

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

## CONTENIDO

<b>1</b>	<b>OBJETIVO .....</b>	<b>12</b>
<b>2</b>	<b>GLOSARIO .....</b>	<b>12</b>
<b>3</b>	<b>CONDICIONES GENERALES.....</b>	<b>32</b>
<b>4</b>	<b>DESARROLLO .....</b>	<b>33</b>
4.1	POSTULADOS DE SEGURIDAD ELÉCTRICA .....	33
4.2	RESPONSABILIDADES .....	35
4.3	CAMPO DE APLICACIÓN .....	43
4.4	ANTECEDENTES.....	44
4.5	CAPACITACIÓN.....	44
4.6	PERSONAS RESPONSABLES DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS.....	46
4.7	TRABAJOS CON PERSONAL NO ELECTRICISTA .....	49
4.8	RIESGOS ELÉCTRICOS .....	51
4.9	REGLAS BÁSICAS Y RIESGOS ASOCIADOS A TRABAJOS EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS SIN TENSIÓN (DESENERGIZADO) .....	67
4.10	REGLAS BÁSICAS DE SEGURIDAD PARA TRABAJOS EN TENSIÓN .....	100
4.11	SÍMBOLOS ELÉCTRICOS .....	108
4.12	SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD .....	110
4.13	COMUNICACIÓN .....	129
4.14	INSPECCIONES DE SEGURIDAD .....	137
4.15	DISTANCIAS DE SEGURIDAD.....	144
4.16	CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS.....	171
4.17	PUESTAS A TIERRA .....	178
4.18	REQUISITOS DE PROTECCIÓN CONTRA RAYOS .....	220
4.19	INSTALACIONES PROVISIONALES .....	255
4.20	AREAS CLASIFICADAS O LUGARES PELIGROSOS.....	273
4.21	RIESGOS DE INCENDIO EN SUBESTACIONES Y REDES ELÉCTRICAS .....	314
4.22	ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL Y EQUIPOS DE APOYO PARA PREVENCIÓN DEL RIESGO ELÉCTRICO .....	320
4.23	HERRAMIENTAS.....	342
4.24	DEMOSTRACION DE LA CONFORMIDAD .....	342

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

4.25	LEGISLACIÓN.....	355
4.26	BIBLIOGRAFÍA .....	356
<b>5</b>	<b>CONTINGENCIAS .....</b>	<b>358</b>

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>

## **LISTA DE FIGURAS**

FIGURA 1 – EL TRIÁNGULO DE LA SEGURIDAD	51
FIGURA 2 – ZONAS NAS DE TIEMPO / CORRIENTE DE LOS EFECTOS DE LAS CORRIENTES ALTERNAS EN 15 HZ A 100 HZ	55
FIGURA 3 – IMPEDANCIA DEL CUERPO HUMANO	57
FIGURA 4 – PLANEACIÓN	68
FIGURA 5 – EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL	69
FIGURA 6 – HERRAMIENTA AISLADA	70
FIGURA 7 - CORTE VISIBLE	71
FIGURA 8 - CONDENAR / BLOQUEAR / TARJETEAR	72
FIGURA 9 - VERIFICAR AUSENCIA DE TENSIÓN	72
FIGURA 10 – PUESTA A TIERRA Y EN CORTOCIRCUITO	74
FIGURA 11 – SEÑALIZAR Y DELIMITAR LA ZONA DE TRABAJO	74
FIGURA 12 - COORDINACIÓN DE TAREAS	76
FIGURA 13 - ESCALAMIENTO DE POSTES	77
FIGURA 14 - INSPECCIÓN DE POSTES	78
FIGURA 15 - REVISIÓN DE POSTES DE MADERA	79
FIGURA 16 - REVISIÓN DE POSTES METÁLICOS O DE CONCRETO	80
FIGURA 17 - TRABAJO EN POSTES	81
FIGURA 18 - TRABAJO CERCA A CIRCUITOS AÉREOS ENERGIZADOS	82
FIGURA 19 - DISTANCIA DE SEGURIDAD CON RESPECTO A UN ELEMENTO ENERGIZADO	86
FIGURA 20 - ESQUEMA DE TRABAJOS EN PROXIMIDAD	87
FIGURA 21 – DIAGRAMA DE TRABAJO EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS	101
FIGURA 22- MÉTODO DE TRABAJO A DISTANCIA	102
FIGURA 23 - MÉTODO DE TRABAJO A CONTACTO	103
FIGURA 24 - EJEMPLO DE SEÑAL DE SEGURIDAD	111
FIGURA 25 -SÍMBOLO DE PROHIBICIÓN	112
FIGURA 26 -SÍMBOLO DE ACCIÓN DE MANDO	113
FIGURA 27 -SÍMBOLO DE PREVENCIÓN	113
FIGURA 28 -SÍMBOLO INFORMACIÓN CONDICIONES SEGURAS	114
FIGURA 29. SÍMBOLO DE RIESGO ELÉCTRICO	114
FIGURA 30 -EJEMPLO DE MARCACIÓN DE CONDUCTORES CON CINTA O RÓTULOS ADHESIVOS	116

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>

FIGURA 31 -PRINCIPALES SEÑALES DE SEGURIDAD	118
FIGURA 32 -EJEMPLO DE SEÑALIZACIÓN USO DE EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL	119
FIGURA 33 -EJEMPLO DE SEÑALES PARA UBICAR A LA ENTRADA DE UNA SUBESTACIÓN O CUARTOS ELÉCTRICOS	120
FIGURA 34 -SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD PARA SUBESTACIONES DE MEDIA TENSIÓN	120
FIGURA 35 -SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD PARA CUARTOS ELÉCTRICOS DE BAJA TENSIÓN	121
FIGURA 36 -AVISO DE SEGURIDAD PARA TABLEROS O CELDAS	122
FIGURA 37 -EJEMPLO DE APLICACIÓN DE AVISO DE SEGURIDAD EN TABLERO DE BAJA TENSIÓN	122
FIGURA 38 EJEMPLO DE APLICACIÓN DE AVISO DE SEGURIDAD EN CELDA DE MEDIA TENSIÓN	123
FIGURA 39 ETIQUETA DE SEGURIDAD PARA RIESGO DE ARCO Y ELECTROCUCIÓN	123
FIGURA 40 -SEÑALIZACIÓN RUTAS DE EVACUACIÓN	124
FIGURA 41 -SEÑALIZACIÓN FOTOLUMINISCENTE	124
FIGURA 42 -AVISOS DE SEGURIDAD PARA TRABAJOS CON ELECTRICIDAD	125
FIGURA 43 -VALLAS FLUORESCENTES	125
FIGURA 44 -TRABAJOS SOBRE VÍAS	126
FIGURA 45 - DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD EN ZONAS CON CONSTRUCCIONES	148
FIGURA 46 - DISTANCIAS MÍNIMAS A ÁRBOLES Y AL SUELO CON LÍNEAS EN ÁREAS CULTIVADAS	150
FIGURA 47 - DISTANCIAS MÍNIMAS AL SUELO CON LÍNEAS QUE RECORREN VÍAS	150
FIGURA 48 - DISTANCIAS MÍNIMAS AL SUELO A LAS REDES EN CRUCE DE VÍAS	151
FIGURA 49 - DISTANCIAS MÍNIMAS AL SUELO CON LÍNEAS EN CRUCES CON FERROCARRIL	151
FIGURA 50 - DISTANCIAS VERTICALES DE LÍNEAS EN CRUCE CON FERROCARRILES ELECTRIFICADOS	152
FIGURA 51 - DISTANCIAS VERTICALES DE LÍNEAS EN CRUCE CON RÍOS PARA EMBARCACIONES CON ALTURAS ENTRE 2 m Y 7 m	152
FIGURA 52 - DISTANCIAS VERTICALES DE LÍNEAS EN CRUCE CON RÍOS PARA EMBARCACIONES CON ALTURA MENOR A 2 m	153
FIGURA 53 - DISTANCIAS VERTICALES AL PISO CON LÍNEAS EN CRUCE POR CAMPOS DEPORTIVOS O RECREATIVOS ABIERTOS	153
FIGURA 54 - DISTANCIA HORIZONTAL EN CRUCE POR CAMPOS DEPORTIVOS ABIERTOS	154
FIGURA 55 - DISTANCIAS VERTICALES EN VANOS, CON CRUCES DE LÍNEAS	155
FIGURA 56 - EJEMPLO PARA DISTANCIAS MÍNIMAS HORIZONTALES ENTRE CONDUCTORES ELÉCTRICOS SOPORTADOS EN LA MISMA ESTRUCTURA DEL MISMO CIRCUITO. LÍNEA DE 13,2 KV. DISTANCIA MÍNIMA: (13,2 KV – 8,7 KV) * 1 cm + 30 cm = 34,5 cm	157

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>

FIGURA 57 - EJEMPLO PARA DISTANCIAS MÍNIMAS HORIZONTALES ENTRE CONDUCTORES ELÉCTRICOS SOPORTADOS EN LA MISMA ESTRUCTURA DEL MISMO CIRCUITO. LÍNEA DE 34,5 KV. DISTANCIA MÍNIMA: (34,5 KV – 8,7 KV) * 1 cm + 30 cm = 55,8 cm	158
FIGURA 58 - ESQUEMA BÁSICO PARA DISTANCIA DE SEPARACIÓN ENTRE CONDUCTORES SOBRE LA MISMA ESTRUCTURA	160
FIGURA 59 - EJEMPLO DE DISTANCIA VERTICAL: LÍNEA INFERIOR 7,6 KV Y LÍNEA SUPERIOR 34,5 KV. DISTANCIA MÍNIMA DE 0,4 m + (34,5KV – 7,6KV) * 0,01 m = 0,66 m	160
FIGURA 60 - EJEMPLO DE DISTANCIA VERTICAL: LÍNEA INFERIOR 13,2 KV Y LÍNEA SUPERIOR 44 KV. DISTANCIA MÍNIMA 0,6 M + (44 KV – 7,6 KV) * 0,01 = 0,964 m	161
FIGURA 61 - ARCO ELÉCTRICO EN MEDIA TENSIÓN	162
FIGURA 62 -LÍMITES DE APROXIMACIÓN	165
FIGURA 63 -ETIQUETA DE SEGURIDAD PARA RIESGO DE ARCO	166
FIGURA 64 -VALORES MÍNIMOS PARA EL ANCHO DE SERVIDUMBRE	170
FIGURA 65 - LÍNEAS DEL CAMPO ELÉCTRICO	172
FIGURA 66 - LÍNEAS DEL CAMPO MAGNÉTICO	173
FIGURA 67 - CONTACTO PELIGROSO POR AUSENCIA DE CONEXIÓN AL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	179
FIGURA 68 - CONTACTO PELIGROSO POR AUSENCIA DE CONEXIÓN AL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	179
FIGURA 69 - SISTEMAS CON PUESTAS A TIERRA INTERCONECTADAS	180
FIGURA 70 - SISTEMAS CON PUESTAS A TIERRA DEDICADAS E INTERCONECTADAS	182
FIGURA 71 - UNA SOLA PUESTA A TIERRA PARA TODAS LAS NECESIDADES	183
FIGURA 72 - PUESTAS A TIERRA SEPARADAS O INDEPENDIENTES	183
FIGURA 73 - ZONAS DE TIEMPO/CORRIENTE DE LOS EFECTOS DE LAS CORRIENTES ALTERNAS DE 15 Hz A 100 Hz	185
FIGURA 74 - INSTALACIÓN DE ELECTRODOS DE PUESTA A TIERRA	189
FIGURA 75 - COMPONENTES DE UN SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	193
FIGURA 76 - ESQUEMA DE MEDICIÓN DE RESISTIVIDAD APARENTE	196
FIGURA 77 - ESQUEMA DE MEDICIÓN DE RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA	197
FIGURA 78 - TENSIÓN DE CONTACTO, TOMADA DE LA IEEE STD 80-2000	198
FIGURA 79 - TENSIÓN TRANSFERIDA	198
FIGURA 80 - TENSIÓN DE PASO, TOMADA DE LA IEEE STD 80-2000	199
FIGURA 81-82 - Esquema indicativo del régimen de conexión a tierra TN-C-S	201
FIGURA 83 - Esquema indicativo del régimen de conexión a tierra TN-C-S	201
FIGURA 84 - CONDUCTORES ASOCIADOS A UN EQUIPO DE ACOMETIDA Y CIRCUITOS RAMALES	202

