1$ y $P2$. La razón V/I es conocida como la resistencia aparente. La resistividad aparente del terreno es una función de esta resistencia y de la geometría del electrodo.

La resistividad aparente está dada por la siguiente expresión:

Ecuación 7. Resistividad promedio de la tierra

$$\rho = \frac{4\pi AR}{\left[1 + \left[\frac{2A}{(A^2 + 4B^2)^{0.5}}\right] - \frac{2A}{(4A^2 + 4B^2)^{0.5}}\right]}$$

Fuente: Birt, 2018,

https://ikastaroak.ulhi.net/edu/es/IEA/IEI/IEI05/es_IEA_IEI05_Contenidos/website_911_mtodo_de_wenner.html

Dónde:

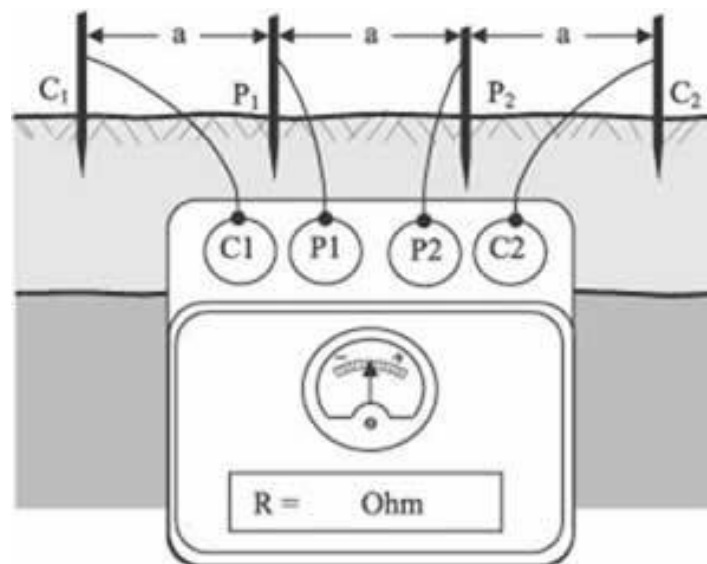
ρ = Resistividad promedio a la profundidad (A) en Ohm-m.

A = Distancia entre electrodo en metros.

B = Profundidad de enterrado de los electrodos en metros.

R = Lectura del terrometro en Ohms.

Gráfico 15. Medidor de resistencia



Fuente: Birt, 2018,

https://ikastaroak.ulhi.net/edu/es/IEA/IEI/IEI05/es_IEA_IEI05_Contenidos/website_911_mtodo_de_wenner.html

Se recomienda que se tomen lecturas en diferentes lugares y a 90 grados unas de otras para que no sean afectadas por estructuras metálicas subterráneas. Y, que con ellas se obtenga el promedio.

b. Método de los 3 puntos

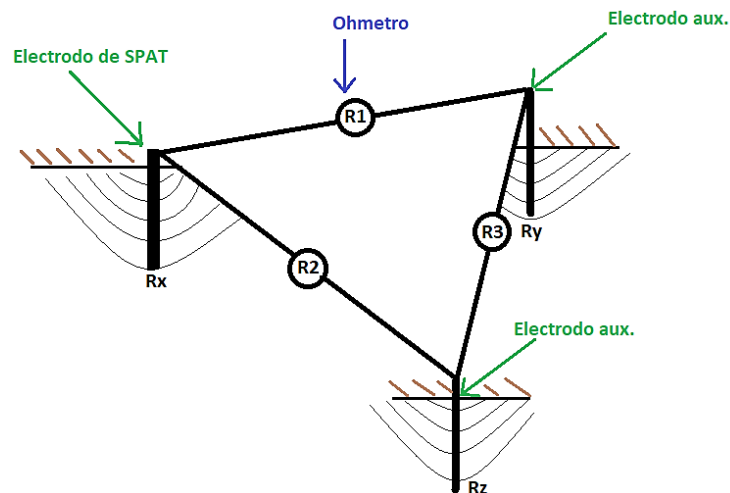
En este método se utilizan dos electrodos auxiliares (“y” y “z”) dispuestos en geometría triangular con el electrodo a verificar “x”.

Es poco utilizado dado que considera que el terreno es homogéneo y se ve perjudicado por la influencia de estructuras metálicas enterradas.

Es utilizado únicamente en ambientes reducidos donde no es posible alinear los electrodos para usar el método clásico de la caída de tensión de Wenner.

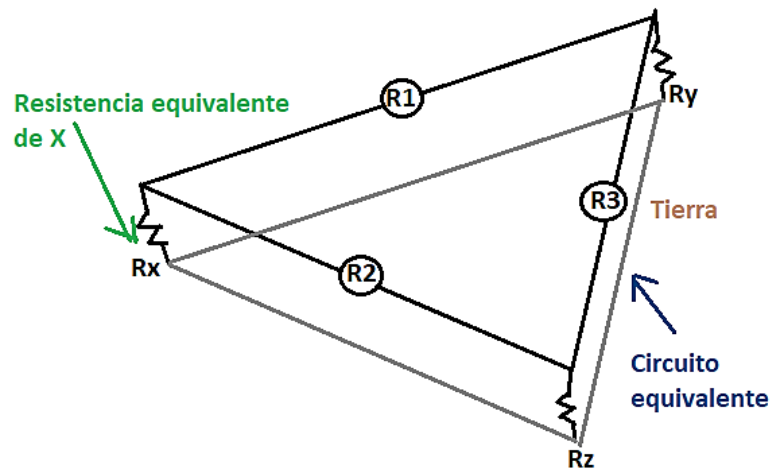
Para evitar la influencia de un electrodo sobre el otro se recomienda una distancia de separación del orden de los 8 mts.

Gráfico 16. Método de los 3 puntos



Fuente: Ignacio Agulleiro, 2015

Gráfico 17. Método de los 3 puntos (Resistencia equivalente de X)



Fuente: Ignacio Agulleiro, 2015

Dado que:

$$R_x + R_y + 0 = R_1$$

$$R_x + 0 + R_z = R_2$$

$$0 + R_y + R_z = R_3$$

Se tiene:

Ecuación 8. Resistencia

$$R_x = \frac{R_1 + R_2 - R_3}{2}$$

Fuente: Fuente: Ignacio Agulleiro, 2015

El resultado dependerá del tipo de suelo y tratamiento que haya sido realizado anteriormente o improvisadamente, que generalmente debe humedecerlo con agua y sal.

Nota: estos métodos son más directos en cuanto a eventos musicales ya que las instalaciones son provisionales.

Gráfico 18. Letrero de seguridad



Fuente: Elaboración propia, 2019

- **Herramientas para una puesta a tierra**

- a) Telurómetro

Se encarga de medir los electrodos de la toma de tierra, además de funcionar en casos de sistema de toma de tierra más pequeños.

Los datos que proporciona este aparato son confiables, puesto que contiene un filtro encargado de eliminar cualquier tipo de señal distorsionada. Así que es un aparato muy necesario, confiable y totalmente seguro. *(Como usar: ver ANEXO 6)*

figura 66. Telurómetro



Fuente: Telurómetro, 2019, <https://teluometro.com/profesional-4-puntas/>

- b) Electrodo de cobre (80cm de longitud).
- c) Cable verde/amarillo de puesta a tierra
- d) Combo para golpear el electrodo
- e) Indumentaria de seguridad ya mencionada.

Cuando los SPAT (Sistemas de Puesta a Tierra) son provisionales que generalmente es el caso de los eventos musicales en vivo, se debe:

1. Medir la resistencia de la tierra

La resistividad del suelo varía con la profundidad, el tipo y concentración de sales solubles, el contenido de humedad y la temperatura del suelo, es necesaria que la resistividad del suelo en el sitio donde será ubicada la puesta a tierra, sea medida en forma precisa. El procedimiento básico de medición y modelación del suelo puede consultarse en la norma RA6014.

Valores de referencia para resistencia de puesta a tierra.

Tabla 9. Valores de referencia para resistencia de puesta a tierra.

APLICACIÓN	VALORES MÁXIMOS DE RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA
Estructuras de líneas de transmisión	20 Ω
Subestaciones de alta y extra alta tensión	1 Ω
Subestaciones de media tensión	10 Ω
Protección contra rayos	10 Ω
Neutro de acometida en baja tensión	25 Ω

Fuente: Norma RA6014, 2015

La composición del terreno, el contenido de humedad y la temperatura tienen un impacto en la resistividad del terreno.

El procedimiento de comprobación descrito a continuación utiliza el método Wenner, aceptado mundialmente, la ecuación es la siguiente:

Ecuación 9. Resistividad del suelo

$$p = 2 \pi A R$$

Fuente: Birt, 2018,
https://ikastaroak.ulhi.net/edu/es/IEA/IEI/IEI05/es_IEA_IEI05_Contenidos/website_911_mtodo_de_wenner.html

Donde:

(p = La resistividad promedio del suelo a profundidad A en *ohmios— cm*)

$\pi = 3,1416$

A = La distancia entre los electrodos, en cm

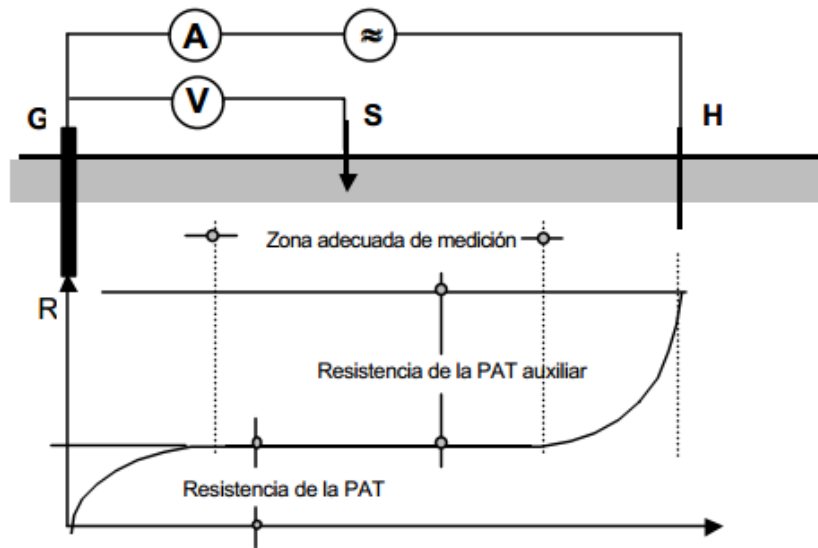
R = El valor de resistencia medida, en ohmios, proveniente del instrumento de comprobación.

- Para comprobar la resistividad del terreno, conecte el comprobador de puesta a tierra.

c. Método principal de caída de Tensión de Wenner

Se utiliza un Telurómetro que inyecta una corriente en el suelo y registra la tensión que cae en un sector debida a la corriente circulante calculando de esta manera la resistencia eléctrica.

Figura 67. Medición de resistencia



Fuente: Birt, 2018,

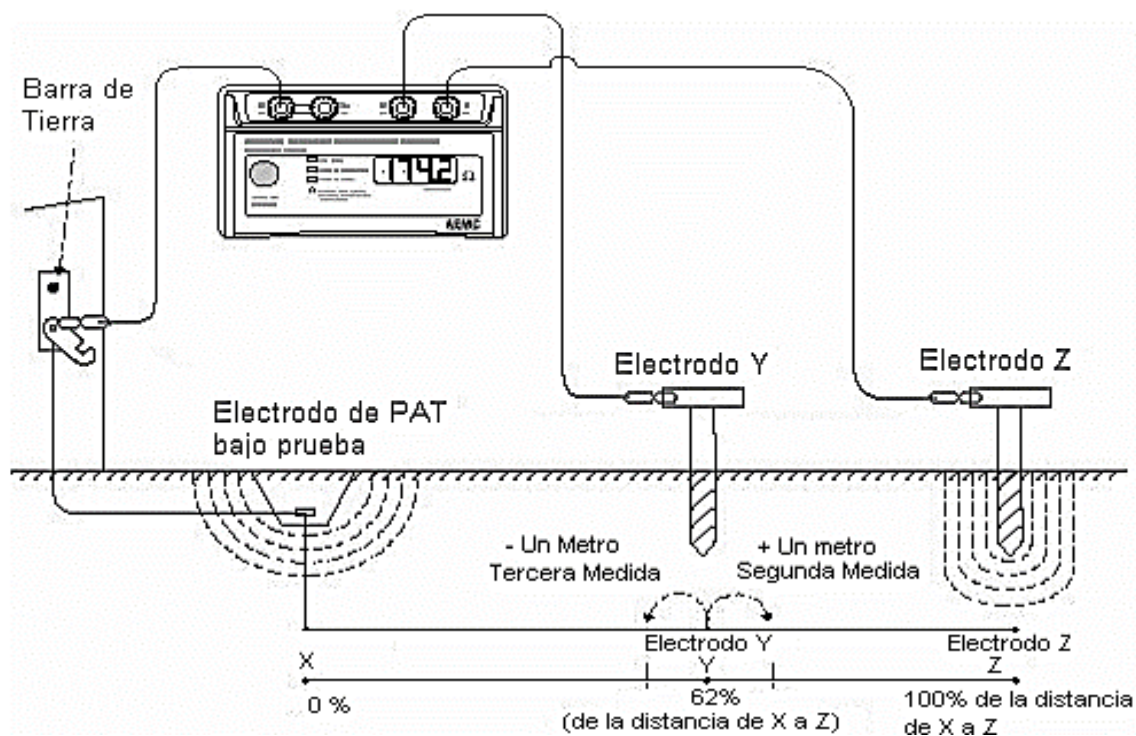
https://ikastaroak.ulhi.net/edu/es/IEA/IEI/IEI05/es_IEA_IEI05_Contenidos/website_911_mtodo_de_wenner.html

1. plantar una jabalina de cobre de 80 cm. En un lugar bastante húmedo y si es posible mejorar con carbón y sal.
2. Se mide la corriente y la caída de tensión entre G y una sonda S ubicada en un punto intermedio entre G y H.
3. Si se elige adecuadamente la separación entre G y H, el incremento de la resistencia del suelo se vuelve despreciable a una determinada distancia de la PAT. De esta manera, la caída de tensión medida define el valor de la resistencia de PAT.
4. Se utiliza una fuente de Tensión Alterna para evitar efectos de electrólisis entre los electrodos y el suelo que afecten a la medición al crearse diferencias de potencial (pila eléctrica).

La frecuencia de la fuente es distinta de la industrial (50 Hz y sus múltiplos), generalmente de 33,33 Hz, 75 Hz, 93 Hz, 125 Hz, etc., para evitar su influencia.

Se disponen también de filtros de banda angosta que solo permiten el paso de la corriente de medida.

Figura 68. Medición de resistencia con telurómetro



Fuente: Birt, 2018,

https://ikastaroak.ulhi.net/edu/es/IEA/IEI/IEI05/es_IEA_IEI05_Contenidos/website_911_mtodo_de_wenner.html

5.4.1. Resistencia de Puesta a Tierra

Tabla 10. Resistencia de Puesta a Tierra

Electrodo	Resistividad de tierra en Ohm
Placa enterrada	$R = 1,8 \frac{\rho}{P}$
Pica Vertical	$R = \frac{\rho}{L}$
Conductor enterrado horizontalmente	$R = \frac{2 * \rho}{L}$

Fuente: UNESA, 2015

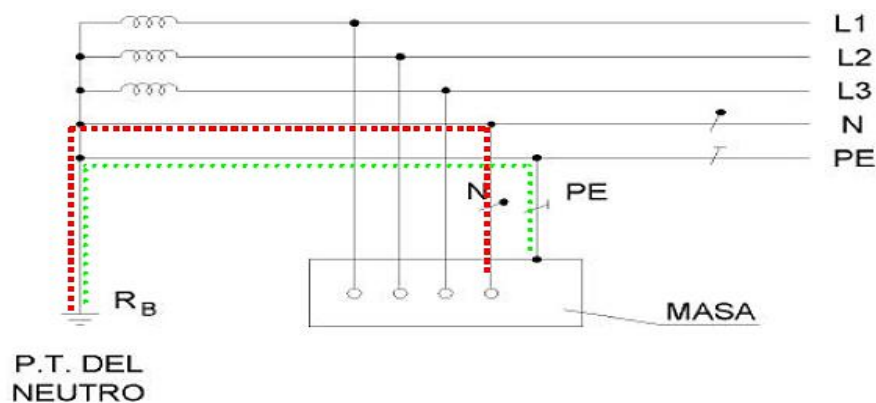
Donde:

ρ = Resistividad del terreno (Ohm.m)

P = Perímetro de la placa (m)

L = Longitud de la pica o del conductor (m)

Gráfico 19. Esquema de distribución TN-S



Fuente: UNESA, 2015

5.4.2. Configuraciones básicas de puesta a tierra en función de la resistividad del suelo

Tabla 11. Configuraciones básicas de puesta a tierra en función de la resistividad del suelo

N	Configuración	R _{pt}	Resistividad (Ohmios-metro)														
			100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1400	1500	1600	2000
1		0.13*p	13	26													
2		0.12*p	24	36													
3		0.112*p	11	22	34	45	56	67									

4		0.096*p																			
5		0.084*p	8	10	17	19	25	29	34	42	48	50	58	59	67						
6		0.076*p	8	15	23	30	38	46	53	61	68	76	76	84							
7		0.07*p	7	14	21	28	35	42	49	56	63	70	77	84	98						
8		0.08*p	8	16	24	32	40	48	56	64											
9		0.063*p	6	13	19	25	32	38	44	50	57	63									
10		0.0537*p	5	11	16	21	27	32	38	43	48	54	59	75							

11		0.047*p	5	9	14	19	24	28	33	38	42	47	52	66	71	75	94
----	--	---------	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Fuente: UNESA, 2015

Notas:

$R1 = 90 \text{ cm}$ Desde la base del poste

$R2 = 1.5 \text{ metros}$ Desde la base del poste

$L =$ Corresponde a la longitud del contrapeso a utilizar.

Los electrodos y conductores deberán enterrarse a una profundidad de 20 cm .

El cable o bajante de puesta a tierra (sin la chaqueta) deberá conectarse o empalmarse con el círculo interno ($R1$) así como con la varilla ubicada al lado derecho del poste.

Para resistividades superiores a $2000 \text{ Ohmios/metro}$ se debe emplear la configuración No 11.

5.4.3. Procedimiento para la medición de la resistencia a tierra

La seguridad en cualquier instalación de puesta a tierra, debe ser obligatoriamente comprobada.

Definición: La resistencia a tierra es la resistencia entre una instalación de puesta a tierra y la tierra de referencia.

Las mediciones tienen que ser realizadas por un instalador eléctrico autorizado o personal técnicamente competente. Tendrá conocimiento de las normas básicas de seguridad relativas a este procedimiento, de los métodos de medición y estará familiarizado con el manejo del instrumento con el cual hará las mediciones.

Tabla 12. Resistividades (Valores Orientativos)

Naturaleza del terreno	Resistividad en Ohm*m
Terrenos pantanosos	De algunas unidades a 30
Limo	20 a 100
Humus	10 a 150
Turba húmeda	5 a 100
Arcilla plástica	50
Margas y arcillas compactas	100 a 200
Margas del jurásico	30 a 40
Arena arcillosa	50 a 500
Arena silíceas	200 a 3000
Suelo pedregoso cubierto de césped	300 a 500
Suelo pedregoso desnudo	1500 a 3000
Calizas blandas	100 a 300
Calizas compactas	1000 a 5000
Calizas agrietadas	500 a 1000
Pizarras	50 a 300
Rocas de mica y cuarzo	600
Granitos y gres procedentes de alteración	1500 a 10000
Granitos y gres muy alterados	100 a 600
Hormigón	2000 a 3000
Balasto o grava	3000 a 5000

Fuente: UNESA, 2015

5.5.3. Procedimiento en la medición de resistencia a tierra

- a) No efectuar la medición en caso de tormenta eléctrica o precipitación atmosférica.
- b) No manipular los electrodos y conductores mientras se efectúa la medición, pues esta se realiza mediante la inyección de una determinada tensión contra tierra.

- **Preparación de la medición:**

- a) Adoptar las precauciones pertinentes para evitar que la medición provoque el disparo accidental de las protecciones diferenciales, en caso de que existan.
- b) Desconectar la instalación de puesta a tierra del resto del sistema, abriendo el dispositivo dedicado a este fin (barra de tierra, borne, unión de comprobación, etc.).
- c) Situar los electrodos auxiliares de corriente y de potencial en línea recta respecto al punto de medición de la puesta a tierra, respetando las distancias establecidas por el método de medición elegido, y en dirección contraria a este.
- d) Tender los cables y hacer las conexiones de estos al instrumento, a los electrodos auxiliares y al punto de medición de la instalación de puesta a tierra, evitando que se crucen.
- e) Comprobar, previamente a la medición de resistencia y mediante el propio instrumento, que no exista una tensión inducida (ruido) en las piquetas que pudieran distorsionar las mediciones. Acciones de mantenimiento

- **Valores de referencia para resistencia de puesta a tierra**

Tabla 13. Valores de referencia para resistencia de puesta a tierra

Aplicación	Valores máximos de resistencia de puesta a tierra
Estructuras de líneas de transmisión (metálicas o con cable de guarda de distribución).	20 Ω
Subestaciones de alta y extra alta tensión.	1 Ω
Subestaciones de media tensión.	10 Ω
Protección contra rayos	10 Ω
Neutro de acometida en baja tensión	25 Ω

Fuente: Normas técnicas RA6010, 2015

- **¿Cómo elegir el electrodo de puesta a tierra?**

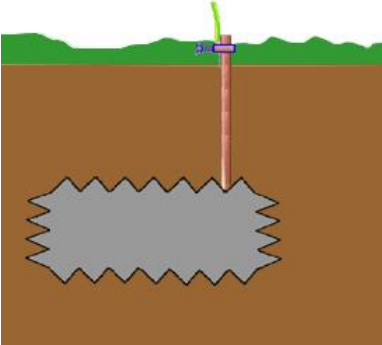
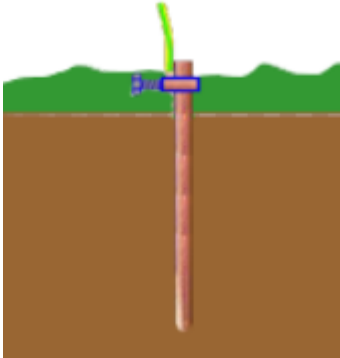
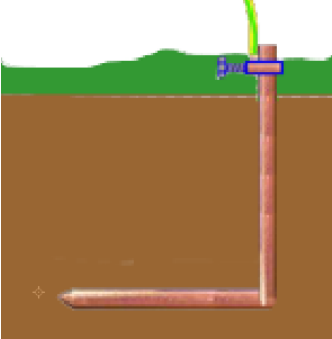
- **Tipos de electrodos**

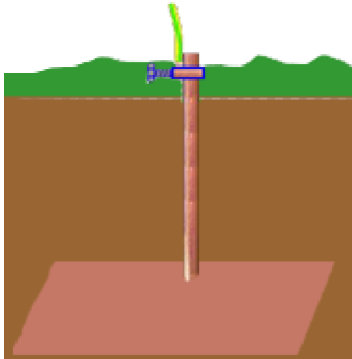
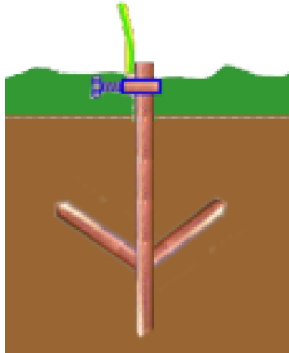
- Hierro pintado
- Hierro galvanizado
- Hierro con recubrimiento de cobre
- Cobre electrolítico puro
- Acero inoxidable

Los electrodos de hierro pintado por lo general son productos de fabricación artesanal y sin certificación por entes autorizados; se recomienda no considerarlos. Por lo general el enemigo principal de la vida de los electrodos es la corrosión.

Los electrodos de hierro galvanizado son por lo general más baratos, pero presentan una corrosión más acelerada que los recubiertos de cobre.

Tabla 14. Tipos de electrodos simples

Tipos de electrodos simples	
Placa enterrada	 A cross-sectional diagram showing a vertical metal rod with a green wire extending from the top. A purple rectangular plate is attached to the rod near the surface. The rod extends into the ground, where a large, irregular, jagged grey area represents the electrode's surface area.
Pica vertical	 A cross-sectional diagram showing a vertical metal rod with a green wire extending from the top. A purple rectangular plate is attached to the rod near the surface. The rod extends into the ground.
Conductor horizontal	 A cross-sectional diagram showing a vertical metal rod with a green wire extending from the top. A purple rectangular plate is attached to the rod near the surface. The rod extends into the ground, where it turns 90 degrees to become a horizontal rod.

Conductor en anillo	
Conductores radiales	

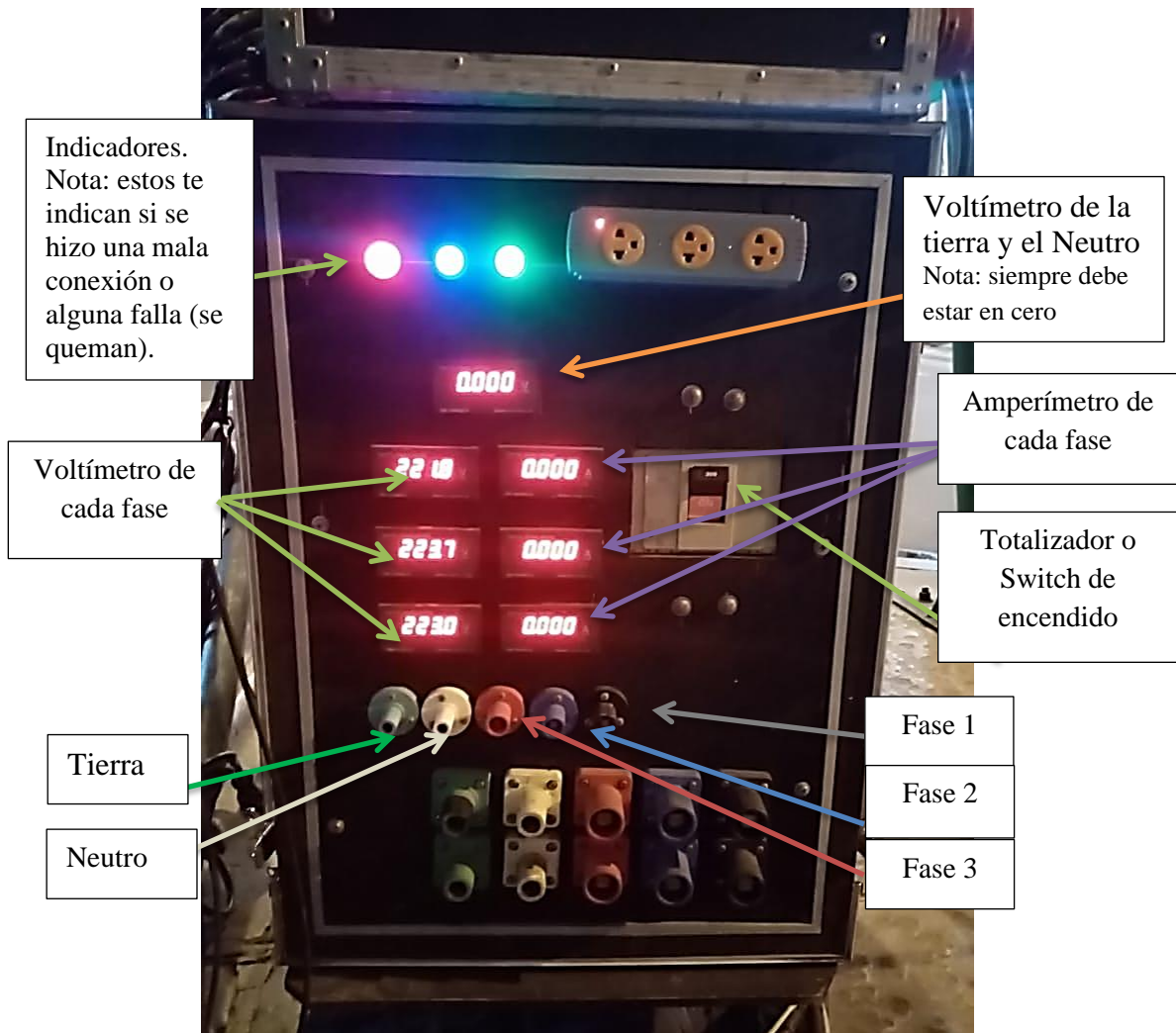
Fuente: UNESA, 2015

Tabla 15. Código de colores, según la normativa del país NB777

Fase 1 (R), (A)	Azul
Fase 2 (S), (B)	Negro
Fase 3 (T), (C)	Rojo
Neutro (N)	Blanco
De protección (PE)	Verde y/o amarillo

Fuente: NB 777, 2015

Figura 16. Centro de carga trifásico en el Teatro al Aire libre “Jaime Laredo”. La Paz-Bolivia



Fuente: Elaboración propia, 2019

Este centro de carga puede soportar hasta 320 A.

Nota: en este caso se respeta el código de colores según la NB777

De cualquier manera, nunca se debe confiar en los colores, pues se puede encontrar con instalaciones en la que los colores estén cruzados. *Siempre se debe medir antes de conectar.*

Los resultados de la medición con el multímetro deberían dar lo siguiente:

- a) Tensión entre fases: 380 – 400V

- b) Tensión entre fase y neutro: 220 – 230V
- c) Tensión entre neutro y tierra: 0V (siempre debe dar cero, de lo contrario la puesta a tierra está mal hecha y hay riesgo de fuga)

Nota: En caso de que el tipo de suelo requiera tratamiento químico. (Ver ANEXO 5)

- **¿Cada cuánto debe realizarse el mantenimiento de distro o centro de carga?**

El distro o centro de carga portátil debe ser revisado constantemente, se recomienda realizar un mantenimiento general tanto después de cada evento, ya que si este llega a fallar puede ocasionar accidentes, o dañar los dispositivos conectados.

5.5.4. Factor de potencia

El Factor de potencia es la relación entre la energía que se convierte en trabajo y la energía eléctrica que consume un circuito o equipo.

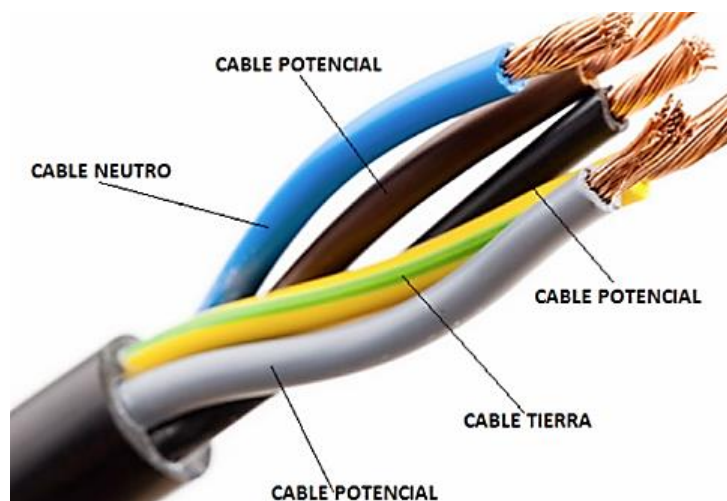
"El factor de potencia es una medida de la eficiencia o rendimiento eléctrico de un receptor o sistema eléctrico". Todos los equipos generan una potencia tanto reactiva como capacitiva que devuelve a la red.

Ejemplo: El rendimiento del altavoz varia, como suele suceder con los instrumentos de baja frecuencia como el bajo, bombo, si no hay buen rendimiento esto complica cada que estos instrumentos se pronuncian y existe una variación de voltaje, generalmente sucede según el tipo de gama o marca de altavoz si éste es de auto voltaje o determinado, alto o bajo voltaje.

- **Norma AWG**

AWG (American Wire Gauge) o Calibre de Alambre Estadounidense son estandarizados bajo normativa en toda América, por el espesor del alambre, cuanto menor sea el calibre, más grueso será el cable.

Figura 69. Cable AWG



Fuente: Electroluz, 2018, <http://www.masvoltaje.com>

Tabla 17. Calibre de cable según el consumo

Calibre del cable	Amperaje soportado
20 AWG	2 A
18 AWG	10 A
16 AWG	13 A
14 AWG	18 A
12 AWG	25 A
10 AWG	30 A
8 AWG	40 A

Fuente: AWG, 2020

Figura 70. Uso de cables certificados



Fuente: elaboración propia, 2021

5.5.5. Precauciones para la medición del sistema puesta a tierra

- Evitar efectuar mediciones bajo las siguientes condiciones:

- A. Durante horas de lluvias y tormentas eléctricas en otro tramo de la misma línea.
- B. Durante horas de humedad en que se escucha el chiporroteo de descarga en los aisladores.
- C. Después de una lluvia.
- D. Durante alta humedad ambiental, neblina o rocío con ligero humedecimiento del suelo.