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>

FIGURA 85 - DISTRIBUCIÓN DE CABLEADO DE TIERRA EN SISTEMAS ALIMENTADOS CON TRANSFORMADOR EXTERNO	203
FIGURA 86 - DISTRIBUCIÓN DE CABLEADO DE TIERRA EN SISTEMAS ALIMENTADOS CON TRANSFORMADOR INTERNO	204
FIGURA 87 - ESQUEMA DE CONEXIÓN DE NEUTRO PUESTO A TIERRA CON ALTA IMPEDANCIA	206
FIGURA 88 - PUESTA A TIERRA DE CERRAMIENTO	207
FIGURA 89 - EJEMPLO DE CONEXIÓN EQUIPOTENCIAL	207
FIGURA 90 - FORMA DE CONEXIÓN DE PUESTA A TIERRA DE UNA BANDEJA PORTACABLES	208
FIGURA 91 - FORMA DE CONEXIÓN DE PUESTA A TIERRA DE UN MOTOR ELÉCTRICO	209
FIGURA 92 - FORMA DE CONEXIÓN DE PUESTA A TIERRA DE UN TABLERO ELÉCTRICO	209
FIGURA 93 - FORMA DE CONEXIÓN DE PUESTA A TIERRA DE UN TANQUE O ESTRUCTURA	210
FIGURA 94 - FORMA DE CONEXIÓN A TIERRA DE UN EQUIPO ELÉCTRICO CON CORDÓN Y CLAVIJA	211
FIGURA 95 - ELEMENTOS PARA CONEXIONES EQUIPOTENCIALES EN TUBERÍAS	213
FIGURA 96 - DETALLE DE CONEXIÓN EQUIPOTENCIAL EN UNA BRIDA AISLANTE	214
FIGURA 97 - SÍMBOLO DE PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN	215
FIGURA 98 - ENCERRAMIENTO EN TIERRAS	219
FIGURA 99- PUESTA A TIERRA TEMPORAL EN BARRAJES	220
FIGURA 100 - FOTO ILUSTRATIVA DE UN RAYO	221
FIGURA 101 - CURVA CARACTERÍSTICA DE VARISTORES DE ZNO	234
FIGURA 102 - DESCARGADORES DE SOBRETENSIONES DE MEDIA Y ALTA TENSIÓN	234
FIGURA 103 - DESCARGADORES DE SOBRETENSIONES DE BAJA TENSIÓN	235
FIGURA 104 - IDENTIFICACIÓN DE LUGARES DE ACUERDO CON CATEGORÍAS DE LOCALIZACIÓN IEEE	237
FIGURA 105 - PROCEDIMIENTO PARA LA SELECCIÓN DE DPS IEC 61643-12	244
FIGURA 106 - MONTAJE DE DPS, VENTAJA TÉCNICA	247
FIGURA 107 - MONTAJE DE DPS, VENTAJA ECONÓMICA	247
FIGURA 108 - SELECCIÓN DE DESCARGADORES DE SOBRETENSIÓN PARA MEDIA Y ALTA TENSIÓN	250
FIGURA 109 - INSTALACIÓN PROVISIONAL QUE CUMPLE CON RETIE (TOMADO DEL NEC 2005)	256
FIGURA 110 - TABLERO CON PROTECCIÓN DE FALLA A TIERRA GFCI	257
FIGURA 111 - TABLERO CON PROTECCIÓN DE FALLA A TIERRA	258
FIGURA 112 - PROTECCIONES DE FALLA A TIERRA O DIFERENCIALES	260
FIGURA 113 - DISPOSITIVO GFCI	261

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>

FIGURA 114 - PROBADOR INTERRUPTORES DE FALLA A TIERRA	261
FIGURA 115 - INTERRUPTOR DE CIRCUITO POR FALLA, USANDO DETECCIÓN DE ARCO ELÉCTRICO	263
FIGURA 116 - DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN CON DISPARO SIMULTÁNEO	265
FIGURA 117 - APARATOS PARA LUGARES MOJADOS Y HÚMEDOS - DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN CON DISPARO SIMULTÁNEO	266
FIGURA 118 - CLAVIJA INADECUADA SIN POLO A TIERRA	267
FIGURA 119 - SÍMBOLO DE DOBLE AISLAMIENTO	267
FIGURA 120 - PROTECCIÓN DE BOMBILLAS	268
FIGURA 121 - MÉTODOS CERTIFICADOS PARA EMPALMES	269
FIGURA 122 - PROTECTOR PARA CABLE	269
FIGURA 123 - UN MÉTODO PARA PUESTA A TIERRA DE CAJAS METÁLICAS	270
FIGURA 124 - INSTALACIÓN PORTÁTIL CON GFCI	271
FIGURA 125 - INSTALACIONES PROVISIONALES NO ADECUADAS	273
FIGURA 126 - TRIÁNGULO DE FUEGO	274
FIGURA 127 - CORRIENTE CAPAZ DE GENERAR UNA CHISPA	278
FIGURA 128 - RANGO DE INFLAMABILIDAD	278
FIGURA 129 - COMPORTAMIENTO DE LOS LÍQUIDOS COMBUSTIBLES	280
FIGURA 130 - PROPIEDADES DE LOS LÍQUIDOS COMBUSTIBLES	280
FIGURA 131 - PROPIEDADES DE LOS LÍQUIDOS INFLAMABLES	281
FIGURA 132 - SITIO ABIERTO Y VENTILADO ADECUADAMENTE, QUE SE ENCUENTRA DENTRO DE UN ÁREA CLASIFICADA Y NO ESTÁ SEPARADO POR UNA BARRERA DE VAPOR	304
FIGURA 133 - SITIO CERRADO, ADYACENTE A UN ÁREA CLASIFICADA Y SEPARADA DE ESTA, POR UNA BARRERA DE VAPOR	304
FIGURA 134 - SITO CERRADO, ADYACENTE A UN ÁREA CLASIFICADA Y QUE NO ESTÁ SEPARADA POR UNA BARRERA DE VAPOR	305
FIGURA 135 - SITO CERRADO, ADYACENTE A UN ÁREA CLASIFICADA Y QUE NO ESTÁ SEPARADA POR UNA BARRERA DE VAPOR	305
FIGURA 136 - INSTALACIÓN PETROLERA TÍPICA	309
FIGURA 137 - PASOS BÁSICOS PARA REALIZAR UNA CLASIFICACIÓN DE ÁREAS	309
FIGURA 138 - INFORMACIÓN NECESARIA PARA HACER UNA CLASIFICACIÓN DE ÁREAS	310
FIGURA 139 - LISTADO DE VARIABLES Y SUS RANGOS PARA DETERMINAR LA EXTENSIÓN	311
FIGURA 140 -. DIFERENTES NORMATIVIDADES PARA LA CLASIFICACIÓN DE ÁREAS	312
FIGURA 141 - VISTA EN PLANTA DE UNA INSTALACIÓN CON SU CLASIFICACIÓN DE ÁREAS	313

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>

FIGURA 142 - VISTA EN 3D DE UNA INSTALACIÓN CON SU CLASIFICACIÓN DE ÁREAS	313
FIGURA 143 - EXTINTORES DE GAS CARBÓNICO (CO2)	317
FIGURA 144 – CASCOS DE SEGURIDAD	321
FIGURA 145 – GUANTES DIELÉCTRICOS	323
FIGURA 146 – SIMBOLOGÍA Y ETIQUETADO DE GUANTES DIELÉCTRICOS	324
FIGURA 147 – CALZADO DE SEGURIDAD	325
FIGURA 148 – TRAJES DE PROTECCIÓN SEGÚN CANTIDAD DE ENERGÍA INCIDENTE	329
FIGURA 149 – PROTECCIONES FACIALES	331
FIGURA 150 – CONTENIDO TÍPICO DE UN KIT DE RESCATE ELÉCTRICO	333
FIGURA 151 - DETALLES DE PÉRTIGAS	336
FIGURA 152 - SISTEMA DE PUESTA A TIERRA TEMPORAL	338
FIGURA 153 - TAPETES AISLANTES	339
FIGURA 154 – BANQUETA AISLANTE	341
FIGURA 155 - VERIFICADOR DE AUSENCIA DE TENSIÓN	342

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>

## LISTA DE TABLAS

TABLA 1 PORCENTAJE DE PERSONAS QUE SE PROTEGEN SEGÚN LA CORRIENTE DE DISPARO	53
TABLA 2- RELACIÓN ENTRE EL $I^2*t$ (ENERGÍA ESPECÍFICA) Y LOS EFECTOS FISIOLÓGICOS	53
TABLA 3- EFECTOS SOBRE EL SER HUMANO PARA CORRIENTES DE 60 Hz	54
TABLA 4- FACTORES DE RIESGO MÁS COMUNES	60
TABLA 5- DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD PARA INSTALACIÓN DE BARRERAS QUE IMPIDAN EL ACCESO A VEHÍCULOS CON BRAZOS METÁLICOS, TRABAJANDO EN PROXIMIDADES DE LÍNEAS ENERGIZADAS	82
TABLA 6- DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD PARA TRABAJOS CERCANOS A LÍNEAS ENERGIZADAS	84
TABLA 7- DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD PARA PERSONAL NO ESPECIALISTA O QUE NO CONOZCA LOS RIESGOS ASOCIADOS CON LA ELECTRICIDAD	85
TABLA 8- NORMAS DE LOS EQUIPOS DE SEGURIDAD	105
TABLA 9- PRINCIPALES SÍMBOLOS GRÁFICOS PARA PLANOS Y EQUIPOS	108
TABLA 10- PROPORCIONES EN LAS DIMENSIONES DEL SÍMBOLO DE RIESGO ELÉCTRICO	114
TABLA 11- CLASIFICACIÓN Y COLORES PARA SEÑALES DE SEGURIDAD	115
TABLA 12- CÓDIGO DE COLORES PARA CONDUCTORES C.A.	116
TABLA 13- CÓDIGO DE COLORES PARA CONDUCTORES C.C.	117
TABLA 14- DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD DE CERCAS ELÉCTRICAS A CIRCUITOS DE DISTRIBUCIÓN TOMADA DEL RETIE	126
TABLA 15- DISTANCIAS VERTICALES MÍNIMAS EN VANOS, CON CRUCES DE LÍNEAS DE DIFERENTES TENSIONES	154
TABLA 16- DISTANCIA HORIZONTAL ENTRE CONDUCTORES SOPORTADOS EN LA MISMA ESTRUCTURA DE APOYO	156
TABLA 17- DISTANCIA VERTICAL MÍNIMA ENTRE CONDUCTORES DE DIFERENTES CIRCUITOS SOBRE LA MISMA ESTRUCTURA	159
TABLA 18- NIVEL MÍNIMO DE PROTECCIÓN TÉRMICA SEGÚN NFPA 70E	163
TABLA 19- DISTANCIAS MÍNIMAS PARA TRABAJOS EN O CERCA DE PARTES ENERGIZADAS EN CORRIENTE ALTERNA	164
TABLA 20- DISTANCIAS MÍNIMAS PARA TRABAJOS EN O CERCA DE PARTES ENERGIZADAS EN CORRIENTE CONTINUA	164
TABLA 21- SE ENCUENTRA EL FACTOR FA PARA DIFERENTES ALTURAS	167
TABLA 22- DISTANCIAS PARA PERSONAL NO ESPECIALISTA O QUE DESCONOZCA INSTALACIONES ELÉCTRICAS	168
TABLA 23- NIVELES MÁXIMOS DE EXPOSICIÓN DE CAMPO ELÉCTRICO Y MAGNÉTICO AL PÚBLICO GENERAL Y A NIVEL OCUPACIONAL DE ACUERDO CON EL RETIE Y AL ICNIRP	175