5.6. Elementos de la instalación eléctrica:

Habitualmente, la instalación eléctrica en eventos musicales en vivo consta de los siguientes elementos:

- **Instalaciones provisionales**

Las instalaciones provisionales son aquellas destinadas a suministrar servicio por un período definido. Según la NB 777-2015, este tipo de instalaciones eléctricas están permitidas durante faenas de construcción, reparación, reparaciones o accidentes de instalaciones eléctricas de interiores existentes; instalaciones eléctricas temporales al aire libre o bajo carpas sin contacto con edificios; en iluminaciones extraordinarias de edificios; en plazas públicas, ferias, durante eventos artísticos y públicos en general. (*ver, cap. II, pág. 95*)

Existen dos tipos de instalaciones provisionales

- **Conectadas directo a la red pública:** A través de empalmes provisionales destinados a este fin.
- **Conectadas a instalaciones permanentes:** A través de empalmes definitivos para su conexión a la red pública.

- **Instalación mediante el grupo electrógeno**

Las instalaciones mediante el grupo electrógeno también son consideradas instalaciones provisionales, pero no de la red pública, ya que es portátil y es usado en lugares donde no hay suministro eléctrico, cuando hay déficit en la generación de dicha energía, o cuando hay corte eléctrico y es necesario mantener el suministro.

Al mantener en obra un grupo electrógeno se deben considerar las siguientes medidas de seguridad:

1. Debe ser conectado a tierra.
2. Debe ser conectado a un protector diferencial, el que debe ser testeado periódicamente pulsando su botón.
3. Proteger el equipo de la lluvia o zonas húmedas, ya que podría producirse una descarga eléctrica.

El Ingeniero o técnico electricista se encarga de su mantenimiento y su puesta en marcha.

Además, también se encarga del enganche del cable de la acometida al grupo electrógeno.

- **Cuadro eléctrico o grupo electrógeno**

Desde el lugar donde se suministra la corriente al evento: Lo ideal, aunque no siempre es posible, sería tener dos cuadros eléctricos principales o dos grupos electrógenos, independientes entre sí y cada uno con su toma de tierra. De esta manera, utilizaríamos uno para proporcionar corriente a todos los equipos de sonido y otro para todos los equipos de iluminación, evitando de esta forma posibles interferencias o ruidos entre circuitos.

Figura 71. Cuadro eléctrico con conectores de salida CETAC



Fuente: Electroluz, 2018, <http://www.masvoltaje.com>

Figura 72. Conexión del grupo electrógeno mediante borna trifásica con cable pelado



Fuente: José Marty Faus, 2018

Figura 73. Conexión del grupo electrógeno mediante salidas Cetac en trifásico y monofásico



Fuente: José Marty Faus, 2018

Figura 74. Grupo electrógeno o planta de luz portátil



Fuente: De máquinas y herramientas, 2018, <http://www.demaquinasyherramientas.com/gruposelectrogenos>

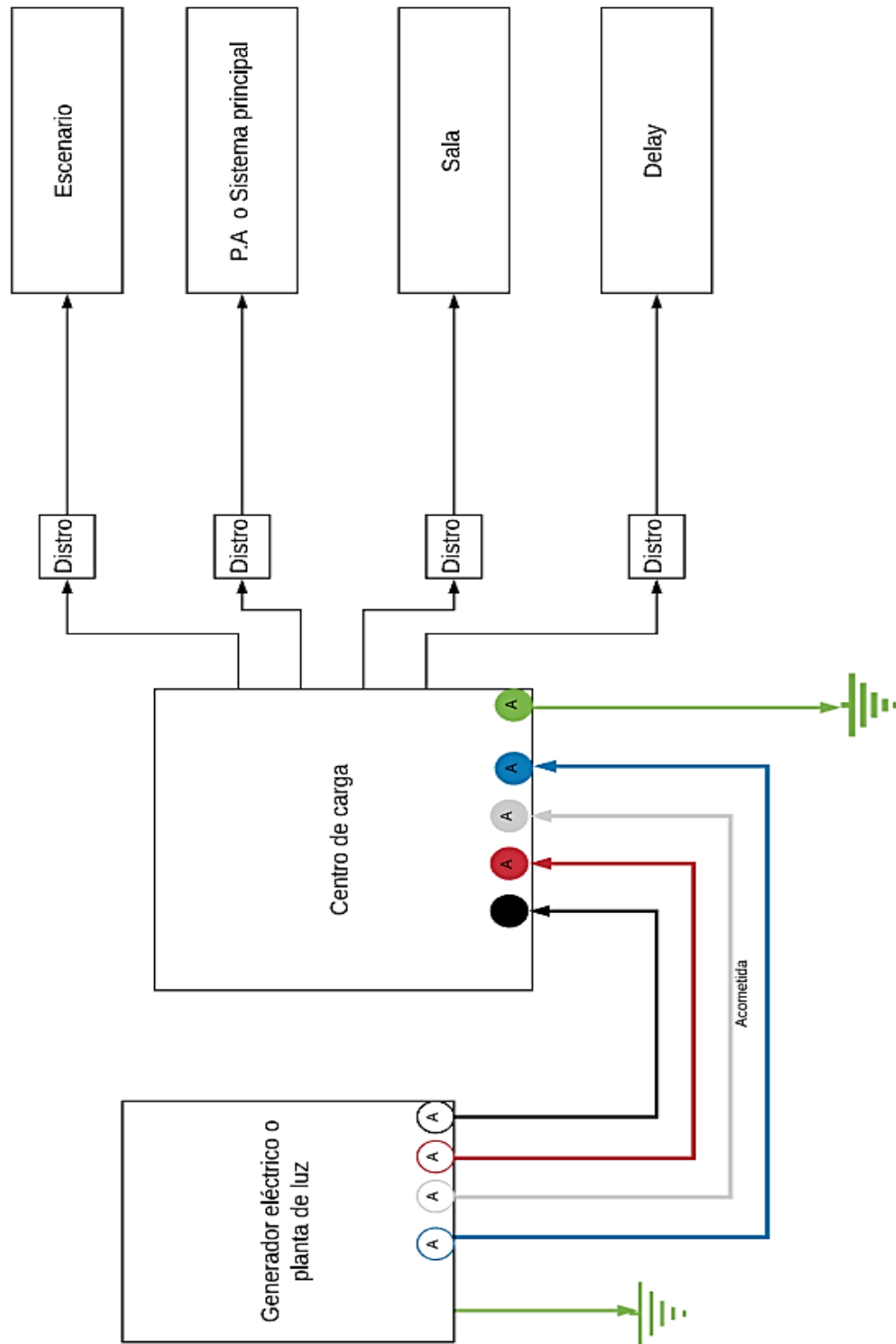
- **Los dispositivos de protección**

Se establece la obligación de que todos los circuitos o equipos deben protegerse mediante el uso de protectores diferenciales y disyuntores automáticos, para evitar las electrocuciones y sobrecargas, respectivamente. Las tensiones peligrosas en ningún caso se debe superar los 50 V en zonas secas o 24 V en lugares mojados.

- **Uso de extensiones eléctricas**
 - Evitar uniones, ya que pueden producir fugas de corrientes. Si es posible, utilizar un cable nuevo, Siempre debe utilizar extensiones eléctricas, que tengan su cubierta de aislación en buen estado, sin cortes, sin exceso de uniones.
 - No tirar ni arrastrar la extensión con herramientas, ni nada que pueda producir el corte de ésta.
 - Siempre instalar a la extensión, enchufes o toma corrientes, de tipo industrial y no domiciliario.
 - Las uniones eléctricas deben ser protegidas con cinta aislante para recuperar la aislación original del conductor y evitar el choque eléctrico.
 - No instalar extensiones eléctricas en sector donde quede en contacto con agua.
 - Para conectarla primero se debe enchufar la herramienta a la extensión y luego la extensión a la fuente de energía.
 - Desconectar desde el enchufe sin tirar el cable.
 - Cuando se conecten herramientas manuales eléctricas, utilizar una extensión que posea línea a tierra de protección.
 - Verificar que la capacidad de corriente de los conductores eléctricos o cables sea mayor a la máxima carga a alimentar del artefacto a conectar, para evitar recalentamiento del conductor.

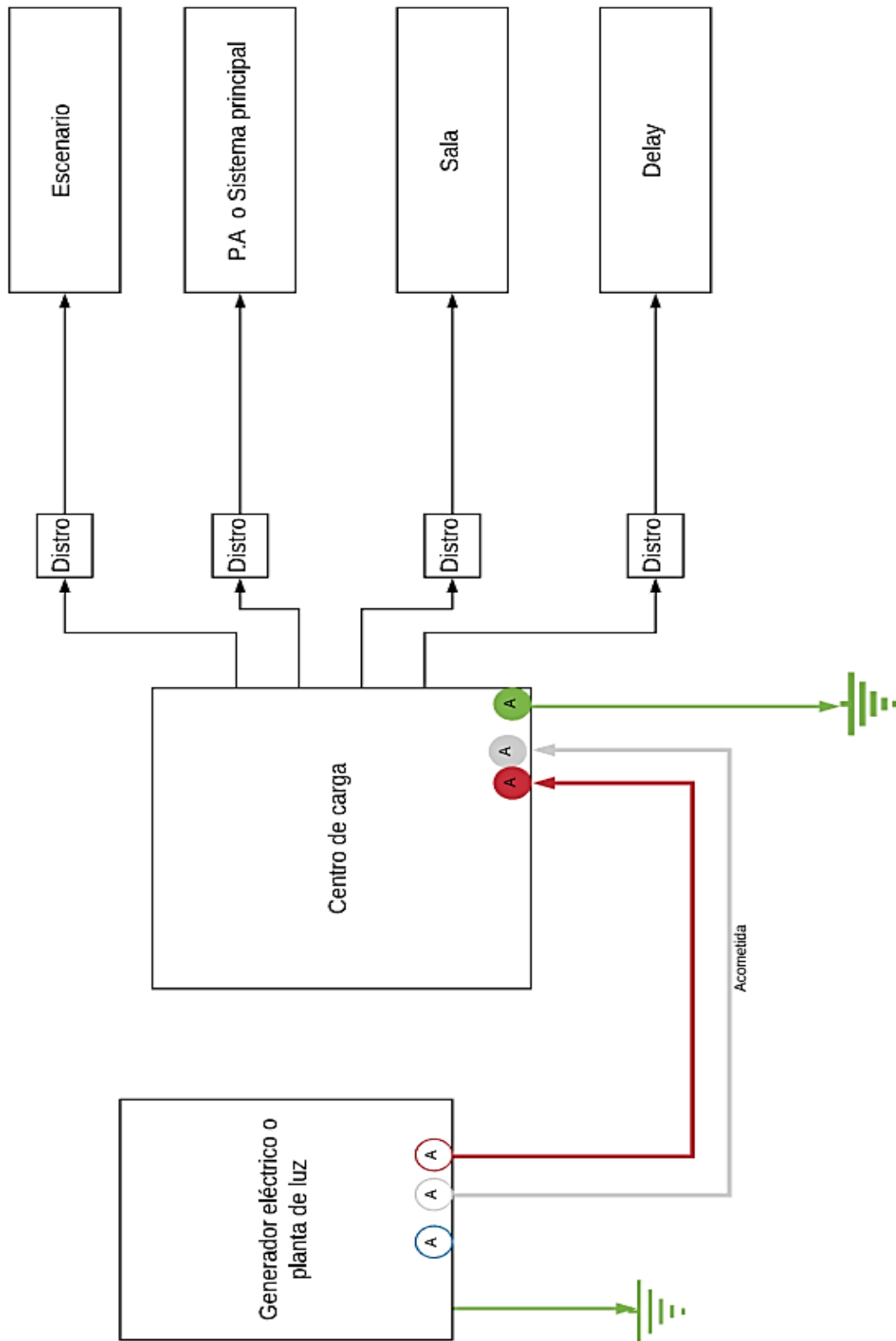
5.6.1. Diagrama de conexión eléctrica:

Gráfico 20. Diagrama de conexión eléctrica trifásica, para un evento musical en vivo



Fuente: Miguel García, 2020

Gráfico 21. Diagrama de conexión eléctrica monofásica en un evento musical en vivo



Fuente: Miguel García, 2020

5.7. Ley de OHM

La ley de Ohm (*Capítulo II, pag. 61*) establece que la diferencia de potencial (V) que aplicamos entre los extremos de un conductor determinado es proporcional a la intensidad de la corriente I con una resistencia. Nos ayuda a entender el comportamiento de la señal eléctrica y su relación con el consumo eléctrico de los equipos, para poder determinar el centro de carga, y la capacidad de la tierra física y el calibre del cable a utilizar.

Tabla 18. Tabla de Ley de OHM

CONCEPTO	UNIDAD	SÍMBOLO	SIGNIFICADO
Voltaje	Volts	V	Amplitud
Corriente	Ampers	I	Velocidad
Potencia	Watts	W o P	Consumo
Resistencia	Ohms	Ω	Oposición
Impedancia	Ohms	Ω	Oposición

Fuente: Manual de Refuerzo Sonoro Mixtlán, 2019

Ejemplo:

Tabla 19. Ejemplo de consumo de electricidad


CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	CONSUMO INDIVIDUAL (WATTS)	CONSUMO TOTAL (WATTS)
5	Lámparas	100	500
1	Refrigerador	500	500
2	pantallas	200	400
1	Microondas	1200	1200
Total			2600

Fuente: Elaboración propia, 2019


$$I = \frac{P}{V}$$

$$V = 220V_{ca} \text{ (ENDE)}$$

$$I = 2600/220 = 11,81 \text{ Ampers}$$

Fusible a utilizar (50% arriba )

$$F = 20 \text{ Amperes}$$

Cable a utilizar (50% arriba )

Lo datos del consumo individual de cada equipo se encuentran en su respectivo manual de fábrica, con el cual debe calcularse y sumarse de todo el equipo que se va usar.

Una vez obtenido el resultado final y total del consumo, el centro de carga y la planta de luz (grupo electrógeno) debe ser al doble de la capacidad requerida, para que no haya problemas en el transcurso del evento.

Así mismo la ley de Ohm determinara el calibre del cable que debe ser utilizado

- **Consumo eléctrico**

Tabla 20. Consumo eléctrico de distintos equipos de audio comunes en Bolivia

EQUIPO	CONSUMO WATSS	AMPERES	VOLTAJE
VENUE SC 48	200	0,91	220
BEHRINGER X-32	120	0,55	220

MIDAS M-32	120	0,55	220
ALLEN & HEATH SQ5	120	0,55	220
HDL 20-A	115	0,52	220
D.A.S. AREO 12A	115	0,52	220
D.A.S. AREO 20	115	0,52	220
FBT	115	0,52	220
CROWN D75	110	1	110
QSC 5050	240	1.09	220
POWERSOFT	240	1.09	220
YAMAHA M7CL	150	0.68	220
YAMAHA PM5D	300	1.36	220

Fuente: Elaboración propia, 2019

5.7.1. ¿Para qué sirve la Ley de Ohm?

- a) Para saber el calibre de cable a utilizar.
- b) Para saber la capacidad de la varilla de tierra física.
- c) Para determinar la capacidad de la planta de luz (Grupo electrógeno).
- d) Para saber el valor de los fusibles de mi centro de carga.
- e) Para saber el calor del fusible en bocinas de baja potencia.
- f) Para saber el cable calibre del cable para bocinas pasivas.