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>

TABLA 24- SITUACIONES COMUNES Y DISTANCIAS A LAS QUE SE TIENE CM MENORES A LOS INDICADOS	176
TABLA 25- MÁXIMA TENSIÓN DE CONTACTO ADMISIBLE PARA UN SER HUMANO	184
TABLA 26- REQUISITOS PARA ELECTRODOS DE PUESTA A TIERRA (TOMADA DEL RETIE ART.15.2)	187
TABLA 27- CONDUCTOR DEL ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA (NORMA NTC 2050, TABLA 250-94)	190
TABLA 28- CONSTANTES DE MATERIALES	191
TABLA 29- CALIBRE MÍNIMO DEL CONDUCTOR DE CONTINUIDAD DE TIERRA PARA CIRCUITOS Y EQUIPOS (NORMA NTC 2050 TABLA 250-95)	192
TABLA 30- VALORES DE REFERENCIA PARA RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA (NO OBLIGATORIOS, SOLO RECOMENDADOS)	194
TABLA 31- MÁXIMO PERIODO ENTRE MANTENIMIENTOS DE UN SPT	217
TABLA 32- TIPO DE DAÑO Y TIPO DE PÉRDIDA SEGÚN EL PUNTO DE IMPACTO DE LA DESCARGA (TABLA TOMADA DE LA NORMA IEC 62305-2)	223
TABLA 33- VALORES TÍPICOS DEL RIESGO TOLERABLE	224
TABLA 34- CARACTERÍSTICAS DE LOS TERMINALES DE CAPTACIÓN Y BAJANTES	226
TABLA 35- DISTANCIAS SUGERIDAS PARA SEPARACIÓN DE BAJANTES Y ANILLOS	227
TABLA 36- MATERIALES DE LOS SPCR Y CONDICIONES DE EMPLEO (TOMADO DE LA IEC 62305-3)	228
TABLA 37- SOPORTABILIDAD DE EQUIPOS DE BAJO VOLTAJE ANTE SOBRETENSIONES TIPO IMPULSO	230
TABLA 38- EQUIPOS DE ACUERDO CON LA CATEGORÍA DE SOBRETENSIONES	230
TABLA 39- NIVELES DE AISLAMIENTO NORMALIZADOS PARA RANGO I - IEC 60071	231
TABLA 40- NIVELES DE AISLAMIENTO NORMALIZADOS PARA RANGO II - IEC 60071	232
TABLA 41- PARÁMETROS FUNDAMENTALES DE UN DPS	235
TABLA 42- VALORES MÁXIMOS DE TENSIÓN Y CORRIENTE ESPERADOS EN CATEGORÍAS DE LOCALIZACIÓN A Y B PARA FORMA DE ONDA OSCILATORIA 0.5 µs – 100 kHz (RING WAVE) GUÍA PARA PRUEBA Y SELECCIÓN DE DPS	237
TABLA 43- VALORES MÁXIMOS DE TENSIÓN Y CORRIENTE ESPERADOS EN CATEGORÍAS DE LOCALIZACIÓN A Y B PARA FORMA DE ONDA COMBINADA 1.2/50 µs – 8/205 µs GUÍA PARA PRUEBA Y SELECCIÓN DE DPS	238
TABLA 44- PRUEBAS PARA ESCENARIO I PARA DPS CATEGORÍA DE LOCALIZACIÓN C	238
TABLA 45- PRUEBAS PARA DPS EN LUGARES DE SALIDA ESCENARIO II	239
TABLA 46- CLASIFICACIÓN DE PARARRAYOS SEGÚN IEC 60099-4	239
TABLA 47- CLASIFICACIÓN DE PARARRAYOS SEGÚN IEEE STD. C62.11	239

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>

TABLA 48- COMPARACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS DIFERENTES TIPOS DE PARARRAYOS	241
TABLA 49- MÍNIMO VOLTAJE DE OPERACIÓN CONTINUO DE DPS PARA VARIOS TIPOS DE SISTEMAS ELÉCTRICOS	245
TABLA 50- VALORES DE PRUEBA TÍPICOS TOV	245
TABLA 51- VALORES PRÁCTICOS RECOMENDADOS PARA CORRIENTE NOMINAL 8/20 $\mu$ s	246
TABLA 52- MÁXIMO PERÍODO ENTRE INSPECCIONES DE UN SISTEMA DE PROTECCIÓN TOMADA DE LA TABLA E.2 DE LA NTC 4552	254
TABLA 53 - MÁXIMA TENSIÓN DE CONTACTO PARA UN SER HUMANO	258
TABLA 54 - VALORES DE REFERENCIA PARA RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA	259
TABLA 55 - CLASES DE GFCI. LISTADOS UL 943	262
TABLA 56 - LIMITACIONES TEMPORALES PARA INSTALACIONES PROVISIONALES	264
TABLA 57- GENERADORES DE FUENTES DE IGNICIÓN	279
TABLA 58- MAGNITUDES RELATIVAS DE TUBERÍA Y EQUIPO DE PROCESO QUE MANEJAN LÍQUIDOS O GASES INFLAMABLES	285
TABLA 59- CLASIFICACIÓN DE ÁREAS PELIGROSAS	289
TABLA 60- CARACTERÍSTICAS SUSTANCIAS INFLAMABLES	294
TABLA 61- EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL SEGÚN LA ENERGÍA INCIDENTE	327
TABLA 62- TIPOS DE PROTECCIÓN FACIAL	330
TABLA 63- ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PARA LAS DISTINTAS PARTES DEL CUERPO Y NORMATIVIDAD APLICABLE	334
TABLA 64- DIMENSIONES DE LAS PÉRTIGAS	337
TABLA 65- CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS TAPETES AISLANTES	340
TABLA 66- ASPECTOS NORMATIVOS	355

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

## 1 OBJETIVO

Establecer las medidas tendientes a garantizar la seguridad de las personas, la vida animal, vegetal y la preservación del medio ambiente, previniendo , controlando y/o minimizando los riesgos de origen eléctrico; todo alineado con la Política Integral de Ecopetrol, la cual relaciona el universo de principios fundamentales que rigen nuestra organización, a saber: ética y transparencia, compromiso con la vida, ambiente de trabajo, excelencia operacional, desarrollo sostenible, información y comunicación y conocimiento e innovación, sin perjuicio del cumplimiento de las reglamentaciones civiles, mecánicas y de fabricación de equipos.

## 2 GLOSARIO

**Accesible:** Que está al alcance de una persona, sin valerse de mecanismo alguno y sin barreras físicas de por medio.

**Accidente:** Evento no deseado, incluye los descuidos y las fallas de equipos, que dan por resultado la muerte, una lesión personal, un daño a la propiedad o un deterioro ambiental. Incidente con consecuencias reales.

**Acometida:** Derivación de la red local del servicio respectivo, que llega hasta el registro de corte del inmueble. En edificios de propiedad horizontal o condominios, la acometida llega hasta el registro de corte general. En aquellos casos en que el dispositivo de corte esté aguas arriba del medidor, para los efectos del RETIE, se extenderá la acometida como el conjunto de conductores y accesorios entre el punto de conexión eléctrica al sistema de uso general (STN, STR o SDL) y los bornes de salida del equipo de medición.

**Acreditación:** Procedimiento mediante el cual se reconoce la competencia técnica y la idoneidad de organismos de certificación e inspección, así como laboratorios de ensayo y de metrología.

**Actividad Intrusiva:** Acciones realizadas en las fases de instalación, operación y/o mantenimiento, que para ejecutarlas requieren intervenir la integridad del diseño de las instalaciones, planta y/o equipos, con la posibilidad de liberar la energía presente, que pueda materializar los riesgos asociados con el activo, y que exige la aplicación del sistema de aislamiento seguro de planta y equipos, antes de proceder con su ejecución. La misma acción de instalación y retiro del aislamiento se considera actividad intrusiva.

**Acto Inseguro:** Violación de una norma de seguridad ya definida. Acción que pone en riesgo la integridad de equipos, personas o ambiente.

**Administración de Riesgos:** Aplicación sistemática de políticas administrativas, procedimientos y prácticas de trabajo, para mitigar, minimizar o controlar el riesgo.

**Aislador:** Elemento de mínima conductividad eléctrica, diseñado de tal forma que permita dar soporte rígido o flexible a conductores o a equipos eléctricos y aislarlos eléctricamente de otros conductores o de tierra.

**Aislamiento Eléctrico:** Se aplica para indicar que se abre un circuito o para "des-energizar" la fuente de potencia (corriente alterna o directa). El correcto aislamiento eléctrico incluye aplicar el bloqueo - tarjeteo requerido. A excepción de la acción de apagado del equipo en el interruptor local y con su bloqueo - tarjeteo, las acciones requeridas para aislar eléctricamente son realizadas por personal de la empresa, debidamente autorizado.

**Aislamiento Eléctrico Básico:** Aislamiento aplicado a las partes vivas con base en la aplicación de normas, para prevenir contacto eléctrico.

**Aislamiento Funcional:** Es el necesario para el funcionamiento normal de un aparato y la protección contra contactos directos.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

**Aislamiento Reforzado:** Sistema de aislamiento único que se aplica a las partes vivas peligrosas y que provee un grado de protección adicional contra el contacto eléctrico y es equivalente al doble aislamiento.

**Aislamiento Suplementario:** Aislamiento independiente aplicado de manera adicional al aislamiento básico, con el objeto de brindar protección contra contacto eléctrico en caso de falla del aislamiento básico.

**Aislante Eléctrico:** Material de baja conductividad eléctrica que puede ser tomado como no conductor o aislador.

**Alambre:** Hilo o filamento de metal, trefilado o laminado, para conducir corriente eléctrica.

**Alambre Duro:** Aquel que ha sido trefilado en frío hasta su tamaño final, de manera que se acerca a la máxima resistencia a la tracción obtenible.

**Alambre Suave o Blando:** Aquel que ha sido trefilado o laminado hasta su tamaño final y que luego es recocido para aumentar la elongación y disminuir su resistencia a la tracción.

**Alta Concentración de Personas u ocupación para reuniones públicas:** Cuando se pueden concentrar 50 o más personas, según **NFPA 101** (Código de seguridad humana), pero no limitado a este número, con el fin de desarrollar actividades tales como: trabajo, deliberaciones, comida, bebida, diversión, espera de transporte, culto, educación, salud o entretenimiento.

**Alta Tensión:** Tensión nominal mayor a 57,5 KV e inferior o igual a 230 KV.

**Ambiente Electromagnético:** La totalidad de los fenómenos electromagnéticos existentes en un sitio dado.

**Amenaza:** Peligro latente de que un evento físico de origen natural, o causado, o inducido por la acción humana de manera accidental, se presente con una severidad suficiente para causar pérdidas de vidas, lesiones u otros impactos en la salud, así como también daños y pérdidas en los bienes, la infraestructura, los medios de sustento, la prestación de servicios y los recursos ambientales.

**Análisis de Riesgos:** Conjunto de técnicas para identificar, clasificar y evaluar los factores de riesgo. Es el estudio de consecuencias nocivas o perjudiciales, vinculadas a exposiciones reales o potenciales. Metodología para el análisis de trabajo seguro que permite identificar los riesgos y peligros de cada paso de la actividad, y establece los controles necesarios.

**Apoyo:** Nombre genérico dado al dispositivo de soporte de conductores y aisladores de las líneas o redes aéreas. Pueden ser postes, torres u otro tipo de estructura.

**Arco Eléctrico:** Onda térmica y haz luminoso producidos por el flujo de corriente eléctrica a través de un medio previamente aislante, que al ionizarse y hacerse conductor, produce radiación y gases calientes. Disipación súbita de calor por radiación y convección producida por el flujo de corriente eléctrica a través de un medio que previamente era aislante pero que durante el fenómeno se convierte en plasma conductor, el cual produce además radiación lumínica, onda de presión y gases calientes.

**Aterrizamiento:** (También denominado conexión de puesta a tierra): Conexión física, temporal o permanente, que se realiza entre el equipo, instalación o componente y el sistema de puesta a tierra, para evitar la presencia de diferencias de potencial a tierra, peligrosas, en la instalación. Comprende, conexiones, conectores y cables de conexión a tierra.

**Aviso de Seguridad:** Advertencia de prevención o actuación, fácilmente visible, utilizada con el propósito de informar, exigir, restringir o prohibir.

**Baja Tensión:** Tensión nominal menor o igual a 1.000 voltios (V).

**Baliza:** Señal fija de aeronavegación, que permite la visión diurna o nocturna de un conductor de fase o del cable de guarda.

**Batería de Acumuladores:** Equipo que contiene una o más celdas electroquímicas recargables con el objetivo de almacenar energía de forma electroquímica.

**BIL:** Nivel básico de aislamiento a tierra ante impulsos tipo rayo.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

**Bloqueo:** Instalación de un candado u otro dispositivo equivalente de seguridad, sobre un dispositivo fijo o móvil asociado con un equipo, para evitar una activación del peligro o alteración de la posición del equipo. Un sistema de enclavamiento mecánico, que impida la acción sobre un dispositivo de cierre, es considerado una forma de bloqueo.

**Bombilla:** Dispositivo eléctrico que suministra el flujo luminoso, por transformación de energía eléctrica. Puede ser incandescente si emite luz por calentamiento, luminiscente si hay paso de corriente a través de un gas, o por LED si opera con el principio fotoeléctrico.