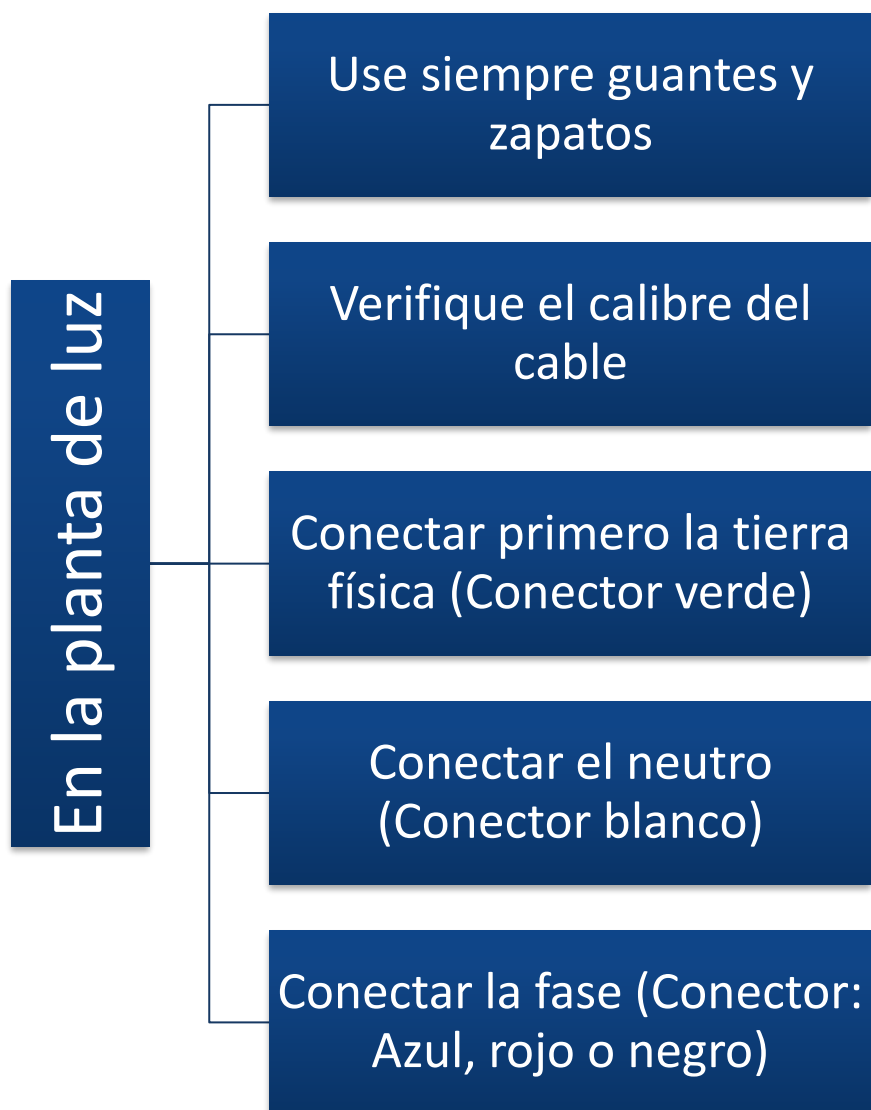
la electricidad en los eventos o espectáculos musicales en vivo, no solo está relacionado con la sonorización, sino que también existen otros como: la iluminación, video, etc. Tomar en cuenta

que estos también deben ser calculados, e independientemente con su respectivo distro, plata de luz y su puesta a tierra.

5.8. Sugerencias rápidas para la instalación eléctrica en eventos o espectáculos en vivo

- En la planta de luz

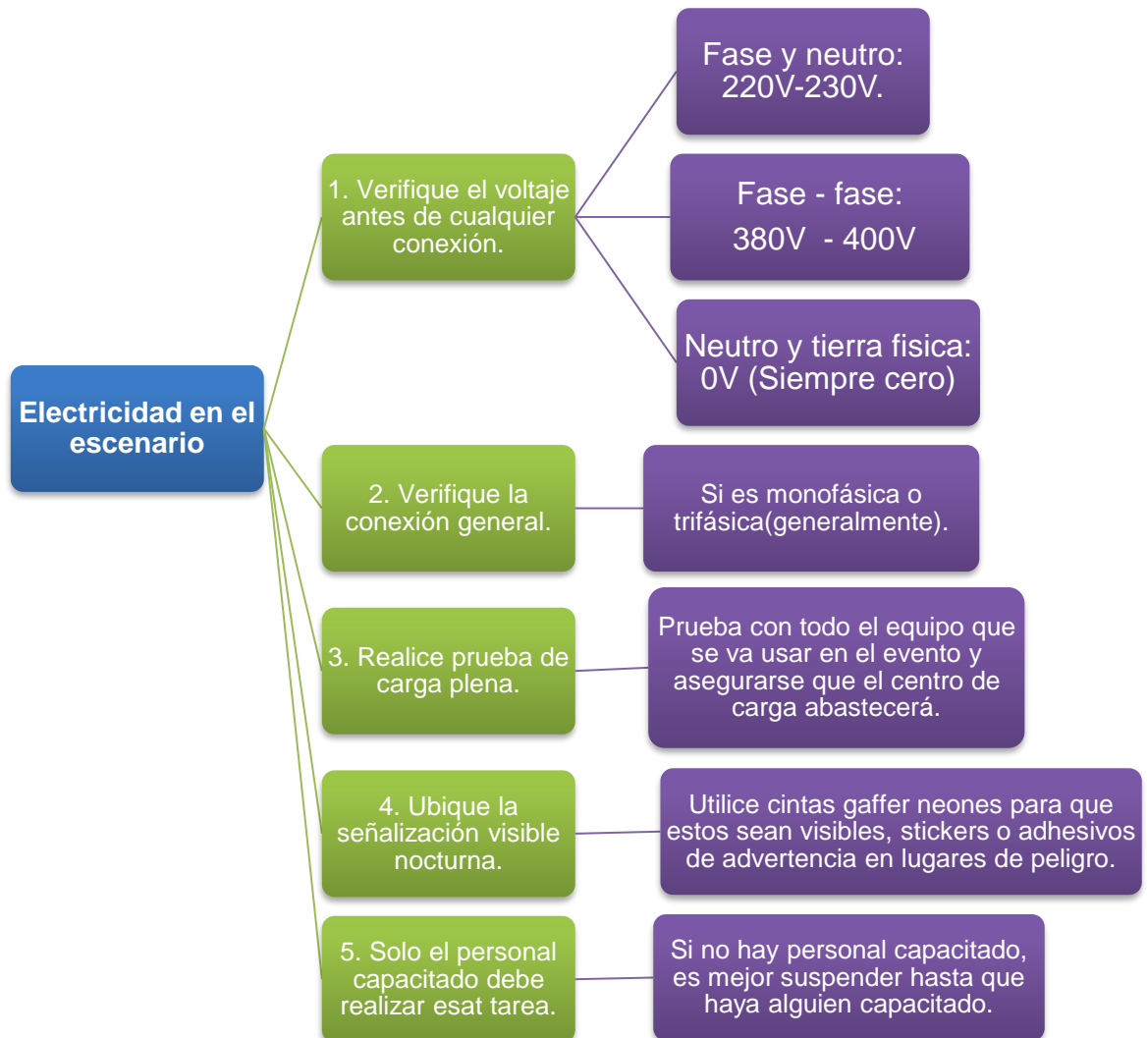
Gráfico 22. Instalación eléctrica en la planta de luz



Fuente: Elaboración propia, 2020

- **Electricidad en escenario**

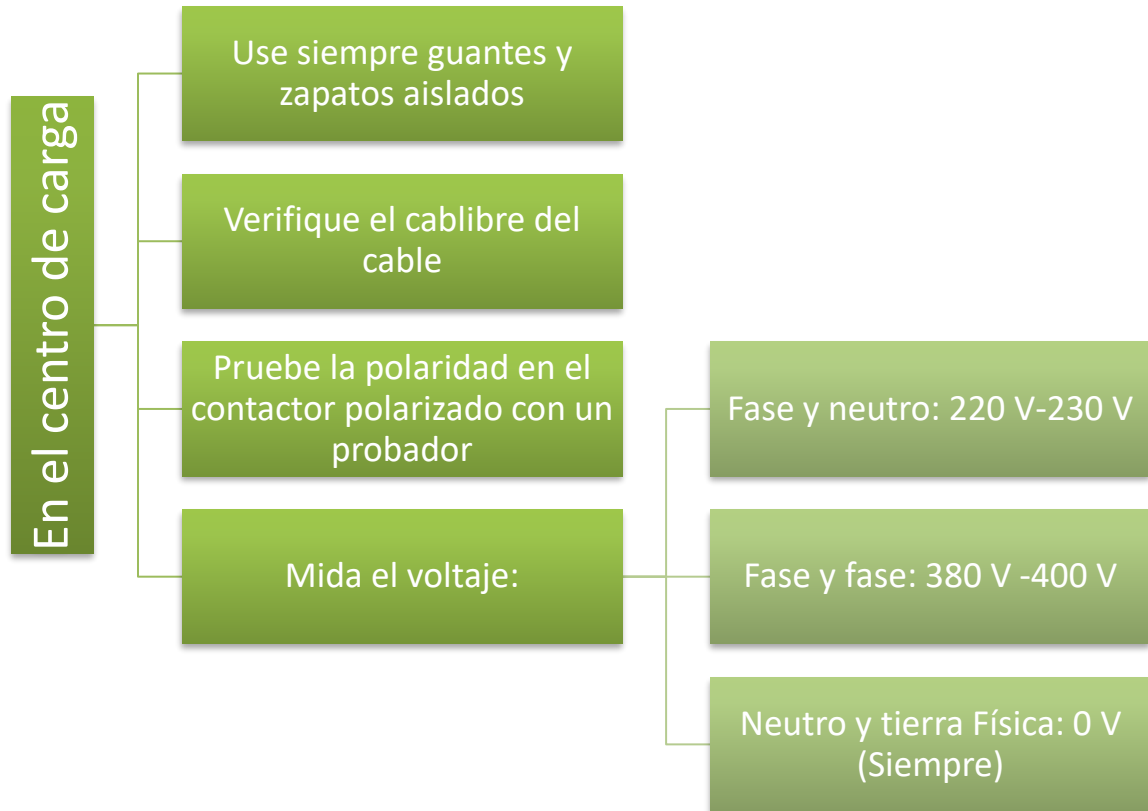
Gráfico 23. Electricidad en el escenario



Fuente: Elaboración propia, 2020

- **Instalación eléctrica en el centro de carga**

Gráfico 24. Instalación eléctrica en el centro de carga



Fuente: elaboración propia, 2020

5.9. Primeros auxilios

- **Definición**

Son las atenciones inmediatas, adecuadas y provisionales que se brinda a un accidentado o víctima de enfermedades imprevistas hasta su traslado a un centro médico.

Cuando una persona se lesiona, tiene un accidente o enferma repentinamente, transcurre un tiempo antes de que pueda recibir asistencia médica, y lo que los testigos ocasionales hagan o dejen de hacer durante ese intervalo puede significar la vida o la muerte de la víctima. (pág. 92 cap. II)

Primeros auxilios

Los primeros auxilios consisten en cuidados inmediatos, adecuados y provisionales que se prestan a las personas en situación de sufrimiento o vulnerabilidad antes de la llegada del médico o de la arribo a un centro asistencial. Es importante que aquel que preste primeros auxilios deba estar capacitado y seguro de lo que debe hacer para no correr ningún riesgo.

5.9.1. **Primeros auxilios de electrocución.** El empleo generalizado de la energía eléctrica lleva aparejado ciertos riesgos que pueden verse incrementados en el colectivo de profesionales que desarrollan su trabajo en instalaciones eléctricas o en su proximidad. En este caso, corren riesgo todos aquellos que estén involucrados en el escenario de un evento o espectáculo musical en vivo. En un accidente grave de electrocución, los primeros auxilios pueden definir la vida o la muerte de la víctima, es vital que los compañeros de trabajo tengan conocimiento de primeros auxilios.

- **Objetivos**

- a) El objetivo fundamental es conservar la vida de las personas involucradas en el accidente, puesto que se admite como el bien más valioso de cualquier ser humano.
- b) Evitar las complicaciones: disminuir la posibilidad de secuelas e impedir que se agraven las lesiones y exponiendo a mayores riesgos de vida.

Figura 75. Letrero de advertencia

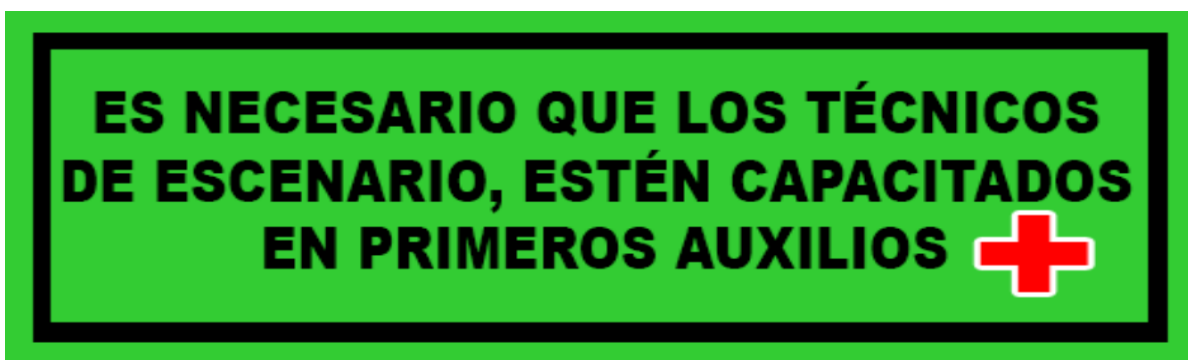


Fuente: Elaboración propia, 2019

Los primeros auxilios en una electrocución, varían según las necesidades de la víctima y según los conocimientos del socorrista.

Aquellos que deciden intervenir deben estar seguros de las acciones a realizar y no improvisar. Así mismo es importante saber qué no hacer, porque una medida terapéutica mal aplicada puede producir complicaciones graves. Por otra parte, se recomienda no hacer más que lo indispensable para no retrasar el traslado de la víctima.

Figura 76. Advertencia de seguridad

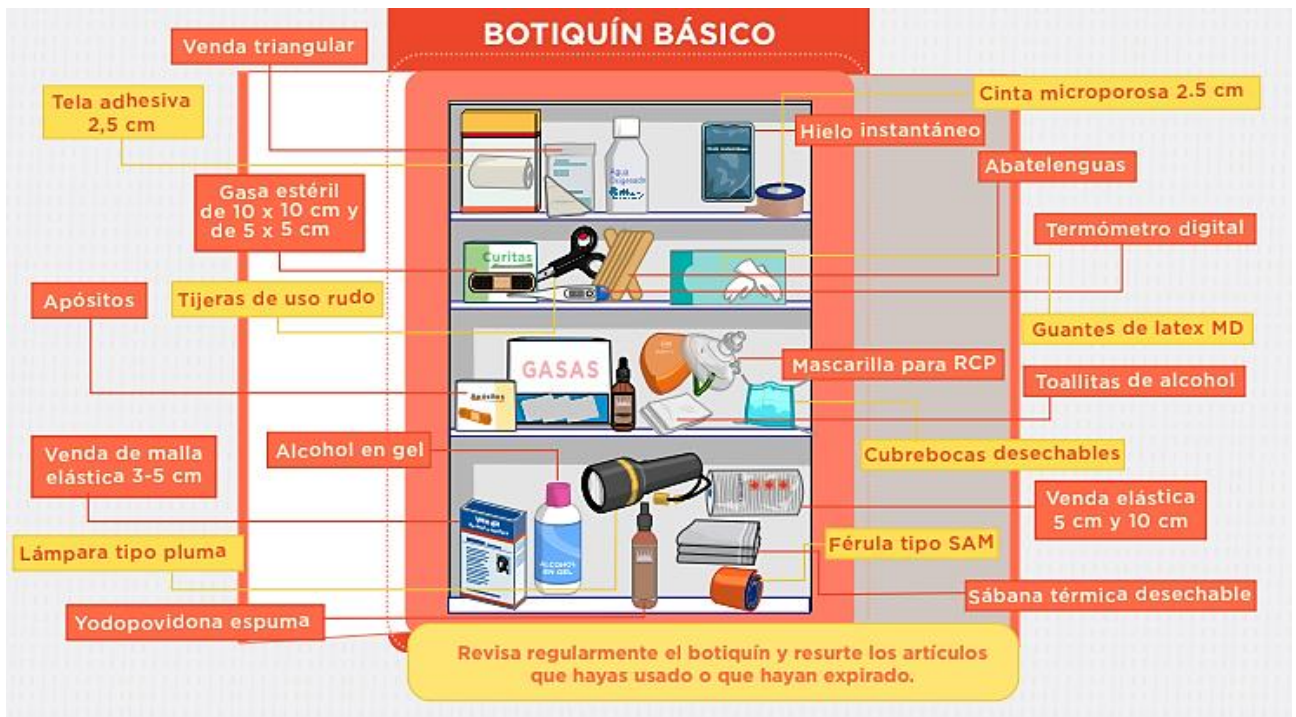


Fuente: Elaboración propia, 2019

Nota: Los técnicos e ingenieros involucrados en el escenario deben capacitarse en primeros auxilios por los riesgos que se corren.

5.9.2. **Botiquín de primeros auxilios.** Un botiquín de primeros auxilios sirve para atender accidentes menores y actuar en un caso de emergencia hasta que la persona reciba la atención médica correspondiente.

Figura 77. Botiquín básico de primeros auxilios



Fuente: Instituto IPRATÉ, 2020

El botiquín básico, debe contener material de curación de uso común en los accidentes, además de antisépticos locales, para evitar la infección de una herida. El material debe estar etiquetado y ordenado correctamente. Siempre transportarlo cerrado, en un contenedor hermético e impermeable. El contenido básico debe tener:

- Curitas, en una variedad de diferentes tamaños y formas para detener hemorragias.
- Apósitos de gasa estéril pequeños, medianos y grandes.
- Al menos dos apósitos estériles para ojos.
- Vendajes triangulares.
- Rollos de vendas.
- Guantes estériles desechables.
- Pinzas.

- Tijeras.
- Yodo
- Toallitas húmedas de limpieza sin alcohol.
- Cinta adhesiva.
- Termómetro, preferiblemente digital.
- Crema para erupciones de la piel tales como la hidrocortisona.
- Crema o spray para aliviar las picaduras de insectos y picaduras de insectos.
- Crema antiséptica.
- Los analgésicos tales como paracetamol o paracetamol infantil para los niños, aspirina (que no debe administrarse a niños menores de 16 años), o ibuprofeno
- Agua destilada, para la limpieza de heridas y lavado ocular.

Los medicamentos del botiquín deben ser controlados regularmente para asegurarse de que no estén caducados.

5.9.3. Pasos a seguir en primeros auxilios de una electrocución

¿Qué hacer?

1. Mantener la calma.

Figura 78. Mantén la calma



Fuente: Seguridad Eléctrica Chile, 2015

2. Observar y evaluar la situación de riesgo para poder seguir los protocolos de seguridad.

Figura 79. Relación probabilidad - consecuencia

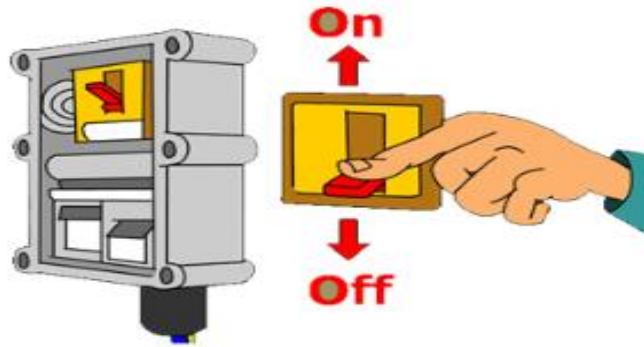
PROBABILIDAD	CONSECUENCIA		
	BAJA	MEDIA	ALTA
BAJA	Trivial	Tolerable	Moderado
MEDIA	Tolerable	Moderado	Importante
ALTA	Moderado	Importante	Critico

Fuente: Riesgos eléctricos – Guayaquil, Ecuador

- Realice una evaluación de la situación de riesgo y relacione la probabilidad entre consecuencia:
 1. **Trivial:** No se requiere acción específica
 2. **Tolerable:** No se necesita mejorar la acción preventiva.
 3. **Moderado:** Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo, determinando las inversiones precisas. Las medidas para reducir el riesgo deben implantarse en un período determinado.
 4. **Importante:** No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo. Puede que se precisen recursos considerables para controlar el riesgo.
 5. **Critico:** No debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo, incluso con recursos ilimitados, debe prohibirse el trabajo.
- 3. Antes de tocar al accidentado, se debe cortar la energía eléctrica e identificar el switch principal de la energía, para desconectarla inmediatamente con un guante de seguridad.

Figura 80. Swich principal

DESCONECTE EL SWITCH



Fuente: Instituto IPRATÉ, 2020

- En caso de que no haya un Switch, desenchufe el cable principal con mucho cuidado con guantes.

Figura 81. Aviso

DESCONECTE EL ENCHUFE PRINCIPAL



Fuente: Fluke corporation, 2019

Figura 82. Advertencia



Fuente: Fluke corporation, 2019

4. Estar atento a la posible caída o golpes que eventualmente podría sufrir la persona accidentada luego de la desconexión.
5. Si la ropa del accidentado ardiera, utilice un extintor de polvo tipo C, o ABC. Nunca se utilizará agua.
6. Llamar al servicio de urgencia de inmediato y pedir ayuda.
7. No se aleje del herido.

Figura 83. Números de emergencia



Fuente: Elaboración propia, 2019

Figura 84. Pasos básicos de primeros auxilios



Fuente: Elaboración propia, 2019

- **¿Qué es lo que no se debe hacer?**

1. Entrar en pánico, si una persona no está preparada para ayudar, menos prestar primeros auxilios, es mejor retirarse del lugar, no todos los seres humanos están preparados para ver un herido.
2. Subestimar las consecuencias de una descarga de electricidad, podrían existir lesiones profundas.
3. Incurrir en actitudes audaces e imprudentes que ponen en peligro al afectado y quien intenta asistir:
 - Golpearlo con una silla.
 - Pasar corriendo y empujarlo para separarlo de la fuente de electricidad.
 - Tratar de separarlo de la fuente con un palo de madera, confiar en los zapatos con suela de goma.

Nota: la madera y la goma son malos conductores, pero conducen electricidad de todos modos, sin embargo, si la madera o goma esta húmeda se convierte el conductor directo.

4. Apartar a la víctima por debajo de las axilas porque el sudor provoca conducción.

Figura 85. No levantar a la víctima por debajo del sudor

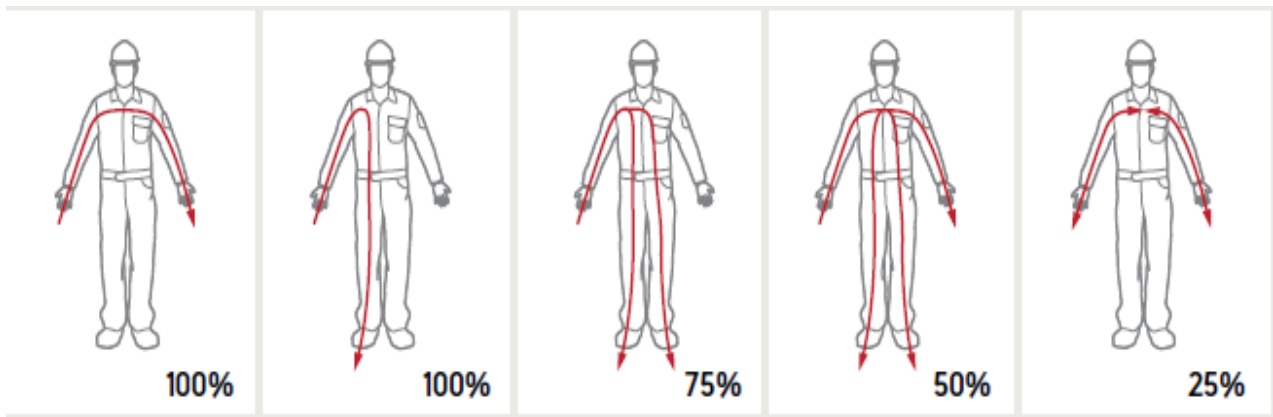


Fuente: Seguridad industrial Chile, 2012, <http://www.seguridadindustrial.com>

- **Trayectoria de la corriente en el cuerpo humano**

Los recorridos de la corriente más habituales son mano-mano o mano-pie. La gravedad de las lesiones va a depender de los órganos internos que atraviere, por ejemplo, si traspasa el corazón o pulmones, además de la impedancia relativa, que varía según el recorrido.

Figura 86. Impedancia interna del organismo para diferentes trayectorias



Fuente: ACHS, 2015

A mayor tiempo de contacto el daño es mayor, por lo que las protecciones de corte automático deben actuar con gran rapidez.

5.9.4. En caso de identificar un paro Cardíaco

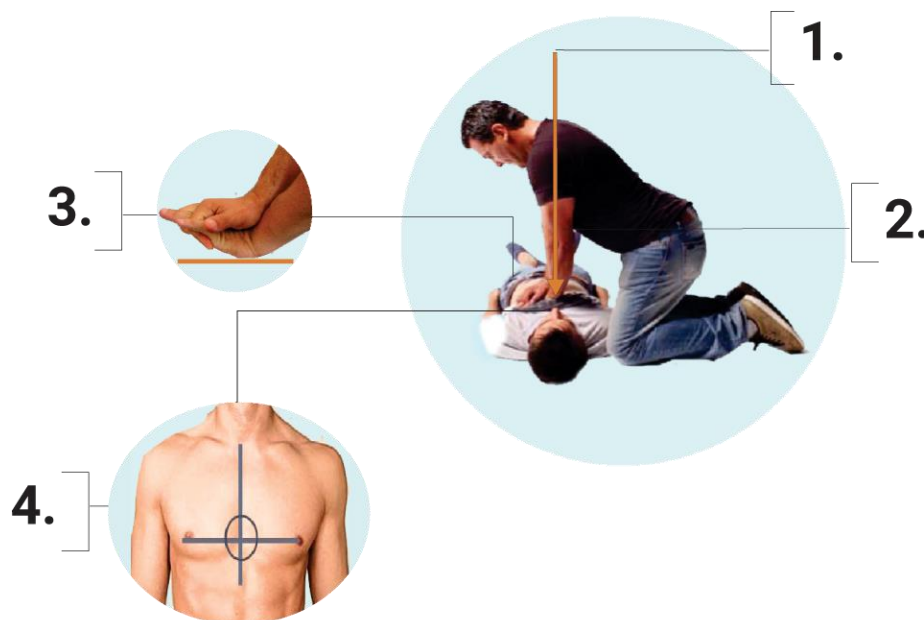
Señales de ataque cardíaco

- Sensación de opresión.
- Dolor del pecho persistente que se extiende hacia los hombros, cuello, mandíbula y brazos.
- Malestar torácico acompañado de vahídos, desvanecimiento, sudoración, náuseas o falta de aire.

En caso que el herido no conteste:

Inicia la maniobra de reanimación cardiopulmonar (RPC)

Figura 87. Reanimación cardiopulmonar



Fuente: Instituto IPRATÉ, 2020

1. Comprime hacia abajo el tórax de la persona hasta hundirlo entre 5 a 6 cm.
2. Mantén siempre los brazos extendidos.
3. Apoye el talón de una mano en el centro inferior del esternón. Coloque el talón de la otra mano sobre la primera y entrelaza tus dedos.
4. Zona donde se deben realizar las compresiones.

“SOLO PERSONAS CON CAPACITACIÓN EN PRIMEROS AUXILIOS PUEDEN PROCEDER AL RCP”

5.9.5. Seguridad y bioseguridad:

- a) No se deben correr riesgos innecesarios.
 - b) No se debe ingresar a la escena hasta que no esté confirmado que sea segura.
- **Si hay una persona capacitada en primeros auxilios y está en el lugar:**

- a) Evaluar: **A)** Apertura de la vía aérea, **B)** respiración; **C)** circulación.
- b) Si la víctima respira y tiene pulso regular, gire su cuerpo sobre su lado derecho.

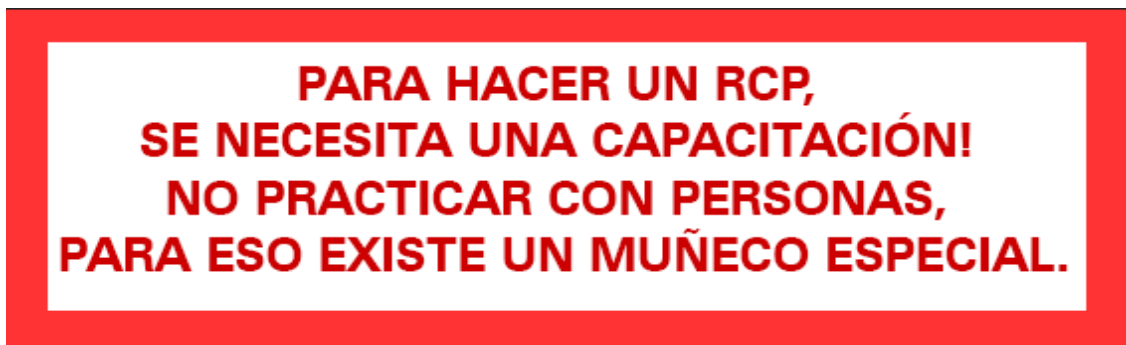
5.9.6. ¿Cuándo realizar un RCP?

Si la descarga produjo paro cardiorrespiratorio iniciar maniobras de Reanimación Cardiopulmonar (RCP) y no interrumpir hasta la recuperación del afectado o la llegada de la ambulancia

1. Si hay paro al corazón, hacer masaje cardíaco.
2. Contemplar y cumplir medidas de bioseguridad.
3. Establecer el nivel de conciencia del herido.
4. No alejarse del herido.

Valore su bioseguridad: utilice guantes y método de barrera para reanimación cardiopulmonar (RCP).

Figura 88. Advertencia



Fuente: Elaboración propia, 2019

- **C.A.R.D**

Las maniobras de reanimación cardiopulmonar (RCP) incluyen el denominado C.A.R.D: **C:** compresiones torácicas; **A:** apertura de la vía aérea; **R:** respiración (siempre con método de barrera); **D:** desfibrilación con desfibrilador externo automático (DEA).

a) C compresiones torácicas

Coloque el talón de una mano en el centro del pecho y la otra mano abrazando a la primera. La punta de los dedos debe levantarse para que la fuerza se realice con el talón de ambas manos.

Los que realizan RCP deberían asegurar compresiones torácicas de profundidad adecuada (aproximadamente 5 cm, pero no más de 6 cm en el adulto medio) con una frecuencia de 100-120 compresiones por minuto. Permitir que el tórax se re expanda completamente tras cada compresión y minimizar las interrupciones en las compresiones.

Figura 89. Compresión torácica



C Compresiones torácicas

Fuente: Elaboración propia, 2019

b) A apertura de la vía aérea

La vía aérea de una persona inconsciente boca arriba está obstruida por la lengua, por eso se debe posicionar la cabeza con la maniobra frente-mentón con hiperextensión cervical. En caso de ser traumatizado no se hará dicha maniobra sino la de tracción con subluxación5 mandibular.

Figura 90. Apertura de vía aérea



A Apertura de la vía aérea

Fuente: Elaboración propia, 2019

c) R respiración (siempre con método de barrera)

Cuando se administren las dos respiraciones de rescate/ventilaciones, emplear aproximadamente un (1) segundo para insuflar el tórax con un volumen suficiente para asegurar que el tórax se eleve visiblemente. No interrumpir las compresiones torácicas durante más de 10 segundos para administrar ventilaciones

La técnica puede ser Boca a Boca con métodos de barrera y pinzando la nariz.

Figura 91. Respiración



Fuente: Elaboración propia, 2019

Figura 92. Advertencia



Fuente: Elaboración propia, 2019

Si la persona no presenta ningún cambio, otro operador debe continuar rápidamente con las maniobras. Los operadores deben rotar cada dos (2) minutos de actividad para mantener RCP de alta calidad con compresiones torácicas efectivas.

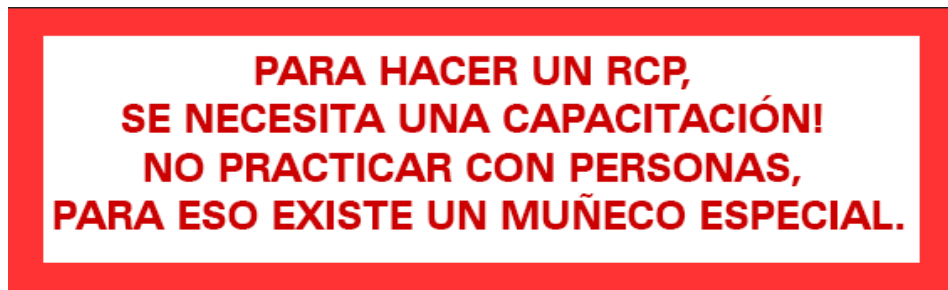
d) D desfibrilación con desfibrilador externo automático (DEA)

Los DEA tienen incorporado un sistema de análisis del ritmo y un esquema de recomendaciones que deberá seguirse. Requieren que el paciente: no respire, no se mueva y esté inconsciente.

La pausa pre descarga debe ser reducida a un mínimo absoluto; ya que incluso un retraso de cinco a diez segundos reduce las posibilidades de éxito de la desfibrilación. Con respecto a la pausa pos descarga, las guías indican que esta se minimiza reiniciando las compresiones torácicas inmediatamente tras la desfibrilación. Las ventilaciones proporcionan un beneficio adicional.

Nota: la relación de compresiones torácicas y ventilaciones: 30 compresiones + dos (2) ventilaciones = un ciclo. Deberán repetirse cinco ciclos en un tiempo de dos minutos.