**Bóveda:** Encerramiento, generalmente dentro de un edificio, con acceso sólo para personas calificadas, reforzado para resistir el fuego, sobre o bajo el nivel del terreno, que aloja transformadores de potencia aislados en aceite mineral, para uso interior, secos, de más de 112,5 KVA o de tensión nominal mayor a 34,5 KV. Posee aberturas controladas (para acceso y ventilación) y selladas (para entrada y salida de canalizaciones y conductores).

**Breaker o Interruptor de Baja Tensión:** Dispositivo de apertura y cierre de la fuente de un circuito, diseñado para operar de forma automática o manual, y que puede operar automáticamente ante una sobrecorriente predeterminada. (Ver definición de interruptor para media tensión). Generalmente estos dispositivos no están diseñados para conmutación frecuente de cargas (prender y apagar cargas).

**Cable:** Conjunto de alambres sin aislamiento entre sí y entorchados por medio de capas concéntricas.

**Cable Aislado:** Conjunto de alambres entorchados por medio de capas concéntricas y con aislamiento respecto del medio.

**Cable Apantallado:** Cable con una envoltura conductora alrededor del aislamiento que le sirve como protección electromecánica frente a interferencias eléctricas. Es lo mismo que cable blindado.

**Cable Extraflexible:** Conjunto de alambres entorchados, compuesto por un número elevado de hilos para reducir su resistencia a la tracción y para permitir tenderlo con facilidad. Generalmente se usa en instalaciones eléctricas móviles.

**Cable Portátil de Potencia:** Cable extra flexible aislado de potencia, usado para conectar equipos móviles o estacionarios en minas, a una fuente de energía eléctrica. En sitios en los que el cable no se instala permanentemente, tales como minas, se requiere protección mecánica.

**Calibración:** Diagnóstico sobre las condiciones de operación de un equipo de medición, y los ajustes si son necesarios, para garantizar la precisión y exactitud de las medidas que con el mismo se generan.

**Calidad:** Totalidad de las características de un ente, equipo, sistema o servicio, que le confiere la aptitud para satisfacer necesidades explícitas e implícitas de su función. Es un conjunto de cualidades o atributos, como disponibilidad, precio, confiabilidad, durabilidad, seguridad, continuidad, velocidad, sensibilidad, consistencia, flexibilidad, mantenibilidad, respaldo, y percepción (generalmente relacionada con el precio).

**Capacidad de Corriente:** Corriente máxima que puede transportar continuamente un conductor o equipo en las condiciones de uso, sin superar la temperatura nominal de servicio, frente a unas condiciones estándar ambientales.

**Capacidad o Potencia Instalada:** También conocida como carga conectada, es la sumatoria de las cargas en KVA continuas y no continuas, diversificadas, previstas para una instalación de uso final. Igualmente, es la potencia nominal de una central de generación, o la suma de las capacidades nominales de los transformadores de una subestación, línea de transmisión o circuito de la red de distribución.

**Capacidad o Potencia Instalable:** Capacidad en KVA que puede soportar la acometida a tensión nominal de la red, en cualquier momento, sin que se eleve la temperatura por encima de 60 °C para instalaciones con capacidad de corriente menor de 100 A o de 75 °C si la capacidad de corriente de la instalación es mayor a 100 A, en cualquier punto, para las condiciones ambientales

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

más exigentes de la instalación, o para la carga máxima que soporta la protección de sobrecarga de la acometida, cuando exista.

**Capacidad Nominal:** Conjunto de características eléctricas y mecánicas asignadas a un equipo o sistema eléctrico por el fabricante, bajo especificaciones del diseñador, para definir su funcionamiento bajo unas condiciones específicas. En un sistema la capacidad nominal la determina la capacidad nominal del elemento de menores especificaciones (elemento limitador).

**Carga:** Potencia eléctrica requerida por un equipo o sistema para su funcionamiento o potencia que transporta un circuito.

**Cargabilidad:** Límite térmico dado en capacidad de corriente, para líneas de aéreas de transporte de energía, transformadores, reactores, cables aislados, etc.

**Carga Normalizada:** En referencia a cercas eléctricas, es la carga que comprende una resistencia no inductiva de 500 ohmios  $\pm$  2,5 ohmios y una resistencia variable, la cual es ajustada para maximizar la energía de impulso en la resistencia. Carga cuya magnitud corresponde a un valor previamente establecido por una norma, con fines generalmente de pruebas.

**Casi-Accidente:** Incidente sin consecuencias reales. **Central o Planta de Generación:** Conjunto de obras civiles y equipos electromecánicos debidamente instalados, así como y recursos energéticos destinados a producir energía eléctrica, cualquiera que sea el procedimiento empleado o la fuente de energía primaria utilizada.

**CCM:** Centro de Control de Motores (**siglas en Ingles MCC: Motor Control Center**): Conjunto de equipos o celdas electromecánicas debidamente instalados conformando un tablero y cuya aplicación esencial es la de alojar elementos de control y protección y la respectiva alimentación a motores eléctricos. Es un conjunto de una o más secciones confinadas que tienen una barra de potencia común y que contienen principalmente las unidades de control de motor.

**Cerca Eléctrica:** Barrera para impedir el paso de personas o animales, que forma un circuito eléctrico de uno o varios conductores sostenidos con aisladores, en condiciones tales que no permitan descargas peligrosas a los animales ni a las personas.

**Certificación:** Procedimiento mediante el cual un organismo expide, por escrito o por un sello de conformidad, su conformidad de que un producto, un proceso o servicio cumple un reglamento técnico o una(s) norma(s) de fabricación.

**Certificado de Conformidad:** Documento emitido conforme a las reglas de un sistema de certificación, en el cual se puede confiar razonablemente, en que un producto, proceso o servicio cumple las especificaciones de un reglamento técnico, una norma, especificación técnica u otro documento normativo específico.

**Certificación Plena:** Proceso de certificación del cumplimiento de los requisitos establecidos en el **RETIE** a una instalación eléctrica, el cual consiste en la declaración de cumplimiento suscrita por el profesional competente responsable de la construcción de la instalación, acompañada del aval de cumplimiento mediante un dictamen de inspección, previa realización de la inspección de comprobación efectuada por inspector(es) de un organismo de inspección debidamente acreditado.

**Cierre de un Circuito Eléctrico:** Acción mediante la cual el circuito eléctrico queda conformado permitiendo que circule corriente a través suyo.

**Circuito Eléctrico:** Lazo cerrado formado por un conjunto de elementos, dispositivos y equipos eléctricos, alimentados por la misma fuente de energía y con las mismas protecciones contra sobretensiones y sobrecorrientes, así como conductores eléctricos que permiten la circulación de corriente entre los extremos a diferente tensión de una fuente de alimentación eléctrica. En distribución corresponde al lazo cerrado formado por un conjunto de elementos, que cubre las fuentes de energía, los cables, los equipos de potencia, los dispositivos de protección y que termina en los equipos eléctricos de carga. No se toman los cableados internos de equipos como

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

circuitos. Pueden ser de modo diferencial (por conductores activos) o de modo común (por conductores activos y de tierra).

**Círculo Subterráneo:** Conjunto de cables tendidos bajo tierra a través de ductos, destinado a transportar energía.

**Círculo Subterráneo Principal:** Conjunto de cables tendidos bajo tierra a través de ductos, destinado a la interconexión de sistemas de potencia, la alimentación eléctrica de plantas de proceso o la alimentación a equipos de media tensión desde subestaciones de generación.

**Clavija o Enchufe:** Dispositivo que por inserción en un tomacorriente establece una conexión eléctrica entre los conductores de un cordón flexible y los conductores conectados permanentemente al tomacorriente.

**Cliente:** Organización o persona que compra un producto o servicio de ECOPETROL S.A.

**Comité Técnico de Normalización:** Grupo de personas con diferentes intereses sobre un tema, que se reúnen regular y voluntariamente con el fin de identificar necesidades, analizar documentos y elaborar normas técnicas.

**Compatibilidad Electromagnética:** Es la capacidad de un equipo o sistema para funcionar satisfactoriamente en su ambiente electromagnético, sin dejarse afectar ni afectar a otros equipos por energía electromagnética radiada o conducida.

**Condenación:** Bloqueo e información para evitar la operación de un interruptor u otro aparato de corte, por medio de un candado y una tarjeta, o de cualquier otro dispositivo o procedimiento de seguridad apto para tal fin, que garantice evitar la operación y anunciar la razón del bloqueo.

**Condición Insegura:** Circunstancia potencialmente riesgosa que está presente en el ambiente de trabajo.

**Conductor Activo:** Aquella parte destinada, en su condición de operación normal, a la transmisión de electricidad y por tanto sometida a una diferencia de tensión respecto de otro conductor o de la tierra, en servicio normal.

**Conductor a Tierra:** También llamado conductor del electrodo de puesta a tierra, es aquel que conecta un sistema o circuito eléctrico intencionalmente a una puesta a tierra.

**Conductor Energizado:** Todo aquel que no está conectado a tierra y que puede en alguna circunstancia quedar bajo tensión eléctrica.

**Conductor Neutro:** Conductor activo conectado intencionalmente al punto neutro de un transformador o instalación y que contribuye a cerrar un circuito de corriente.

**Conexión Equipotencial:** Conexión eléctrica entre dos o más puntos, de manera que cualquier corriente operativa pre-establecida que pase a través suyo, no genere una diferencia de potencial peligrosa para personas o equipos, entre cualquiera de los puntos de dicha conexión.

**Confiabilidad o Fiabilidad:** Probabilidad de que un dispositivo, equipo o sistema cumpla una función requerida, en unas condiciones dadas, durante un período de tiempo pre-establecido.

**Conformidad:** Cumplimiento de un producto, proceso o servicio frente a uno o varios requisitos o prescripciones.

**Consecuencia:** Lo que sucede a raíz de la materialización de un peligro.

**Consenso:** Acuerdo general caracterizado porque no hay oposición sostenida a asuntos esenciales, de cualquier parte involucrada en el proceso, y que considera las opiniones de todas las partes y reconcilia las posiciones divergentes, dentro del ámbito del bien común e interés general.

**Consignación o Libranza:** Conjunto de operaciones destinadas a abrir, bloquear y formalizar la intervención sobre un circuito.

**Constructibilidad:** Conjunto de actividades de identificación, valoración, priorización y definición del cronograma de trabajo, requerido para la integración de los nuevos diseños a los procesos e infraestructura existentes.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

**Contacto Directo:** Es el contacto directo de personas o animales, o el contacto a través de elementos conductores móviles tales como herramientas, escaleras, etc. con conductores activos o partes energizadas de una instalación eléctrica.

**Contacto Eléctrico:** Acción de unión de dos elementos, que termina con el cierre de un circuito. Cuando se trata de contactos técnicamente buscados, pueden ser de frotamiento, de rodillo, líquido, con soldadura o de presión.

**Contacto Indirecto:** Es el contacto de personas o animales con elementos o partes conductivas que normalmente no se encuentran energizadas, pero que en condiciones de falla de los aislamientos (contacto con conductores energizados), se puedan energizar.

**Contactor:** Dispositivo de conmutación que permite energizar o desenergizar un dispositivo o carga, por un número elevado de veces, pero que no tiene la capacidad de abrir corrientes de falla.

**Contaminación:** Liberación natural o artificial de sustancias o energía hacia el entorno y que puede causar efectos adversos en el ser humano, otros organismos vivos, equipos o el medio ambiente.

**Contratista:** Persona natural o jurídica que responde ante el dueño de una obra, para efectuar actividades de asesoría, interventoría, diseño, supervisión, construcción, operación, mantenimiento u otras relacionadas con las instalaciones eléctricas y equipos asociados, cubiertas por el presente Manual.

**Control de Calidad:** Proceso de regulación, a través del cual se mide y controla la calidad real de un producto o servicio.

**Controlador de Cerca Eléctrica:** Aparato diseñado para suministrar periódicamente impulsos de alta tensión a una cerca conectada a él.

**Corriente Eléctrica:** Es el movimiento de cargas eléctricas en el tiempo, entre dos puntos que no se hallan al mismo potencial y que permiten intercambio de cargas a través de un medio. Se mide en Amperios (A), que corresponden a C/s (Coulomb/segundo).

**Corriente de Contacto:** Corriente que circula a través del cuerpo humano, cuando está sometido a una tensión de contacto.

**Corrosión:** Ataque a una materia y destrucción progresiva de la misma, mediante pérdida de material debida una acción química, electroquímica o bacteriana.