Figura 93. Advertencia



Fuente: Elaboración propia, 2019

Figura 94. Cuida tu vida



Fuente: Elaboración propia, 2019

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Finalmente, en el Proyecto de Grado titulado “diseñar procedimientos de prevención y seguridad eléctrica para eventos o espectáculos musicales en vivo, mediante un manual, acorde a la legislación boliviana, basados en normas de los países latinos”, se vio la relaciona con distintas áreas, tanto en seguridad como salud.

Se evidencio, deficiencias en las conexiones, falta de conocimiento, importancia ante el riesgo que corren los involucrados, así mismo se identificó deficiencias en las herramientas de medición e instalación eléctrica.

- La investigación de normas y protocolos de prevención y seguridad eléctrica para eventos o espectáculos musicales en vivo de los países latinos, tales como Argentina, México y Chile. Lo cuales fueron satisfactorios con gran aporte al proyecto.
- Se indagó antecedentes de Bolivia en los últimos años. Los cuales resultaron ser problemáticos por la falta de conocimiento o capacitación al personal técnico en distintas empresas de renta de sonido en vivo de Bolivia; ya sean de pequeña o mediana empresa.
- El diseño de procedimientos de prevención y seguridad eléctrica para eventos o espectáculos musicales en vivo, mediante un manual, acorde a la legislación boliviana, basados en normas de los países latinos, fueron basados de acuerdo a la recopilación de la investigación en normativa, antecedentes; así mismo, cabe mencionar que el contenido del documento contribuye al desarrollo técnico escénico.

La información de cómo proceder dando primeros auxilios ante un accidente eléctrico, recalcando que solo pueden realizarlo personas capacitadas.

El procedimiento de la puesta a tierra, se puede definir como la más importante ya que de esta depende de que no se produzcan descargas eléctricas y fugas.

En cuanto al cálculo matemático, es importante adjuntar información de los equipos y obtener el valor requerido para realizar el cálculo según la Ley de OHM.

Entre las ventajas se tiene:

- Manual y procedimientos de prevención y seguridad eléctrica para eventos o espectáculos musicales en vivo.
- Creación metodológica en base a criterios y elementos técnicos, que generaron aceptación como material de apoyo.

Finalmente, la implementación de la propuesta “Elaboración de manual para el uso de normas y procedimientos de prevención y seguridad eléctrica para eventos o espectáculos musicales en vivo, bajo la legislación boliviana”, es un material de apoyo para preservar la vida y la seguridad eléctrica en escenarios de eventos musicales en vivo, utilizando información basada en manuales y normas extranjeras, se afirma que todos los participantes, pese a sus diferencias y/o semejanzas, aportaron con su criterio desde su experiencia, como se constata en los anexos.

En síntesis, al recurrir a la elaboración de un Manual para el uso de normas y procedimientos de prevención y seguridad eléctrica para eventos musicales en vivo, bajo la legislación boliviana se ha creado una estrategia óptima de prevención, permitiendo informar, persuadir y recordar al técnico, del impacto de inseguridad a la que está expuesto. En otras palabras, la eficacia de la propuesta la hace extensible a otras temáticas conflictivas del medio.

Recomendaciones

Con el presente Proyecto de Grado, “diseño de procedimientos de prevención y seguridad eléctrica para eventos musicales en vivo, mediante un manual, acorde a la legislación boliviana, basados en normas de los países latinos”, se recomienda utilizar el material base de este proyecto de grado para:

- Realizar una investigación que permita identificar y evaluar las causas y efectos a lo largo del tiempo, a partir de las reflexiones realizadas en el presente estudio.
- Servir para la creación de otros tendientes a promover mejores condiciones de vida.
- Usar herramientas de medición eléctrica certificadas, ya que, para la medición de resistencia de la tierra, ninguna empresa de renta de sonido contaba con un telurómetro o telurímetro.
- Ser referente para la realización de una normativa exclusiva para el país, en riesgos escénicos.
- Coordinar acciones y tiempos con personas e instituciones (municipales, gubernamentales y privadas) que intervendrían en la investigación al momento de estructurar cronogramas y herramientas de seguimiento y control del Manual, producto del presente Proyecto de Grado.
- Adjuntar toda información ante riesgos escénicos, no solo eléctricos, y proponer una ley o protocolo y esta sea supervisada en cada evento espectáculo en vivo.
- Promover concursos educativos en beneficio de los técnicos escénicos, de proyectos enfocados en la seguridad eléctrica en eventos musicales en vivo.
- Inducir a la capacitación en primeros auxilios al personal que está involucrado en los escenarios para eventos o espectáculos en vivo.

Así mismo al momento de realizar la medición de resistencia de tierra se debe prestar atención, entre otras cosas, a la colocación de los electrodos de prueba de modo que no se solapen las áreas de influencia de los mismos. De producirse un solapamiento de dichas áreas la lectura de resistencia dada por el equipo de medición no será la correcta, por lo que se debe seguir la recomendación del fabricante y los métodos estándares para la coacción de los electrodos.

Se debe prestar atención, entre otras cosas, a la colocación de los electrodos de prueba de modo que no se solapen las áreas de influencia de los mismos. De producirse un solapamiento de dichas áreas la lectura de resistencia dada por el equipo de medición no será la correcta, por lo que se debe seguir la recomendación del fabricante y los métodos estándares para la coacción de los electrodos.

BIBLIOGRAFÍA

ACHS Prevención de riesgos eléctricos [Libro]. - 2015.

Association National Fire Protection Extintores Portátiles Contra Incendios [Libro]. - Orlando : [s.n.], 2007.

Bono Manny August FitzStephen Sobrecarga [Publicación periódica]. - 2017.

Burgos Jorge Iñesta La electricidad [Libro]. - Madrid : E.i.S.E. Domènech, S.A., 2002.

Duhalt K. M. El manual como herramienta de comunicación [Libro]. - 2002.

Fargas D.A. & Soler Concierto, en Diccionario de la Música [Libro]. - Barcelona : Imprenta de Joaquín Verdaguer., 1852.

INAMU Prevencion y riesgos escenicos [Libro]. - La Plata-Argentina : [s.n.], 2016.

Lopéz Luciano Federico LEY DE FARADAY-LENZ [Libro]. - Buenos Aires : [s.n.], 2004.

Mantilla Gerardo La Ley de Ohm [Informe]. - bogota : [s.n.], 1983.

Márquez Rogelio García LA PUESTA A TIERRA [Sección de libro] // LA PUESTA A TIERRA DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y EL R.A.T. - Marcombo : ilustrada, 1991.

NEC Código Eléctrico Nacional Centros de carga [Libro]. - 2010.

Nogués Jaume Seguridad eléctrica [Libro]. - 2016.

Pedrell F. El Concierto, en Diccionario Técnico de la Música [Libro]. - Valladolid : Barcelona I.T. Oriol, 2009.

Rela Lic. Agustín Electricidad y electronica [Libro]. - Argentina : [s.n.], 2010.

Rojas Ing. Gregor MANUAL DE SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA [Libro]. - 2020.

Serrano María Teresa Serrano Determinación de la impedancia [Libro]. - Puebla- México :
INAOE, 2019.

UGT-Madrid Secretaría de Salud Laboral Manual Informativo de PRL: Riesgo Eléctrico
[Libro] / ed. Diego Gráficas de. - Madrid : [s.n.], 2011.

Vega Constantino Pérez SONIDO Y AUDICION [Libro]. - [s.l.] : UNIVERSIDAD DE
CANTABRIA, 2016.

PÁGINAS WEB

Álvarez-Irecyl Rafael Irecyl [En línea] // Cortocircuito eléctrico. - enero de 2017. - marzo de 2021. - <http://rafael-alvarezp.blogspot.com/2017/01/cortocircuito-electrico.html>.

Bassman Leo Runner up Records [En línea] // Blackline. - enero de 2018. - <https://www.runneruprecords.com/sabes-que-es-backline/>.

Cronan Kate M. Brenner Childrens [En línea] // Reanimación cardiopulmonar (RCP). - 2019. - https://www.wakehealth.edu/KH/clinical/lic415/es/parents/cpr-esp_html.

ENEL ¿Qué es el riesgo eléctrico y qué factores determinan su gravedad? [En línea] // ENEL. - 2018. - <https://www.enel.pe/es/ayuda/que-es-el-riesgo-electrico-y-que-determina-su>

FLUKE ¿Qué es la tensión? [En línea] // <https://www.fluke.com/>. - 2021. - <https://www.fluke.com/es-bo/informacion/blog/electrica/que-es-la-tension>.

Hernández Ing. Hernán Fuga de corriente [Publicación periódica]. - 2017.

<https://www.demaquinasyherramientas.com> De maquinas y herramientas [En línea] // Instrumentos de medicion. - 2011. - <https://www.demaquinasyherramientas.com/herramientas-de-medicion/como-usar-un-multimetro>.

MANCEDO ING. SUSANA M. acomee México [En línea] // INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO. -2016. -

<https://www.acomee.com.mx/clasificaciones/INTERRUPTOR%20TERMOMAGNETICO.pdf>

Nación Ministerio de Salud de la Manual de primeros auxilios y prevención de lesiones [En línea]. - 2016. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/manual_1ros_auxilios_web.pdf.

Planas Oriol www.solar-energia.net [En línea] // ¿Qué es la corriente eléctrica?. - 7 de octubre de 2019. - <https://solar-energia.net/electricidad/corriente-electrica>.

Raffino María Estela conceptode.es [En línea] // ¿Qué es el voltaje?. - 2020. <https://concepto.de/voltaje/>.

Ramírez Paolo Andrés Pancho Fase de Una Onda [En línea] // scribd. - 2015. - <https://es.scribd.com/doc/214069760/Fase-de-Una-Onda>.

Rengifo Carlos Gerardo <http://artemisa.unicauca.edu.co/> [En línea] // Protocolo. - 2016. - <http://artemisa.unicauca.edu.co/~gerardorengifo/Documentos/EduAmbDesarrolloRegional/El%20protocolo2.pdf>.

Rojas José Luis Como funciona [En línea] // Como funciona un interruptor diferencial. - 2021. - <https://como-funciona.co/un-interruptor-diferencial-disyuntor/>.

Tocabens Belkis Echemendía <http://scielo.sld.cu> [En línea] // Definicion de riesgo. - 2010. - http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-30032011000300014.

Ucha Florencia Definición ABC [En línea] // Legislacion. - mayo de 2009. - <https://www.definicionabc.com/derecho/legislacion.php>.

Vázquez A., Corona, C. y Juárez, B. <https://derecho1.files.wordpress.com/> [En línea] // ¿Qué es una norma?. -2012. - <https://uapa.cuaieed.unam.mx/sites/default/files/minisite/static/b21dc82f-af46-4e6e-aa9e-7ec603806a45/1-Concepto-de-Norma/index.html>.

www.promocionmusical.es www.promocionmusical.es [En línea]. - 2020. - <https://promocionmusical.es/organizacion-de-eventos-fases-organizacion-evento-musical/>.

ANEXOS

ANEXO 1

1) Encuesta

Gestión -2019

Nombre del encuestador: Noemí García

Empresa de sonido:	
Fecha:	/ /
Departamento:	

I. En las siguientes preguntas escoja una respuesta (con una marca en SI o No)

1.1. ¿Usted cree que es importante la seguridad eléctrica?

SI

NO

Si su respuesta fue SI continúe la encuesta, si su respuesta es NO, gracias por su tiempo.

1.2. ¿Tiene conocimiento sobre “seguridad eléctrica”?

SI

NO

1.3. ¿Usted realiza actividades en la conexión de electricidad?

SI

NO

1.4. ¿Hay un encargado especializado en electricidad en la empresa de sonido?

SI

NO

II. Seleccione solo un inciso.

2.1. ¿Cuál es su cargo en la empresa de sonido?

- a) Ingeniero de sistemas
- b) Ingeniero de sala
- c) Asistente de sala
- d) Ingeniero de monitores
- e) Asistente de monitoreo
- f) Técnico de escenario
- g) Asistente de escenario
- h) Otro:

2.2. ¿Alguna vez la empresa ha tenido problemas de electricidad?

- a) Si
- b) No

2.3. ¿Con qué frecuencia se hace la puesta a tierra en los eventos musicales?

- a) Siempre
- b) Casi siempre
- c) A veces
- d) Nunca

III. Preguntas de selección múltiple (encierre uno o más incisos)

3.1. ¿Cuál de estos vestuarios de seguridad industrial usa?

- a) Guantes
- b) Casco
- c) Botas
- d) Overol
- e) Arnés
- f) Atenuadores
- g) Lentes
- h) Chaleco
- i) Ninguno

6.1. ¿Qué instrumentos de medición eléctrica usa el encargado?

- a) Multímetro
- b) Amperímetro
- c) Voltímetro
- d) Ninguno
- e) No se

6.2. ¿la empresa cuenta con botiquín de primeros auxilios?

- a) Si
- b) No

6.3. ¿Qué contiene el botiquín de primeros auxilios?

- a) Gasa
- b) Alcohol
- c) Agua oxigenada

- d) Apósitos
- e) Tela adhesiva
- f) Venda de cambric
- g) Guantes de cirugía
- h) Algodón hidrófilo
- i) Tijera
- j) Yodo
- k) Ninguno

6.4. ¿usted tiene conocimiento del RCP (reanimación cardiopulmonar)?

- a) Si
- b) No

IV. En las siguientes informaciones marque con una X una opción según su criterio

Tabla 21. Modelo de encuesta

	Muy de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo ni desacuerdo	No estoy de acuerdo
Usted cree que es necesario tener conocimiento básico sobre seguridad eléctrica.				
Estaría de acuerdo que se diseñe un manual de prevención y seguridad eléctrica para eventos musicales en vivo.				

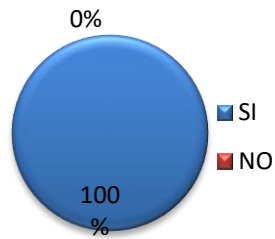
Fuente: Elaboración propia

2) Resultado de las encuestas:

I. En las siguientes preguntas escoja una respuesta (con una marca en SI o No)

1.1. ¿Usted cree que es importante la seguridad eléctrica?

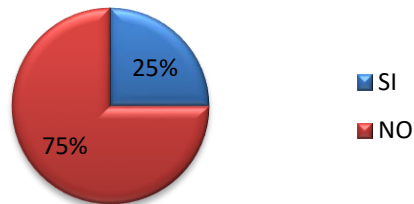
Gráfico 25



Fuente: Elaboración propia, 2020

1.2.¿Tiene conocimiento sobre “seguridad eléctrica”?

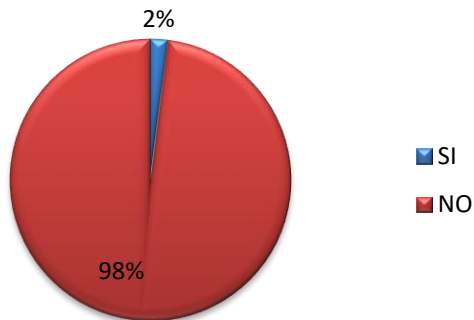
Gráfico 26



Fuente: Elaboración propia, 2020

1.3.¿Usted realiza actividades en la conexión de electricidad?

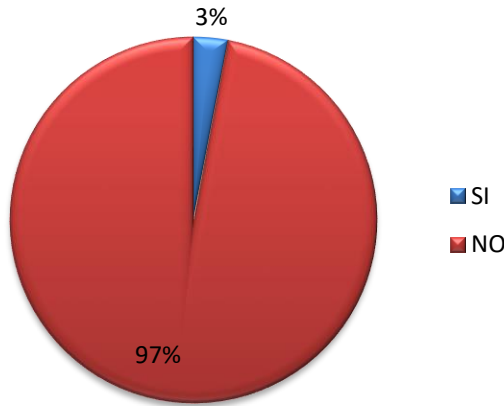
Gráfico 27



Fuente: Elaboración propia, 2020

1.4.¿Hay un encargado especializado en electricidad en la empresa de sonido?

Gráfico 28

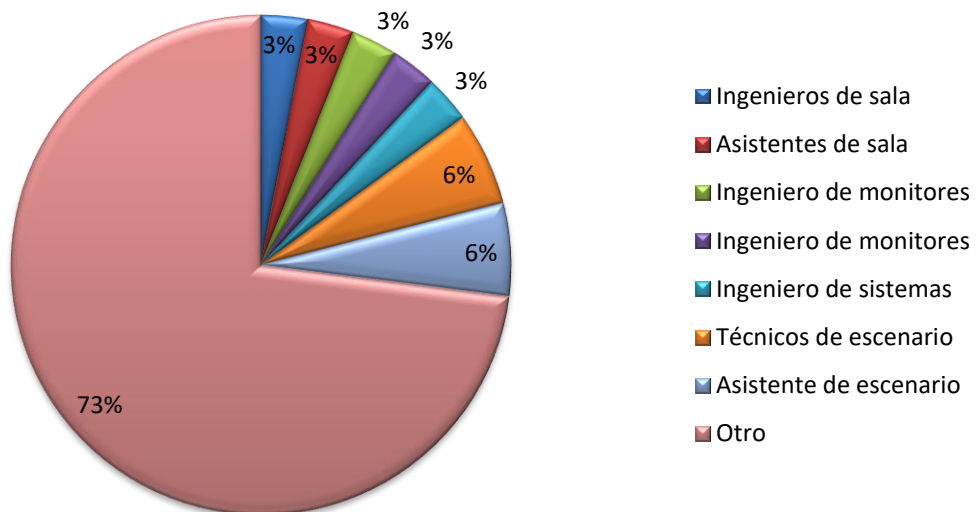


Fuente: Elaboración propia, 2020

II. Seleccione solo un inciso.

2.1. ¿Cuál es su cargo en la empresa de sonido?

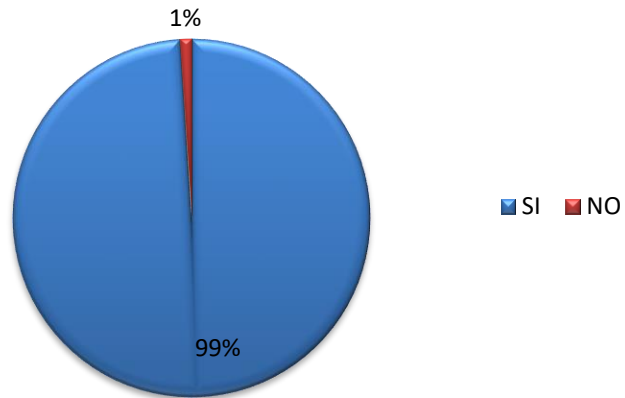
Gráfico 29



Fuente: Elaboración propia, 2020

2.2. ¿Alguna vez la empresa ha tenido problemas de electricidad?

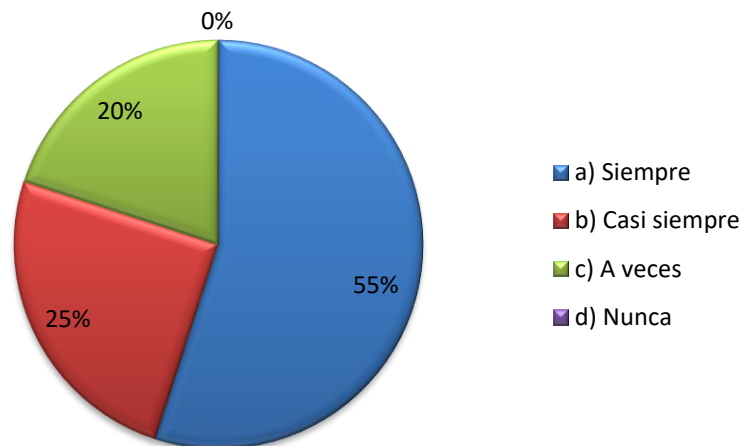
Gráfico 30



Fuente: Elaboración propia, 2020

2.3. ¿Con qué frecuencia se hace la puesta a tierra en los eventos musicales?

Gráfico 31



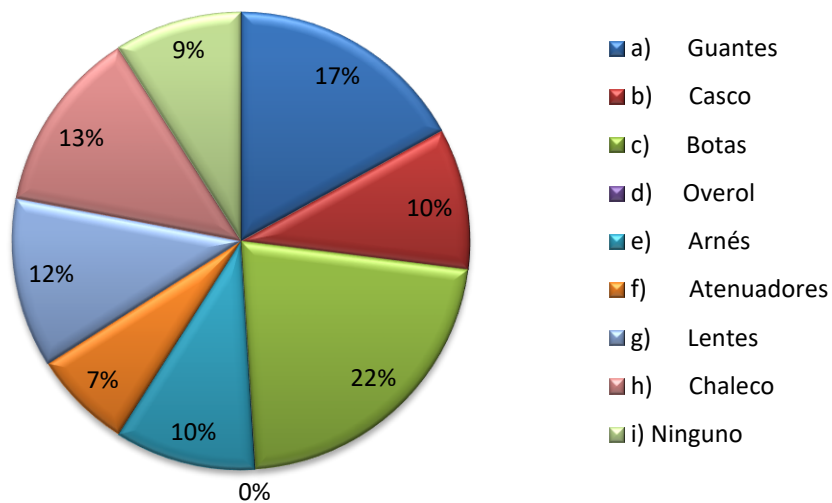
Fuente: Elaboración propia, 2020

III. Resultado del cuestionario 3.

IV. Preguntas de selección múltiple (encierre uno o más incisos)

4.1. ¿Cuál de estos vestuarios de seguridad industrial usa?

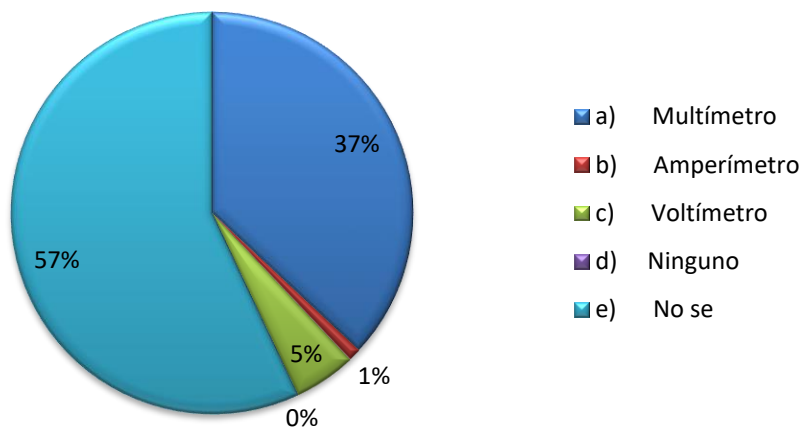
Gráfico 32



Fuente: Elaboración propia, 2020

4.2. ¿Qué instrumentos de medición eléctrica usa el encargado?

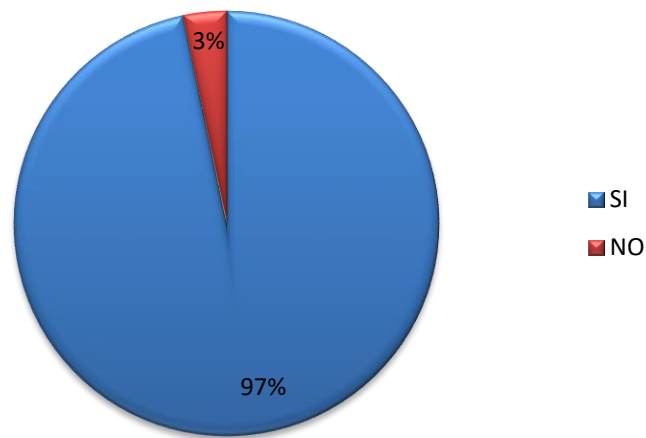
Gráfico 33



Fuente: Elaboración propia, 2020

4.3. ¿La empresa cuenta con botiquín de primeros auxilios?

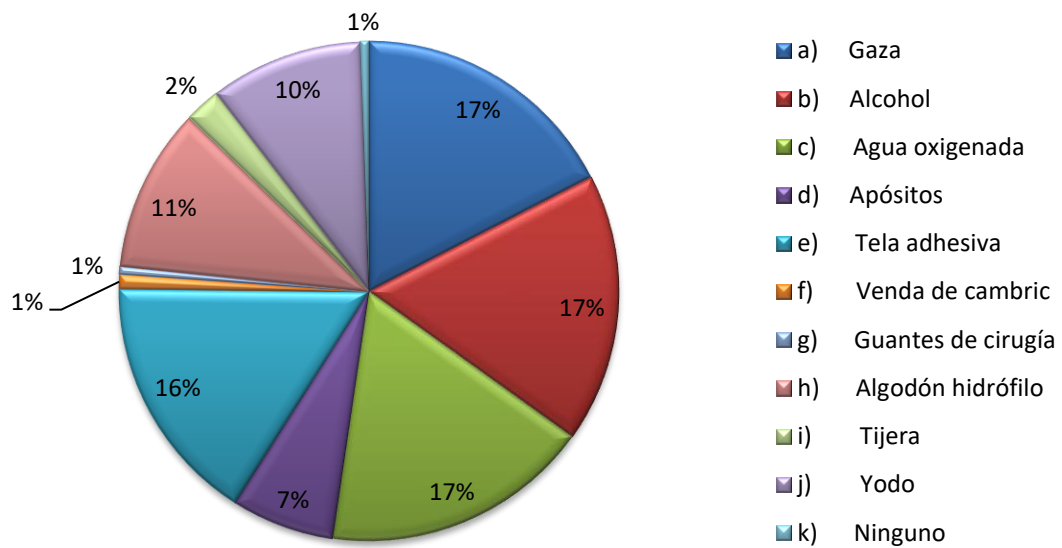
Gráfico 34



Fuente: Elaboración propia, 2020

4.4. ¿Qué contiene el botiquín de primeros auxilios?

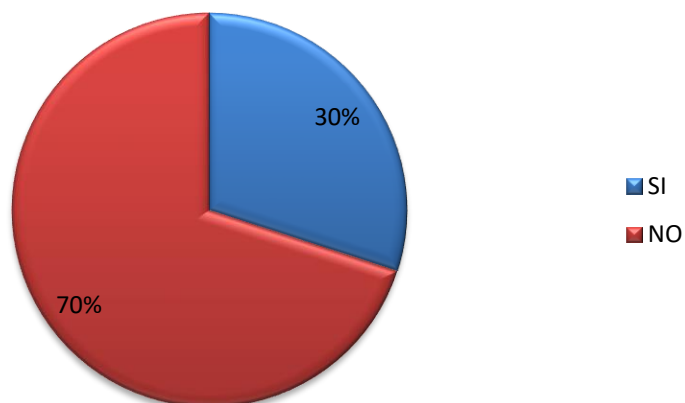
Gráfico 35



Fuente; Elaboración propia

4.5.¿Usted tiene conocimiento del RCP (reanimación cardiopulmonar)?

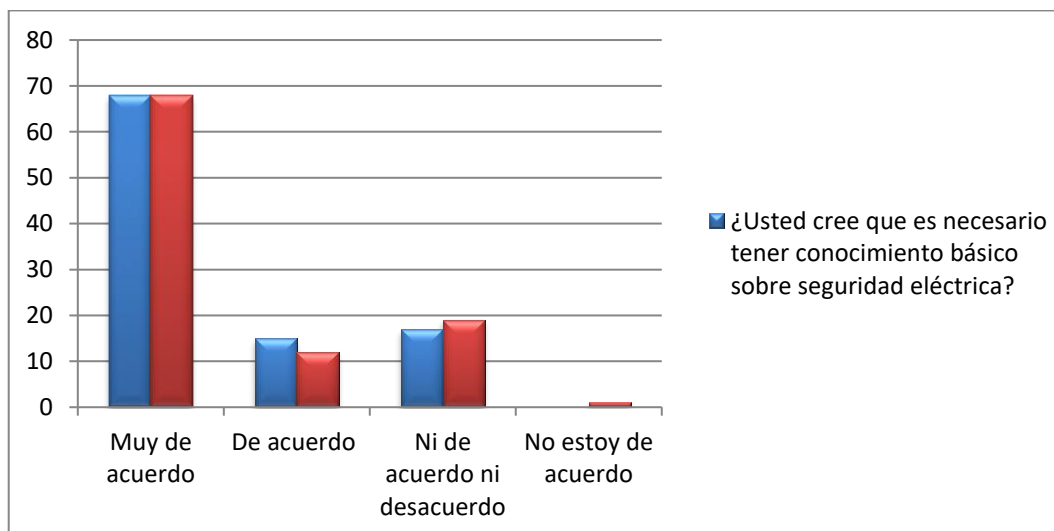
Gráfico 36



Fuente: Elaboración propia, 2020

V. En las siguientes informaciones marque con una X una opción según su criterio.

Gráfico 37



Fuente: Elaboración propia, 2020

ANEXO 2

Otras normas:

Las siguientes organizaciones cuentan con recomendaciones o normas para la realización de una puesta a tierra a fin de garantizar la seguridad:

- OSHA (Administración de Salud y Seguridad Ocupacional)
- NFPA (Asociación Nacional de Protección Contra el Fuego)
- ANSI/ISA (Instituto Nacional Estadounidense de Estándares e Instrument Society of America)
- TIA (Asociación de la Industria de Telecomunicaciones)
- IEC (Comisión Electrotécnica Internacional)
- CENELEC (Comité Europeo de Normalización Electrotécnica)
- IEEE (Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos)

ANEXO 3'

a) **Ing. Miguel García Salvatierra**

Profesional Técnico en Ingeniería electrónica graduado de la Universidad Mayor de San Andrés, tiene una amplia experiencia en sonido en vivo desde 1992 con la empresa PCM, trabajó con varias empresas de renta de sonido de renombre, en la actualidad trabaja con Sonido YES de la ciudad de La Paz.

b) **Ing. Hugo Orellana**

Profesional Técnico en Ingeniería electrónica graduado de la Universidad Mayor de San Andrés, tiene una amplia experiencia en sonido en vivo y electricidad desde el año 1976, trabajó con empresas y grupos internacionales de distintos géneros en muchos países, actualmente cuenta con una empresa de venta de distribuidores de electricidad con certificación en Bolivia.

c) **Ing. Gastón Aliaga**

Profesional Ingeniero de sonido, especializado en Refuerzo Sonoro desde 2003, trabajó con empresas y grupos internacionales de distintos géneros, actualmente es docente de Refuerzo Sonoro en la Universidad Técnica Privada Cosmos, así mismo como Ingeniero de Planta de la empresa de renta de sonido en vivo Studio Mediterráneo.

• **Preguntas relevantes realizadas a los entrevistados:**

1. En su experiencia ¿alguna vez vio un accidente causado por la electricidad?
2. ¿Usted cree que es necesario que todos los que trabajan en los eventos u espectáculos en vivo deben capacitarse o tener conocimiento básico de primeros auxilios y seguridad eléctrica?
3. ¿Usted cree que debería realizarse un manual de procedimientos en instalaciones eléctricas?

Tabla 22. Respuestas relevantes de las entrevistas.

Entrevistados	Respuestas relevantes
a)	<ol style="list-style-type: none"> 1. “En toda mi trayectoria vi muchos accidentes, respecto a la electricidad generalmente fueron fallas eléctricas en los equipos o algún choque no tan grave en los que nos dedicamos en este ámbito, pero si escuché de algunos accidentes fatales de gravedad”. 2. Es necesario, y analizando al tipo de riesgos que corremos, todos necesitamos capacitarnos. Y no solo en electricidad, sino todo lo que engloba la seguridad escénica por muchos factores. 3. Estoy muy de cuerdo que debería existir un manual, pero que no sea cargado de mucha y sea lo más resumido y directo para que le tomen interés.
b)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Desde que empecé a trabajar vi muchos accidentes de todo tipo en escenarios, los cuales mi persona y compañeros sufrimos muchos incidentes a causa de la electricidad, tanto que en 2 ocasiones no recuerdo lo que me paso, me desmaye por una descarga eléctrica por una mala instalación, ya que nunca nadie le presta atención a lo más importante que es la instalación eléctrica para llevar a cabo un evento óptimo. 2. Básicamente debería ser una normativa que todos los que se dedican en los diferentes cargos escénicos se capaciten y además exista un encargado que controle exclusivamente este aspecto tan importante. 3. Evidentemente es necesario, pero insistiría que debe proponerse ante la ley y normativa del país.
c)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Los años que trabaje vi varios incidentes, pero no de gravedad, sin embargo; escuché a algunos colegas que si vieron o tuvieron problemas y accidentes de gravedad. 2. Claro que sí, es un factor de mucha importancia, básicamente todos los que nos dedicamos en este ámbito debería tener conocimiento. 3. Sería de gran ayuda, y estoy muy de acuerdo que se ponga en conocimiento.

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 4

¿Cómo usar un multímetro?

En primer lugar, siempre debe saber qué es lo que va a medir, para de esta forma posicionar el conmutador en una forma u otra.

El aparato cuenta con dos terminales cuyas polaridades se caracterizan por colores: **Negro (-)** y **Rojo (+)**.

Podemos encontrar principalmente cuatro tipos de mediciones.