**Cortacircuito:** Dispositivo seccionador utilizado para realizar el corte visible de un circuito, diseñado para ser manipulado después de que el circuito ha sido desenergizado por otros medios. Frecuentemente se acompaña de un fusible de protección.

**Cortocircuito:** Unión de muy baja resistencia eléctrica entre dos o más puntos de diferente potencial del mismo circuito, que frecuentemente hace incrementar la corriente por encima de valores aceptables, o que une dos partes del sistema que no deberían estar eléctricamente conectadas, o que son conectadas por seguridad a un Sistema de Puesta a Tierra.

**Cuarto Eléctrico:** Recinto o espacio en un edificio dedicado exclusivamente a los equipos y dispositivos eléctricos, tales como transformadores, celdas, tableros, UPS, protecciones, medidores, canalizaciones y medios para sistemas de control entre otros. Algunos edificios por su tamaño deben tener un cuarto eléctrico principal y otros auxiliares.

**Daño:** Consecuencia de un deterioro, un accidente o un incidente, que lleva al mal funcionamiento de equipos o sistemas, o a pérdidas económicas, morales o materiales.

**Desastre:** Situación catastrófica generalmente súbita, que afecta a gran número de personas.

**Descarga Disruptiva:** Falla de un aislamiento bajo un esfuerzo eléctrico, por superar un nivel de tensión determinado o por su deterioro, lo que hace circular una corriente. Se aplica al rompimiento del dieléctrico en sólidos, líquidos o gases y a la combinación de estos.

**Descuido:** Olvido o desatención de alguna regla de trabajo.

**Deslastre de Carga:** Acción de desconectar manual o automáticamente el suministro de energía eléctrica a un área o planta de proceso, bajo condición de emergencia.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>

**Dictamen de Inspección:** Documento emitido por el organismo de inspección, mediante el cual se evidencia el cumplimiento o incumplimiento de los requisitos contemplados en el **RETIE**, que le aplican a esa instalación eléctrica. Cuando el dictamen demuestra el cumplimiento del reglamento se considera una certificación de inspección.

**Dieléctrico:** Aislante.

**Disponibilidad:** Probabilidad de encontrar en servicio, o disponible para entrar en servicio, un equipo o sistema. Generalmente se mide como la proporción del tiempo medio histórico en servicio sobre el tiempo medio histórico del ciclo completo (incluyendo los tiempos medios en servicio y en reparación).

**Dispositivo de Control de Hombre Muerto:** Dispositivo diseñado para parar un equipo cuando un operario libera el mismo con la mano o pie.

**Dispositivo de Protección Contra Sobretensiones Transitorias (DPS):** Dispositivo diseñado para limitar las sobretensiones entre sus bornes de conexión. Generalmente contiene al menos un elemento no lineal en su curva de respuesta Tensión-Corriente.

**Dispositivo de Protección Contra Sobretensiones Transitorias del Tipo Conmutación de Tensión:** DPS que tiene una alta impedancia cuando no alcanza su tensión de cebado (operación), pero que presenta en bornes un cambio súbito, generalmente a una baja tensión residual, al momento de operar. Ejemplos de estos dispositivos son: los cuernos saltachispas (de arco), los tubos de gas, los tiristores y los triacs.

**Dispositivo de Protección Contra Sobretensiones Transitorias del Tipo Limitación de Tensión:** DPS que tiene una alta impedancia cuando no alcanza su tensión de corte (operación), pero que trata de mantener en bornes una tensión no mayor que la de corte, cuando opera. Ejemplos de estos dispositivos son los varistores y los diodos de supresión.

**Distancia a Masa:** Distancia mínima, bajo condiciones especificadas, entre una parte bajo tensión y toda parte metálica no energizada.

**Distancia a Tierra:** Distancia mínima, bajo condiciones especificadas, entre una parte bajo tensión y todo elemento que tiene el mismo potencial de tierra.

**Distancia al Suelo:** Distancia vertical mínima, bajo condiciones ya especificadas, entre el conductor bajo tensión y el terreno.

**Distancia de Seguridad:** Distancia mínima alrededor de un equipo eléctrico o de conductores energizados, necesaria para garantizar que no haya accidentes por acercamiento de personas, animales, estructuras, edificaciones u otros equipos.

**Distribución de Energía Eléctrica:** Transferencia de energía eléctrica a los consumidores, dentro de un área específica.

**Doble Aislamiento:** Aislamiento compuesto de un aislamiento básico y uno suplementario.

**Ecología:** Ciencia que trata las relaciones de los organismos vivos entre sí y con el medio ambiente que los rodea.

**Edificio o Edificación:** Estructura fija, hecha con materiales resistentes, para vivienda humana o para otros usos. Construcción (o conjunto de construcciones) frecuentado por personas, para su vida, trabajo u otros usos.

**Edificio Alto:** El que supera los 28 m de altura, medidos desde el nivel donde puede acceder un vehículo de bomberos (ver el Código de Sismo Resistencia).

**Electricidad:** El conjunto de disciplinas que estudian los fenómenos eléctricos, entendidos como una forma de energía obtenida del producto de la potencia eléctrica consumida por el tiempo de servicio. Es el conjunto de fenómenos físicos relacionados con la presencia y flujo de cargas eléctricas. Se manifiesta en una gran variedad de fenómenos como los rayos, la electricidad estática, la inducción electromagnética o el flujo de corriente eléctrica.

**Electricidad Estática:** Una forma de energía eléctrica o el estudio de cargas eléctricas en reposo. Energía almacenada en el campo eléctrico de cargas en reposo.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

**Eléctrico:** Todo aquello que tiene relación o que funciona con electricidad.

**Electrizar:** Producir la electricidad en un cuerpo o trasportársela.

**Electrización:** Término para los accidentes con paso de corriente no mortal.

**Electrocución:** Paso de corriente eléctrica a través de un cuerpo humano, cuya consecuencia es el consumo de energía como calor en el cuerpo, produciendo quemadura o fibrilación ventricular, y que lleva finalmente a la muerte.

**Electrodo de Puesta a Tierra:** Es el conductor o conjunto de conductores enterrados que sirven para establecer una conexión eléctrica con el suelo.

**Electrónica:** Parte de la electricidad que maneja las técnicas fundamentadas de la utilización de haces de electrones en vacío, en gases o en semiconductores.

**Electrotecnia:** Estudio de las aplicaciones técnicas de la electricidad.

**Emergencia:** Situación que se presenta por un hecho accidental y que requiere suspender todo trabajo para atenderla.

**Empalme:** Conexión eléctrica destinada a unir dos partes de conductores, para garantizar continuidad eléctrica y mecánica.

**Empresa:** Unidad económica que se representa como un sistema integral con recursos humanos, de información, financieros y técnicos, que produce bienes o servicios, generando utilidad. Para efectos de este manual, Empresa se debe entender como ECOPETROL S.A.

**Energizar:** Acción mediante la cual una parte conductora puede alcanzar una diferencia de tensión con respecto a otra, o a la tierra.

**Ensayo:** Conjunto de pruebas y controles a los cuales se somete un bien para asegurarse de que cumple normas o requisitos técnicos que le permiten desempeñar la función requerida.

**EPP:** Elementos de protección personal.

**Equipo:** Conjunto de personas o de elementos desarrollados por la inventiva humana para lograr un fin o realizar un trabajo.

**Equipo Eléctrico Móvil:** Equipo que está diseñado para ser energizado mientras se mueve.

**Equipo Eléctrico Movable:** Equipo alimentado por un cable de arrastre y que está diseñado para ser movido sólo cuando está desenergizado.

**Equipo Eléctrico de Soporte de la Vida:** Equipo eléctrico cuyo funcionamiento continuo es imprescindible para mantener la vida de un paciente.

**Equipotencialidad:** Igual potencial (igual tensión). Principio fundamental de la seguridad eléctrica que establece que la circulación de corriente por un cuerpo produce calor (efecto Joule), y por tanto riesgo, y que es consecuencia de la diferencia de tensión aplicada al cuerpo, razón por la cual se debe propender por reducir o eliminar las diferencias de tensión, aplicadas a los cuerpos expuestos.

**Equipotencializar:** Proceso, práctica o acción de conectar partes conductivas de las instalaciones, equipos o sistemas entre sí o a un sistema de puesta a tierra, mediante una baja impedancia, para que la diferencia de potencial sea mínima entre los puntos interconectados.

**Error:** Acción o estado desacertado o equivocado, susceptible de provocar avería o accidente.

**Especificación Técnica:** Documento que establece características técnicas mínimas de un producto o servicio.

**Estructura:** Todo aquello que puede ser construido o edificado, puede ser fija o móvil, puede estar en el aire, sobre la tierra, bajo tierra o en el agua.

**Evaluación de la Conformidad:** Procedimiento utilizado, directa o indirectamente, para determinar que se cumplen los requisitos o prescripciones pertinentes de los reglamentos técnicos o normas.

**Evento:** Manifestación o situación, producto de fenómenos naturales, técnicos o sociales, que puede dar lugar a una emergencia.

**Excavación:** Trabajos donde se requiera alterar el nivel superior del piso.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>

**Explosión:** Expansión rápida y violenta de una masa gaseosa que genera una onda de presión que puede afectar sus proximidades.

**Exposición Ocupacional:** Toda exposición a un riesgo o contaminante, de los trabajadores, ocurrida durante la jornada de trabajo.

**Expuesto:** Aplicado a partes energizadas, que pueden ser inadvertidamente tocadas por una persona directamente o por medio de un objeto conductor, o que le permita aproximarse más cerca que la distancia mínima de seguridad. Igualmente, se aplica a las partes que no están adecuadamente separadas, aisladas o protegidas contra daños (ya sea que los genere o los reciba).

**Extensión:** Conjunto compuesto de tomacorriente, cables y clavija; sin conductores expuestos y sin empalmes, utilizado con carácter provisional.

**Extintor:** Aparato autónomo, que contiene un agente para apagar el fuego, eliminando el oxígeno.

**Factor de Riesgo:** Condición ambiental o humana cuya presencia o modificación puede producir un accidente o una enfermedad ocupacional.

**Falla:** Degradación de insumos o componentes que altera el normal funcionamiento de un equipo o sistema. Alteración intencional o fortuita de la capacidad de un sistema, componente o persona, para cumplir una función requerida.

**Fase:** Designación de un conductor, un grupo de conductores, un terminal, un devanado o cualquier otro elemento de un sistema polifásico que va a estar energizado durante el servicio normal.

**Fibrilación Ventricular:** Contracción espontánea e incontrolada de las fibras del músculo ventricular cardíaco (existe también fibrilación auricular).

**Flecha:** Distancia vertical máxima en un vano, entre el conductor y la línea recta horizontal que une los dos puntos de sujeción.

**Frecuencia:** Número de períodos por segundo de una onda, medido en Hertz (ciclos por segundo). Número de sucesos o eventos que ocurren en un determinado período de tiempo y en una localización determinada.

**Frente Muerto:** Parte de un equipo accesible a las personas y sin partes activas expuestas.

**Fuego:** Reacción química de combustión, resultante de la combinación de combustible, oxígeno y calor.

**Fuego Clase C:** El originado en equipos eléctricos energizados.

**Fuente de Energía:** Todo equipo o sistema que suministre energía eléctrica.

**Fuente de Respaldo:** Uno o más sistemas de suministro de energía (grupos electrógenos, bancos de baterías, UPS, circuito de suplencia) cuyo objetivo es proveer energía durante la interrupción del servicio eléctrico normal.

**Fusible:** Componente cuya función es abrir, por la fusión de uno o varios de sus componentes, el circuito en el cual está insertado.

**Generación de Energía Eléctrica:** Proceso mediante el cual se obtiene energía eléctrica a partir de alguna otra forma de energía.

**Generador:** Persona natural o jurídica que produce energía eléctrica, que tiene por lo menos una central o unidad generadora. También significa equipo de generación de energía eléctrica incluyendo los grupos electrógenos.

**Gestión del Riesgo:** Es el proceso social de planeación, ejecución, seguimiento y evaluación de políticas y acciones permanentes para el conocimiento del riesgo y promoción de una mayor conciencia del mismo, impedir o evitar que se genere, reducirlo o controlarlo cuando ya existe y para prepararse y manejar las situaciones de desastre, así como para la posterior recuperación, entiéndase: rehabilitación y reconstrucción. Estas acciones tienen el propósito explícito de contribuir a la seguridad, el bienestar y calidad de vida de las personas y al desarrollo sostenible.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

**Iluminancia:** Densidad de flujo luminoso que incide sobre una superficie. Su unidad, el lux, equivale al flujo luminoso de un Lumen que incide homogéneamente sobre una superficie de un metro cuadrado.