1. **AC V.** Que es usada para las mediciones de tensiones de corriente alterna con expresión en voltios.
2. **DC V.** Para mediciones de tensiones de una corriente continua que se expresa en voltios.
3. **DC A.** Para tensiones de corriente continua que se expresa en el aparato en miliamperios.
4. **Ohmios.** Son usados para medir resistencias eléctricas y comprobar la continuidad en circuitos.

Medición de resistencia eléctrica con un multímetro

1. Posiciona la llave selectora en el signo “**W**” de tal forma que el **multímetro** se convierte en un Ohmímetro.
2. Coloca la escala apropiada según el tamaño de la resistencia a medir. Si no se conoce la cantidad de ohmios que posee la resistencia a ser medida, debes comenzar por colocar la escala más grande, y luego reducir paulatinamente hasta conseguir la escala que proporcione la mejor precisión dentro del rango.
3. Toma una resistencia y conecta los terminales del aparato en los extremos.

4. El número que sale en la pantalla, será el valor de la resistencia en Ohm (W).

Medición de voltaje CA con un multímetro

1. Posiciona el selector en la función **VC A** más alta.
2. Toca el lado NEUTRO del circuito con la punta de la sonda negra de prueba.
3. Toca el lado de la fase del circuito con la punta roja de prueba.
4. El número que sale en la pantalla será el valor del voltaje. (V)
5. Si lo que se desea medir es voltaje absoluto, se coloca la borna o sonda negra en cualquier masa, y la otra sonda en el punto a medir. Si lo que se desea es medir diferencias de voltaje entre dos puntos, solo se debe colocar una sonda en cada punto.

Medición de corriente CA con un multímetro

1. Fija el cable negro de prueba en el conector negativo tipo (COM).
2. Para medir corrientes hasta $200\mu\text{A}$ CD, posicione el selector de función en $200\mu\text{A}$ CD. Luego inserte el cable rojo en el conector tipo (uA/mA)
3. Después de cortar la energía del circuito, abra el circuito donde desea medir la corriente.
4. Con la punta de la sonda negra, pruebe el lado negativo del circuito.
5. Con la punta roja el lado positivo.
6. Emplee energía al circuito y el resultado saldrá en la pantalla.

Medir temperatura con un multímetro

1. Posicione la llave selectora en la posición **TEMP.**
2. Con la sonda de temperatura insertada en los conectores “COM” y “V”
3. Use los botones °F/°C para la unidad de temperatura que desee.

4. Con la cabeza de la sonda de temperatura, toque la parte donde desea medir y mantenga la sonda en contacto hasta q la lectura se estabilice.
5. La temperatura medida aparecerá en la pantalla.

Otras funciones de los multímetros

Existen algunos **multímetros** diseñados para realizar funciones más avanzadas, tales como:

- Crear y detectar la frecuencia intermedia de un aparato, y un circuito amplificador con altavoz para auxiliar en la sintonía de circuitos de dichos aparatos. También permiten realizar seguimiento de la señal por medio de todas las etapas del receptor bajo prueba.
- Funcionan como **osciloscopio** sobre el millón de muestras por segundo en velocidad de barrido, y con alta resolución.
- Sincronización con otros instrumentos de medida, incluyendo a otros **multímetros**, para efectuar medidas de potencia puntual ($\text{Potencia} = \text{Voltaje} * \text{Intensidad}$).
- Se pueden emplear como aparato telefónico, para conectarse a una línea telefónica bajo prueba, durante la realización de medidas por la misma o por otra contigua.
- Comprobar los circuitos de electrónica de automóviles. Grabación de ráfagas de alto o bajo voltaje. (<https://www.demaquinasyherramientas.com>, 2011)

Figura 95. Partes del multímetro



Fuente: Moviltronics, 2020, <https://moviltronics.com/multimetro-usos-y-funciones/>

ANEXO 5

Tipos de tratamiento químico en la tierra

Existen diversos tipos de tratamiento químico para reducir la resistencia de un SPAT los más usuales son:

- Cloruro de Sodio + Carbón vegetal
- Bentonita
- Thor-Gel

Características principales de los tratamientos químicos

Ninguna Sal en estado seco es conductiva, para que los electrolitos de las sales conduzcan corriente, se deben convertir en soluciones verdaderas o en pseudo soluciones, por ejemplo: el cloruro de sodio en agua forma una solución verdadera lo mismo que el azúcar, el mismo cloruro de sodio disuelto en benceno formara una pseudo solución o dispersión coloidal como también se le conoce.

Cloruro de Sodio + Carbón Vegetal

El Cloruro de Sodio forma una solución verdadera muy conductiva que se precipita fácilmente junto con el agua por efecto de la percolación, capilaridad y evapotranspiración; la solución salina tiene una elevada actividad corrosiva con el electrodo, reduciendo ostensiblemente su tiempo de vida útil, la actividad corrosiva se acentúa si el electrodo es de hierro cobreado (copperweld). Si bien es cierto que Integradores de soluciones en protección el cloruro de sodio disuelto en agua no corroe al cobre (por ser un metal noble) no es menos cierto que la presencia de una corriente eléctrica convertirá al sistema, Cobre - solución cloruro de sodio, en una celda electrolítica con desprendimiento de cloro y formación de hidróxido de sodio en cuyo caso ya empieza la corrosión del cobre.

El objetivo de la aplicación del carbón vegetal molido (cisco de carbonería) es aprovechar la capacidad de este para absorber la humedad del medio, (puesto que el carbón vegetal seco es aislante) y retener junto a esta algunos de los electrolitos del cloruro de sodio que se percolan constantemente.

Bentonita

Las bentonitas constituyen un grupo de sustancias minerales arcillosas que no tienen composición mineralógica definida y deben su nombre al hecho de haberse descubierto el primer yacimiento cerca de Fort Benton, en los estratos cretáceos de Wyoming en 1848; Aun cuando las distintas variedades de bentonitas difieren mucho entre sí en lo que respecta a sus propiedades respectivas, es posible clasificarlas en dos grandes grupos:

- Bentonita Sódica. - En las que el ion sodio es permutable y cuya característica más importante es una marcada tumefacción o hinchamiento que puede alcanzar en algunas variedades hasta 15 veces su volumen y 5 veces su peso
- Bentonita Cálcica. - En las que el ion calcio es permutable, tiene menor capacidad para absorber agua y por consiguiente solo se hinchan en la misma proporción que las demás arcillas.

Las bentonitas molidas retienen las moléculas del agua, pero la pierden con mayor velocidad con la que la absorben debido a la sinéresis provocada por un exiguo aumento en la temperatura ambiente, al perder el agua pierden conductividad y restan toda compactación lo que deriva en la pérdida de contacto entre el electrodo y el medio, elevándose la resistencia del pozo ostensiblemente, una vez que la Bentonita se ha armado, su capacidad de absorber nuevamente agua es casi nula.

THOR-GEL

Es un compuesto químico complejo que se forma cuando se mezclan en el terreno las soluciones acuosas de sus 2 componentes. El compuesto químico resultante tiene naturaleza coloidal, formando una malla tridimensional, que facilita el movimiento de ciertos iones dentro de la malla, de modo que pueden cruzarlo en uno u en otro sentido; convirtiéndose en un excelente conductor eléctrico.

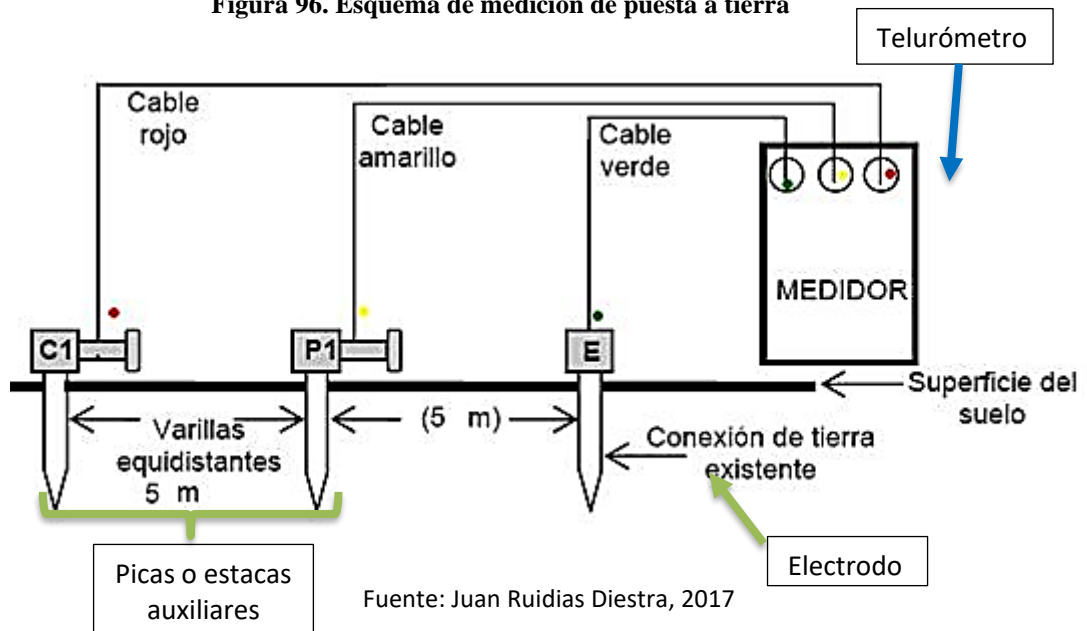
Tiene una gran atracción por el agua, de modo que puede aprisionarla manteniendo un equilibrio con el agua superficial que la rodea; esto lo convierte en una especie de reservorio acuífero. Rellena los espacios intersticiales dentro del pozo, constituyendo una excelente conexión eléctrica entre el terreno (reemplazado) y el electrodo, asegurando una conductividad permanente. (Diestra, 2017)

ANEXO 6

• Pasos para la medición con un Telurómetro

La persona que efectúa las mediciones debe ser un instalador eléctrico autorizado o personal técnicamente competente.

Figura 96. Esquema de medición de puesta a tierra



1. Conecte los cables de prueba al medidor como sigue:
 - Cable verde a la terminal 'E'
 - Cable amarillo a la terminal 'P'
 - Cable rojo a la terminal 'C'
2. Inserte las varillas auxiliares de tierra C1 y P1 (incluidas) en la tierra. Alinee las varillas equidistantes a la conexión de tierra existente y en línea recta como se indica en el diagrama anterior.
3. Asegure que las varillas estén separadas 5 y 10 metros (17 y 33 ft) entre sí. si las varillas auxiliares son colocadas muy cerca de la varilla de tierra, se obtendrán medidas imprecisas.

4. Conecte las abrazaderas de los cables de prueba a las varillas de tierra y la varilla de tierra existente como se muestra en el diagrama.

- **Prueba de resistencia de tierra**

1. Fije el selector de función en la posición Ohms y fije el conmutador de escala de resistencia en la escala apropiada.
2. Presione la tecla «PUSH-ON» para realizar una prueba única momentánea.
3. Presione las teclas «PUSH-ON» y «TIMER ON» simultáneamente para iniciar una prueba de 3 minutos. La prueba de 3 minutos se apaga automáticamente después de 3 minutos. Presione la tecla «Timer OFF» para terminar una prueba automática en cualquier momento.
4. Note la lectura del LCD. El LED de estado de prueba del panel frontal se iluminará si la prueba funciona correctamente. Si el LED no se ilumina revise la existencia de problemas como circuitos abiertos o condiciones de sobrecarga.
5. Si detecta alta resistencia, note el valor y tome los pasos apropiados para corregir la conexión a tierra si es necesario.
6. Las lecturas de "1" O son típicas cuando los cables de prueba no están conectados al medidor. (ACHS, 2015)

ANEXO 7

- **Glosario**

Instalación eléctrica: Conjunto de materiales y equipos de un lugar de trabajo mediante los que se genera, convierte, transforma, transporta, distribuye o utiliza la energía eléctrica. Se incluyen las baterías, los condensadores y cualquier otro equipo que almacene energía eléctrica.

Instalación de consumo: Instalación eléctrica construida en una propiedad particular, destinada al uso exclusivo de sus usuarios o propietarios, en la cual se emplea la energía eléctrica con fines de uso doméstico, comercial o industrial.

Operación o maniobra: Intervención concebida para cambiar el estado eléctrico de una instalación eléctrica, no implicando montaje ni desmontaje. Ejemplo: bajar o subir un interruptor.

Baja tensión: Instalaciones o equipos con niveles de voltaje hasta 1000 V.

Alta tensión: Instalaciones o equipos con niveles de voltaje superiores a 1000 V.

Trabajo con tensión o sobre circuitos energizados: Labor durante la cual un trabajador entra en contacto con elementos en tensión, o entra en la zona de peligro, bien sea con una parte de su cuerpo o con las herramientas, equipos, dispositivos o materiales que manipula independientemente del EPP que lleve consigo.

Trabajador autorizado: Colaborador que puede realizar trabajos específicos, fundamentalmente de operaciones de instalaciones o equipos eléctricos.

Trabajador calificado: Colaborador autorizado que posee conocimientos especializados en materia de instalaciones eléctricas por su formación acreditada mediante:

- A. Formación profesional y/o formación universitaria.
- B. Calificaciones y certificaciones internas.
- C. Capacitaciones especializadas.

Calibre o sección: Diámetro del cable o alambre eléctrico. Esta medida puede ser en milímetros cuadrados o en AWG.

Canalizaciones: Parte del sistema eléctrico que se encarga de canalizar los circuitos eléctricos. Dentro de las canalizaciones se encuentran los tubos plásticos de PVC, tubos de acero, cañerías, bandejas y escalerillas metálicas y bandejas plásticas.

Circuitos eléctricos: Conjunto de artefactos alimentados por una línea común de distribución, la cual es protegida por un único dispositivo de protección.

Código de colores: Código perteneciente a la norma eléctrica, por el cual se determina el color de cada cable según su utilización. Este código determina los colores para los cables de fases, neutro y tierra

Consumo: Carga eléctrica que utiliza un equipo para su funcionamiento.

Cortocircuito: Falla en que su valor de resistencia eléctrica es muy pequeño, lo cual causa una

circulación de corriente particularmente alta con respecto a la capacidad normal del circuito, equipo o parte de la instalación que soporta.

Sobrecarga: Suma de la potencia de las cargas que están conectadas a un circuito, la que supera la potencia para la cual está diseñado el circuito de la instalación. Un ejemplo es cuando se conectan y encienden muchos aparatos eléctricos en un mismo circuito eléctrico, como una extensión o alargador.

Diagrama unilineal: Esquema que muestra las conexiones eléctricas internas del tablero, y sirve para identificar los componentes internos para su reemplazo o ampliación. Además, sirve para establecer los circuitos a desenergizar en caso de la intervención de determinado circuito.

Disyuntor termo-magnético (automático): Dispositivo de protección provisto de un comando manual y cuya función es desconectar automáticamente una instalación o la parte fallada de ésta, por la acción de un elemento termo-magnético u otro de características de accionamiento equivalentes, cuando la corriente que circula por ella excede valores preestablecidos durante un tiempo dado.

Grupo generador: Motor eléctrico diésel perteneciente al sistema de respaldo de energía, el cual produce energía eléctrica. Se utiliza para entregar respaldo de energía en caso de cortes eléctricos o trabajos programados o para alimentar instalaciones provisionales de obra.

Protector diferencial: Dispositivo de protección destinado a desenergizar una instalación, circuito o artefacto cuando existe una falla a masa. Principal requisito para proteger a las personas y evitar contactos eléctricos.

Tableros eléctricos: Equipos eléctricos de una instalación que concentran dispositivos de protección y de maniobra o comando, desde los cuales se puede proteger y operar toda la instalación o parte de ella.

Tierra de protección: Cable eléctrico que se conecta a la tierra del empalme o a la malla de tierra. Es de color verde, y su finalidad es proteger a las personas contra tensiones de contacto peligrosas.

IEEE: El Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE, *Institute of Electrical and Electronics Engineers*), es la mayor organización profesional técnica del mundo, que agrupa a más de 420.000 ingenieros, científicos, tecnólogos y profesionales en más de 160 países, que se dedican al avance en la innovación tecnológica y a la excelencia en beneficio de la humanidad.

Normas IEEE: las Normas IEEE son un conjunto de estándares creados por la Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos con el fin de unificar la forma de presentar trabajos escritos a nivel internacional, diseñadas especialmente para proyectos de grado o cualquier tipo de documentos de investigación. (ACHS, 2015)

F.O.H.: Front of house, describe la posición de control para audio (donde también se encuentra a veces el control de iluminación, video, fx, etc.) que se ubica o instala en zona de público preferentemente al centro o en medio respecto al escenario de un teatro, arena, auditorio, etc. (INAMU, 2016)