**Impacto Ambiental:** Acción o actividad que produce una alteración, favorable o desfavorable, en el medio ambiente o en alguno de los componentes del mismo.

**Impericia:** Falta de habilidad para desarrollar una tarea.

**Incendio:** Es todo fuego incontrolado.

**Incidente:** Evento o cadena de eventos no planeados, no deseados y previsibles que generaron un accidente, o que, sin haberlo generado, bajo circunstancias ligeramente diferentes, pudieron haber generado un accidente, lesiones, enfermedades, o la muerte a personas, daño a los bienes, al medio ambiente, a la imagen de la empresa o a la satisfacción del cliente. Se presenta por la coincidencia en el tiempo y en el espacio de varias fallas de control.

**Inducción:** Fenómeno en el que un cuerpo energizado, transmite por medio de sus campos eléctricos o magnéticos, energía a otro cuerpo, a pesar de estar separados físicamente por un aislante.

**Industria:** Industria química y del petróleo.

**Inflamable:** Material que se puede encender y quemar rápidamente.

**Inmunidad:** Capacidad de un equipo o sistema para funcionar correctamente sin degradarse ante la presencia de una perturbación electromagnética.

**Inspección:** Conjunto de actividades tales como medir, examinar, ensayar o comparar con requisitos establecidos, una o varias características de un producto o instalación eléctrica, para determinar su conformidad.

**Instalación Eléctrica:** Conjunto de aparatos eléctricos, conductores y circuitos asociados, previstos para un fin particular: generación, transmisión, transformación, conversión, distribución o uso final de la energía eléctrica. La cual para los efectos del presente Manual, debe considerarse como un producto terminado.

**Instalación Eléctrica Ampliación:** Es aquella que implica solicitud de aumento de capacidad instalada o el montaje adicional de dispositivos, equipos, conductores y demás componentes.

**Instalación Eléctrica Nueva:** Es toda instalación construida con posterioridad a mayo 1 de 2005, fecha de entrada en vigencia de la resolución 180398 del 7 de abril de 2004 por la cual se expidió el RETIE.

**Instalación Eléctrica Remodelación:** Es la sustitución de dispositivos, equipos, conductores y demás componentes de la instalación eléctrica.

**Instrucción de Trabajo:** Lista ordenada de pasos que se deben seguir durante el desarrollo de una tarea. En cada paso se describe el nombre del responsable de la ejecución y las consecuencias de no cumplirlo.

**Interferencia Electromagnética:** Conjunto de fenómenos asociados con perturbaciones electromagnéticas que pueden producir la degradación en las condiciones y características de operación de un equipo o sistema.

**Interruptor Automático:** Dispositivo diseñado para que abra el circuito automáticamente cuando se produzca una sobrecorriente predeterminada.

**Interruptor de Falla a Tierra:** Interruptor diferencial accionado por corrientes de fuga a tierra, cuya función es interrumpir la corriente hacia la carga cuando se excede la máxima diferencia de corriente entre la corriente de todos los conductores del circuito medido (fases y neutro) y la tierra.

**Interruptor de uso General:** Dispositivo para abrir, cerrar o comutar la conexión de un circuito en media o baja tensión. Cumple funciones de control y no de protección la función de apertura automática, cuando se produce una sobrecorriente predeterminada.

**Laboratorio de Metroología:** Laboratorio que reúne la competencia e idoneidad necesarias para determinar la aptitud o funcionamiento de equipos de medición.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

**Laboratorio de Prueba y Ensayos:** Laboratorio nacional, extranjero o internacional, que posee la competencia e idoneidad necesarias para llevar a cabo en forma general la determinación de las características, aptitud o funcionamiento de materiales o productos.

**Lesión:** Perjuicio fisiológico sufrido por una persona.

**Límite de Aproximación Segura:** Distancia mínima, desde el punto energizado más accesible del equipo, hasta la cual el personal no calificado puede situarse sin riesgo de exposición al arco eléctrico.

**Límite de Aproximación Restringida:** Distancia mínima hasta la cual el personal competente puede situarse sin llevar los elementos de protección personal certificados contra riesgo por arco eléctrico.

**Límite de Aproximación Técnica:** Distancia mínima en la cual solo el personal competente que lleva elementos de protección personal certificados contra arco eléctrico realiza trabajos en la zona de influencia directa de las partes energizadas de un equipo.

**Línea Compacta:** Es una línea eléctrica cuyas dimensiones, altura y ancho de estructura y ancho de servidumbres son reducidas, respecto de las líneas convencionales, gracias a un diseño y construcción optimizada.

**Línea Eléctrica:** Conjunto compuesto por conductores, aisladores, estructuras y accesorios destinados al transporte de energía eléctrica.

**Línea de Transmisión:** Sistema de conductores, estructuras soporte, aisladores y demás accesorios, para el transporte de energía eléctrica, desde una planta de generación o una subestación a otra subestación.

**Línea Muerta:** Término aplicado a una línea sin tensión o desenergizada.

**Línea Viva:** Término aplicado a una línea con tensión o línea energizada.

**Lugar o Local Húmedo:** Sitio interior o exterior parcialmente protegido, sometido a un grado moderado de humedad, cuyas condiciones ambientales se manifiestan momentáneamente o permanentemente.

**Lugar o Local Mojado:** Instalación expuesta a saturación de agua u otros líquidos, así sea temporalmente o durante largos períodos. Las instalaciones eléctricas a la intemperie deben ser consideradas como locales mojados, así como el área de cuidado de pacientes que está sujeta normalmente a exposición de líquidos mientras ellos están presentes. No se incluyen los procedimientos de limpieza rutinarios o el derrame accidental de líquidos.

**Lugar (Clasificado) Peligroso:** Aquella zona donde están o pueden estar presentes gases o vapores inflamables, polvos combustibles o partículas volátiles (pelusas) de fácil inflamación.

**Luminancia:** Es el flujo reflejado por los cuerpos, o el flujo emitido si un objeto se considera fuente de luz. También llamado brillo fotométrico. Su unidad es la candela por metro cuadrado.

**Luminaria:** Componente mecánico y óptico de un sistema de alumbrado, que proyecta, filtra y distribuye los rayos luminosos, además de alojar y proteger los elementos requeridos para la iluminación.

**Manhole:** Caja de registro (generalmente subterránea y en concreto), utilizada para inspeccionar y facilitar el halado o tendido de los cables de potencia eléctrica.

**Maniobra:** Operación de apertura o cierre de elementos de una red eléctrica. Conjunto de procedimientos operativos de una red eléctrica en forma segura (subir carga, cambiar posición de tomas, sincronizar, etc.).

**Mantenimiento:** Conjunto de acciones o procedimientos tendientes a preservar o restablecer un bien, a un estado tal que le permita operar en forma confiable y segura.

**Máquina:** Conjunto de mecanismos accionados por una forma de energía, para transformarla en otra más apropiada, a un efecto dado.

**Masa:** Conjunto de partes metálicas de un equipo, que en condiciones normales, están aisladas de las partes activas. En algunos equipos electrónicos la masa se toma como referencia para las

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

señales y tensiones de un circuito interno electrónico. Las masas pueden estar o no, conectadas a tierra.

**Material:** Cualquier sustancia, insumo, parte o repuesto que se transforma con su primer uso o se incorpora a un bien como parte de él.

**Material Aislante:** Material que impide la propagación de algún fenómeno físico, (aislante eléctrico, material dieléctrico que se emplea para impedir el paso de cargas eléctricas. Aislante térmico, material que impide el paso de calor)

**Media Tensión:** Tensión nominal mayor a 1000 V e inferior o igual a 57,5 KV.

**Método:** Modo de decir o hacer con orden una cosa. Procedimiento o técnica para realizar un análisis, un estudio o una actividad.

**Metrología:** Ciencia de la medición. Incluye aspectos teóricos y prácticos.

**Modelo:** Procedimiento matemático que permite simular la evolución de variables y propiedades de un sistema, durante el desarrollo de un fenómeno físico o químico. Representación abstracta de un sistema.

**Modelo Electrogeométrico:** Procedimiento matemático que permite establecer cuál es el volumen de cubrimiento de protección contra rayos de una estructura para una corriente dada, según la posición y la altura de la estructura considerada como receptora de la descarga.

**Monitor de Aislamiento:** Es un aparato (o conjunto de aparatos) que vigila la impedancia balanceada o no balanceada de cada fase a tierra de un circuito aislado de tierra, y que está equipado con un circuito de prueba que acciona una alarma cuando la corriente de fuga supere el valor de referencia, sin disparar el circuito.

**Monitoreo del Conductor de Tierra:** Acción de verificar la continuidad del conductor de puesta a tierra de las instalaciones.

**Muerte Aparente o Muerte Clínica:** Estado que se presenta cuando una persona deja de respirar o su corazón no bombea sangre.

**Muerto:** Ser sin vida. También se aplica a un dispositivo enterrado en el suelo, cuyo fin es servir de punto de anclaje fijo.

**Necrosis eléctrica:** Tipo de quemadura con muerte de tejidos.

**Nivel de Riesgo:** Equivale a grado de riesgo. Es el resultado de la valoración conjunta de la probabilidad de ocurrencia de los accidentes y de la gravedad de sus efectos y de la vulnerabilidad del medio.

**Nodo:** Parte de un circuito en el cual dos o más elementos tienen una conexión común.

**Nominal:** Término aplicado a una característica de diseño, prueba u operación, que indica los límites de diseño de esa característica para los cuales se presentan condiciones aceptables. Los límites siempre están asociados con una norma técnica.

**Norma Técnica:** Documento aprobado por una institución reconocida, que prevé, para un uso común y repetido, reglas, directrices o características para los productos o los procesos y métodos de producción conexos, servicios o procesos, cuya observancia no es obligatoria.

**Norma Técnica Armonizada:** Documento aprobado por organismos de normalización de diferentes países, cuya observancia no es obligatoria y que establece sobre un mismo objeto, la intercambiabilidad de productos, procesos y servicios, o el acuerdo mutuo sobre los resultados de ensayos, o sobre la información suministrada de acuerdo con estas normas.

**Norma Técnica Colombiana (NTC):** Norma técnica aprobada o adoptada como tal por el organismo nacional de normalización. Su observancia no es obligatoria a menos que sea hecha por parte de un Reglamento Técnico.

**Norma Técnica Extranjera:** Norma que se toma en un país como referencia directa o indirecta, pero que fue emitida por otro país. Su observancia no es obligatoria a menos que sea hecha por parte de un Reglamento Técnico.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>

**Norma Técnica Internacional:** Documento emitido por una organización internacional de normalización, que se pone a disposición del público y cuya observancia no es obligatoria a menos que haga parte de un Reglamento Técnico.

**Norma Técnica Regional:** Documento adoptado por una organización regional de normalización y que se pone a disposición del público.

**Normalizar:** Establecer un orden o decidir valores en una actividad específica, con la aprobación de una entidad reconocida para tal fin.

**Normas de Seguridad:** Conjunto de prácticas normalizadas y formalizadas, cuyo objetivo está encaminado a evitar accidentes.

**Objetivos Legítimos:** La seguridad de la vida y de la salud humana, animal y vegetal, así como la protección del medio ambiente y la prevención de las prácticas que puedan inducir a error a los consumidores, incluyendo asuntos relativos a la identificación de bienes o servicios, y considerando entre otros aspectos, cuando corresponda, factores fundamentales de tipo climático, geográfico, tecnológico o de infraestructura o justificación científica.

**Operador de Red:** Empresa de servicios públicos encargada de la planeación, de la expansión y de las inversiones, operación y mantenimiento de todo o parte de un sistema de transmisión regional o de un sistema de distribución local.

**Organismo de Acreditación:** Entidad gubernamental que acredita y supervisa los organismos de certificación e inspección y los laboratorios de pruebas y ensayo y de metrología que hagan parte del Subsistema sistema Nacional de normalización, certificación y metrología Calidad.

**Organismo de Certificación:** Entidad imparcial, pública o privada, nacional, extranjera o internacional, que posee la competencia y la confiabilidad necesarias para administrar un sistema de certificación, consultando los intereses generales.

**Organismo de Inspección:** Entidad que ejecuta actividades de medición, ensayo o comparación con un patrón o documento de referencia de un proceso, un producto, una instalación o una organización y de confrontar los resultados con unos requisitos especificados.

**Organismo Nacional de Normalización:** Entidad reconocida por el gobierno nacional, cuya función principal es la elaboración, adopción y publicación de las normas técnicas nacionales y la adopción como tales de las normas elaboradas por otros entes.

**Pararrayos:** Elemento metálico resistente a la corrosión, cuya función es interceptar los rayos que podrían impactar directamente sobre la instalación a proteger. Más técnicamente se denomina terminal de captación. Los DPS de media, alta y extra-alta tensión se conocen también como pararrayos.

**Patrón:** Medida materializada, aparato de medición o sistema de medición destinado a definir, realizar, conservar o reproducir una unidad o uno o varios valores conocidos de una magnitud para trasmitirlos por comparación con otros instrumentos de medición.

**PCB:** Bifenilo policlorado, aquellos clorobifenilos que tienen la fórmula molecular  $C_{12}H_{10-n}Cl_n$  donde  $n$  es mayor que 1. En el sector eléctrico se conoce comúnmente el Askarel.

**Peligro:** Condición no controlada que tiene el potencial de causar lesiones a personas, daños a instalaciones o afectaciones al medio ambiente. Fuente o situación que tiene el potencial de producir daño en términos de lesión o de enfermedad, daño a la propiedad, daño al medio ambiente, dentro o fuera del trabajo, o una combinación de éstos.

**Peligro Inminente o Alto Riesgo:** Condición del entorno o práctica irregular, cuya frecuencia esperada y severidad de sus efectos, puedan comprometer fisiológicamente el cuerpo humano en forma grave (quemaduras, impactos, paro cardíaco, paro respiratorio, fibrilación o pérdida de funciones); o afectar el entorno de la instalación eléctrica (contaminación, incendio o explosión). En general, se puede presentar por:

- Deficiencias en la instalación eléctrica.
- Práctica indebida de la electrotecnia.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

**Permiso de trabajo:** Autorización escrita que otorga un Emisor para que un grupo de trabajadores liderados por el Ejecutor, realicen una actividad específica, con un alcance limitado, en un sistema o equipo definido, en una fecha y horario establecido, y bajo unas condiciones previamente acordadas. Esta autorización permite que tanto el ejecutor como el emisor certifiquen que los métodos y el sitio para realizar el trabajo ofrecen condiciones seguras. El permiso se podrá emitir a través del libro de minuta o formato de permiso de trabajo.

**Persona:** Ser racional libre, autónomo, con autoridad propia, orientado a fines específicos, que por el más íntimo dominio de su libertad es dueña de sí misma y, en consecuencia, responsable de sus propias acciones. La persona se define en el orden práctico como ser libre, que en cuanto tiene unos fines que cumplir, es un ser responsable.

**Persona Advertida:** Persona suficientemente informada y supervisada por personas calificadas que le permitan evitar los riesgos que podría generar al desarrollar una actividad relacionada con la electricidad.

**Persona Calificada:** Persona natural que demuestre su formación (capacitación y entrenamiento) en el conocimiento de la electrotecnia y los riesgos asociados con la electricidad y que además cuente con matrícula profesional, certificado de inscripción profesional, o certificado de matrícula profesional, que según la normatividad legal vigente, lo autorice o acredite para el ejercicio de la profesión.

**Persona Habilitada:** Profesional competente, autorizado por el propietario o tenedor de la instalación, para realizar determinados trabajos con riesgo eléctrico, con base en su conocimiento y que no presente incapacidades físicas o mentales que pongan en riesgo su salud o la de terceros.

**Persona Jurídica:** Según el artículo 633 del código civil, se denomina persona jurídica a una persona ficticia, capaz de ejercer derechos y contraer obligaciones civiles y de ser representada judicial y extrajudicialmente. Sujeto susceptible de adquirir y ejercer derechos y de aceptar y cumplir obligaciones, ya sea por sí mismo o por un representante.

**Persona Natural:** Según el artículo 74 del código civil Colombiano son personas todos los individuos de la especie humana, cualquiera que sea su edad, sexo, estirpe o condición.

**Perturbación Electromagnética:** Cualquier fenómeno electromagnético que pueda degradar las características de desempeño de un equipo o sistema.

**Piso Conductivo:** Arreglo de material conductor de un lugar que sirve como medio de conexión eléctrica entre las personas y el suelo para prevenir la acumulación de cargas electrostáticas.

**Plano Eléctrico:** Representación gráfica de las características de diseño y de las especificaciones para construcción o montaje de equipos y obras eléctricas.

**Precaución:** Actitud de cautela para evitar o prevenir los daños que puedan presentarse al ejecutar una acción.

**Prevención:** Evaluación predictiva de los riesgos y de sus consecuencias. Conocimiento a priori para controlar los riesgos. Acciones para eliminar la probabilidad de un accidente.

**Previsión:** Anticipación y adopción de medidas ante la posible ocurrencia de un suceso, en función de los indicios observados y de la experiencia.

**Primeros Auxilios:** Todos los cuidados inmediatos y adecuados, pero provisionales, que se prestan a alguien accidentado o con enfermedad repentina, para conservarle la vida.

**Probabilidad:** Evaluación matemática de la posibilidad de que ocurra un evento o suceso. Se expresa comúnmente como la función inversa de la frecuencia de ocurrencia de un evento. La probabilidad es una función matemática que varía desde cero (0), entendido como la no ocurrencia del evento, y uno (1) como la ocurrencia certa del mismo.

**Proceso de Transformación:** Proceso en el cual los parámetros de la potencia eléctrica (tensión y corriente), son modificados, por los equipos de transformación de una subestación.

**Producto:** Todo bien o servicio, ya sea en estado natural o manufacturado, incluso si se haya incorporado a otro producto.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

**Productor:** Quien de manera habitual, directa o indirectamente, diseñe, produzca, fabrique, ensamble o importe productos. También se reputa productor, quien diseñe, produzca, fabrique, ensamble o importe productos sujetos a reglamento técnico o medida sanitaria o fitosanitaria.

**Profesión:** Empleo, facultad u oficio que tiene una persona y ejerce con derecho a retribución.

**Profesional competente:** Es la persona natural (técnico, tecnólogo o Ingeniero formado en el campo de la electrotecnia), que además de cumplir los requisitos de persona calificada, cuenta con matrícula profesional vigente y que según la normatividad legal, lo autorice o acredeite para el ejercicio de la profesión, certificando que ha adquirido conocimientos y habilidades para desarrollar actividades en este campo.

**Puerta Cortafuego:** Puerta que cumple los criterios de estabilidad, estanqueidad, no emisión de gases inflamables y aislamiento térmico cuando se encuentra sometida al fuego o incendio durante un período de tiempo determinado.

**Puerto:** Punto de interfaz de comunicación entre un equipo y su entorno.

**Puesta a Tierra:** Grupo de elementos conductores equipotenciales, en contacto eléctrico con el suelo o una masa metálica de referencia común puesta a tierra, que distribuye las corrientes eléctricas de falla en el suelo y que sirve como un camino de retorno a corrientes de falla o de descargas. Comprende electrodos, conexiones y cables enterrados.

**Punto Caliente:** Punto de conexión que esté trabajando a una temperatura por encima de la normal, generando pérdidas de energía y a veces, riesgo de incendio.

**Punto Neutro:** Es el nodo o punto común de un sistema eléctrico polifásico conectado en estrella, o el punto medio puesto a tierra de un sistema monofásico.

**Quemadura:** Conjunto de trastornos tisulares, producidos por el contacto prolongado con llamas, radiaciones o cuerpos de temperatura elevada o por la circulación de corriente por el cuerpo.

**RAM (Risk Assessment Matrix):** Matriz de Evaluación de Riesgos. Herramienta para la evaluación de los riesgos, y su clasificación.

**Rayo:** La descarga eléctrica atmosférica o más comúnmente conocida como rayo, es un fenómeno físico que se caracteriza por una transferencia de carga eléctrica de una nube hacia la tierra, de la tierra hacia la nube, entre dos nubes, al interior de una nube o de la nube hacia la ionosfera.

**Receptor:** Todo equipo o máquina que utiliza la electricidad para un fin particular.

**Red de Distribución:** Conjunto de circuitos y subestaciones, con sus equipos asociados, con tensiones inferiores a 220 KV.

**Red de Transmisión:** Conjunto de líneas de alta y extra alta tensión (220 KV o más), con sus equipos asociados, incluyendo las interconexiones internacionales.

**Red Equipotencial:** Conjunto de conductores del sistema de puesta a tierra que no están en contacto directo con el suelo o terreno y que conectan sistemas eléctricos, equipos o instalaciones con la puesta a tierra. Se conecta a la puesta a tierra de la instalación

**Red Interna o de uso final:** Es el conjunto de conductores, canalizaciones redes, tuberías, accesorios y equipos (accesorios, dispositivos y artefactos) que llevan la energía eléctrica desde la frontera del Operador de Red o de la red de distribución, hasta los puntos de uso final.

**Reglamento Técnico:** Documento en el que se establecen las características de un producto, servicio o los procesos y métodos de producción, con inclusión de las disposiciones administrativas aplicables y cuya observancia es obligatoria.

**Representante Área Eléctrica (Autoridad técnica del área):** Persona calificada, de Ecopetrol S.A, quien autoriza un trabajo eléctrico. Es responsable de verificar en el sitio de trabajo, con el emisor y el ejecutor, que todos los requerimientos necesarios para la realización en forma segura de un trabajo en un sistema o equipo eléctrico, estén contemplados en el análisis de riesgos. Adicionalmente, durante la ejecución del trabajo audita el cumplimiento de los requerimientos establecidos. En áreas donde el personal es contratista, el dueño del activo u operador y el representante del área eléctrica de Ecopetrol designaran mediante documento oficial este cargo o

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>

rol al personal contratista calificado para tal fin. En áreas entregadas en Handover el personal contratista debe designar este cargo a una persona calificada para tal fin.

**Requisito:** Precepto, condición o prescripción que debe ser cumplida, es decir que su cumplimiento es obligatorio.

**Reserva Rodante:** Capacidad de las máquinas de generación en funcionamiento, disponible para suplir desbalances entre la generación y la carga, por efectos de eventos de pérdida súbita de generación o de demanda.

**Resguardo:** Medio de protección que impide o dificulta el acceso de las personas o sus extremidades, a una zona de peligro.

**Resistencia de Aislamiento:** Nivel de aislamiento eléctrico de un equipo o componente, medido en Mega-Ohmios ( $M\Omega$ ).

**Resistencia de Puesta a Tierra:** Es la relación entre el potencial del sistema de puesta a tierra a medir, respecto a una tierra remota y la corriente que fluye entre estos puntos.

**RETIE:** Acrónimo del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas adoptado por Colombia

**Riesgo:** Probabilidad de que en una actividad, se produzca una pérdida determinada, en un tiempo dado. Combinación entre las probabilidades de que un evento específico indeseado ocurra, y de que conlleve una determinada consecuencia.

**Riesgo de Electrocución:** Posibilidad de circulación de una corriente eléctrica mortal a través de un ser vivo.

**SAES:** Sistema de Aislamiento Eléctrico Seguro: Es el conjunto de actividades técnicas y de gerenciamiento, establecidas como procedimiento para la eliminación del riesgo de una o varias fuentes de energía, involucradas con un equipo o sistema que se va a intervenir, incluyendo la aplicación de las cinco reglas de oro si el análisis de riesgos establecido para la actividad a realizar así lo determina.

**Seccionador:** Dispositivo de apertura y cierre o de conmutación de la fuente de un circuito. Dispositivo destinado a hacer un corte visible en un circuito eléctrico y diseñado para que se manipule después de que el circuito se ha abierto por otros medios. Algunos seccionadores pueden abrir ciertas corrientes de carga o de inducciones, pero en ningún caso pueden abrir corrientes de falla.

**Seguridad:** Condición del producto, conforme a la cual en situaciones normales de utilización, teniendo en cuenta la duración, la información suministrada y si procede, la puesta en servicio, instalación y mantenimiento, no presenta riesgos irrazonables para la salud o integridad de los consumidores. En caso de que el producto no cumpla con requisitos de seguridad establecidos en reglamentos técnicos o medidas sanitarias, se presumirá inseguro. Condición o estado de riesgo aceptable. Actitud mental de las personas.

**Sensibilidad:** Capacidad de un equipo o sistema para operar con cantidades mínimas.

**Señalización:** Conjunto de símbolos, señales gráficas y escritas, así como de actuaciones y medios dispuestos para reflejar las advertencias de seguridad en una instalación.

**Servicio:** Prestación realizada a título profesional o en forma pública, en forma onerosa o no, siempre que no tenga por objeto directo la fabricación de bienes. Actividad que satisface una necesidad.

**Servicio Público:** Actividad organizada que satisface una necesidad colectiva en forma regular y continua, de acuerdo con un régimen jurídico especial, bien sea que se realice por el estado directamente o por entes privados.

**Servicio Público Domiciliario de Energía Eléctrica:** Es el transporte de energía eléctrica desde las redes regionales de transmisión hasta el domicilio del usuario final, incluida su conexión y medición.

**Símbolo:** Imagen o signo que describe una unidad, magnitud o situación determinada y que se utiliza como forma convencional de entendimiento colectivo.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

**Sistema:** Conjunto de componentes interrelacionados e interactuantes para llevar a cabo una misión conjunta. Admite ciertos elementos de entrada y produce ciertos elementos de salida en un proceso organizado.

**Sistema de Emergencia:** Sistema de potencia y control destinado a suministrar energía de respaldo a un número limitado de funciones vitales, dirigidas a garantizar la seguridad y protección de la vida humana.

**Sistema de Potencia Aislado (IT):** Sistema con el punto neutro aislado de tierra o conectado a ella a través de una alta impedancia. Cuenta con un transformador y un monitor de aislamiento. Se utiliza especialmente en centros de atención médica, minas, embarcaciones, vehículos, ferrocarriles y plantas eléctricas.

**Sistema de Puesta a Tierra (SPT):** Conjunto de elementos conductores continuos de un sistema eléctrico específico, sin interrupciones, que conecta los equipos eléctricos y los elementos susceptibles de ser energizados accidentalmente por estos, con las puestas a tierra. Comprende la puesta a tierra y la red equipotencial de cables que normalmente no conducen corriente.

**Sistema de Puesta a Tierra de Protección:** Conjunto de conexión, encerramiento, canalización, cable y clavija tomacorriente construido para que se acople con un equipo eléctrico fijo, móvil o móvil, para prevenir electrocuciones por contactos con partes metálicas energizadas accidentalmente dentro del equipo.

**Sistema de Puesta a Tierra de Servicio:** Es el que pertenece al circuito de corriente de la alimentación normal de la instalación; sirve tanto para condiciones de funcionamiento normal como de falla.

**Sistema de Puesta a Tierra Temporal:** Dispositivo de puesta en cortocircuito y a tierra, para protección del personal que interviene en redes desenergizadas.

**Sistema Eléctrico:** Conjunto de componentes y materiales eléctricos destinados a generar, transformar, transportar, distribuir y utilizar la energía eléctrica.

**Sistema Ininterrumpido de Potencia (UPS):** Sistema diseñado para suministrar electricidad en forma automática, cuando la fuente de potencia normal no provea la electricidad.

**Sobrecarga:** Funcionamiento de un elemento excediendo su capacidad nominal.

**Sobretensión:** Tensión anormal existente entre dos puntos de una instalación eléctrica, superior a la tensión máxima de operación normal de un dispositivo, equipo o sistema.

**Subcomités de Seguridad Eléctrica niveles 1, 2, 3 y 4:** Conjunto de personas multidisciplinarias cuya función es liderar el direccionamiento y emitir recomendaciones y lineamientos en materia de seguridad eléctrica en los diferentes niveles de la organización; el nivel 1 es estratégico y su función principal es servir, liderar y direccionar la temática, el nivel 2 táctico y los niveles 3 y 4 operativos. Estos niveles son los que aplican y hacen que se cumplan las directrices en cada área de responsabilidad.

**Subestación:** Conjunto único de instalaciones, equipos eléctricos y obras complementarias, destinado a la transferencia de energía eléctrica, mediante la transformación de tensiones o la maniobra de circuitos de potencia.

**Susceptibilidad:** Es la sensibilidad de un dispositivo, equipo o sistema para operar degradándose en presencia de una perturbación electromagnética. Es la característica de un dispositivo, equipo o sistema de dejar degradar su funcionamiento en presencia de una perturbación electromagnética.

**S.N.F.T.** Sistema Nacional de Formación para el Trabajo

**Tablero:** Encerramiento metálico o no metálico donde se alojan elementos tales como aparatos de corte, control, medición, dispositivos de protección, barrajes; también se conoce como panel o armario, gabinete, celda, switchgear, power center.

**Tarjeteo:** Colocación de tarjetas de seguridad en los puntos de aislamiento de un equipo o sistema, como parte del proceso de condenación o bloqueo.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

**Técnica:** Conjunto de procedimientos y recursos que se derivan de aplicaciones prácticas de una o varias ciencias.

**Tensión, Potencial o Voltaje:** Diferencia de potencial eléctrico entre dos conductores, que almacenan energía en forma de campo eléctrico. Se mide en V (voltios).

**Tensión a Tierra:** Para circuitos puestos a tierra, la tensión entre un conductor dado y el conductor del circuito puesto a tierra o a la puesta a tierra; para circuitos no puestos directamente a tierra o para Sistemas Aislados la mayor tensión de cualquiera de las fases a tierra.

**Tensión de Contacto:** Diferencia de potencial entre la mano y cualquier otra parte del cuerpo. Cuando la tensión de contacto se presenta durante una falla a tierra del sistema eléctrico o una descarga, corresponde a la tensión entre la mano puesta sobre cualquier estructura metálica aterrizada y un punto de la superficie del terreno a una distancia de un metro (esta distancia horizontal es equivalente a la máxima que se puede alcanzar al extender un brazo).

**Tensión de Paso:** Diferencia de potencial que se presenta durante una falla o descarga entre dos puntos de la superficie del terreno, separados por una distancia de un paso (considerada como un metro).

**Tensión de Servicio:** Valor de tensión, bajo condiciones normales, en un instante dado y en un nodo del sistema. Puede ser estimada, esperada o medida.

**Tensión Máxima para un Equipo:** Tensión máxima de servicio para la cual está especificado un equipo, sin rebasar el margen de seguridad, en lo que respecta a su aislamiento, vida útil o a otras características propias del equipo.

**Tensión Máxima de un Sistema:** Valor de tensión máxima en un punto de un sistema eléctrico, durante un tiempo (generalmente una hora), bajo condiciones de operación normal.

**Tensión Nominal:** Valor convencional de la tensión con el cual se designa un sistema, instalación o equipo y para el que ha sido previsto su funcionamiento (o pruebas) y aislamiento. Para el caso de sistemas trifásicos, se considera como tal la tensión entre fases.

**Tensión Transferida:** Es un caso especial de tensión de contacto, donde un potencial es conducido hasta un punto remoto respecto a la subestación o a una puesta a tierra, en el que la tensión de la superficie del terreno es cercana a cero voltios.

**Tetanización:** Rigidez muscular producida por el paso de una corriente eléctrica.

**Tierra (Ground o Earth):** Para sistemas eléctricos, es una expresión que generaliza todo lo referente a conexiones con tierra. En temas eléctricos se asocia con suelo, terreno, tierra, masa, chasis, carcasa, armazón, estructura o tubería metálica de agua. El término "masa" sólo debe utilizarse para aquellos casos en que no es el suelo, como en los aviones, los barcos y los carros.

**Tierra redundante:** Conexión especial de conductores de puesta a tierra, para tomacorrientes y equipo eléctrico fijo en áreas de cuidado de pacientes, que conecta tanto la tubería metálica como el conductor de tierra aislado, para asegurar la protección de los pacientes contra las corrientes de fuga.

**Tomacorriente:** Dispositivo con contactos hembra, diseñado para instalación fija en una estructura o parte de un equipo, cuyo propósito es establecer una conexión eléctrica con una clavija.

**Toxicidad:** Efecto venenoso producido por un período de exposición a gases, humos o vapores y que puede dar lugar a un daño fisiológico o la muerte.

**Trabajador:** Persona que ejecuta un ejercicio de sus habilidades, de manera retribuida y dentro de una organización.

**Trabajo:** Actividad vital del hombre, social y racional, orientada a un fin y un medio de plena realización.

**Trabajos en Tensión:** Métodos de trabajo, en los cuales un operario entra en contacto con elementos energizados o entra en la zona de influencia directa del campo electromagnético que

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

éste produce, bien sea con una parte de su cuerpo o con herramientas, equipos o los dispositivos que manipula.

**Trabajos Sin Tensión:** Métodos de trabajo, en los cuales un operario entra en contacto con elementos que normalmente operan energizados pero que para el trabajo se han sacado de servicio y se han equipotencializado con tierra a través de un sistema de puesta a tierra temporal.

**Transformación:** Proceso mediante el cual son modificados, los parámetros de tensión y corriente de una red eléctrica, por medio de uno o más transformadores, cuyos secundarios se emplean en la alimentación de otras subestaciones, cargas o centros transformación (incluye equipos de protección y seccionamiento). Proceso mediante el cual la energía eléctrica es transformada en otra forma de energía, tal como calor, fuerza motriz, iluminación, luz, sonido, radiación electromagnética, o viceversa.

**Transmisión:** Proceso mediante el cual se hace transferencia de grandes bloques de energía eléctrica, desde las centrales de generación hasta las áreas de consumo a tensiones iguales o mayores a 220 KV.

**Transformación de Energía Eléctrica:** Proceso mediante el cual son modificados los parámetros de tensión y corriente de una red eléctrica, por medio de uno o más transformadores, cuyos secundarios se emplean en la alimentación de otras subestaciones o centros de transformación (incluye equipos de protección y seccionamiento).

**Transmisor Nacional:** Persona que opera y transporta energía eléctrica en el sistema de transmisión nacional (STN) o que ha constituido una empresa cuyo objeto es el desarrollo de dichas actividades.

**Umbral:** Nivel de una señal o concentración de un contaminante, comúnmente aceptado como no dañino al ser humano, o como referencia de alarma de algún proceso.

**Umbral de Percepción de Corriente:** Valor mínimo de corriente a partir de la cual es percibida por el 99,5 % de los seres humanos. Se estima en 1,1 miliamperios (mA) para los seres humanos, en corriente alterna (C.A.) a 60 Hz.

**Umbral de Reacción:** Valor mínimo de corriente que causa contracción muscular involuntaria. Se estima en 3 mA para los seres humanos, en C.A.

**Umbral de Soltar o Corriente Límite:** Es el valor máximo de corriente que permite la separación voluntaria de un 99,5% de las personas, cuando sujetando un electrodo bajo tensión con las manos, conserva la posibilidad de soltarlo, mediante la utilización de los mismos músculos que están siendo estimulados por la corriente. Se considera como la máxima corriente segura y se estima en 10 mA para seres humanos, en C.A.

**Urgencia:** Necesidad de trabajo que se presenta fuera de la programación y que permite realizarse cuando se terminen las tareas en ejecución.

**Usuario:** Persona natural o jurídica que se beneficia con la prestación de un servicio público, bien como propietario del inmueble en donde este se presta, o como receptor directo del servicio. A este último usuario se le denomina también consumidor. Toda persona natural o jurídica que, como destinatario final, adquiera, disfrute o utilice un determinado producto, cualquiera que sea su naturaleza para la satisfacción de una necesidad propia, privada, familiar o doméstica y empresarial cuando no esté ligada intrínsecamente a su actividad económica.

**Vano:** Distancia horizontal entre dos apoyos adyacentes de una línea o red.

**Varilla:** Tipo de electrodo de puesta a tierra.

**Vecindad del Paciente:** Es el espacio destinado para el examen y tratamiento de pacientes, se define como la distancia horizontal de 1,8 metros desde la cama, silla, mesa u otro dispositivo que soporte al paciente y se extiende hasta una distancia vertical de 2,30 metros sobre el piso.

**Vida Útil:** Tiempo para el cual se entiende que un bien cumple la función para la que fue concebido, en determinadas condiciones de operación.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

**Vulnerabilidad:** Susceptibilidad o fragilidad física, económica, social, ambiental o institucional que tiene una comunidad de ser afectada o de sufrir efectos adversos en caso de que un evento físico peligroso se presente. En temas eléctricos es la incapacidad o inhabilidad de un dispositivo, equipo o sistema para operar sin degradarse, en presencia de una perturbación electromagnética o un cambio de condiciones.

**Zona de Servidumbre:** Es una franja de terreno transversal a una línea de transporte o distribución de energía eléctrica, que se deja sin obstáculos a lo largo de una línea, como margen de seguridad para la construcción, operación y mantenimiento de dicha línea, así como para tener una interrelación segura con el entorno.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

### **3 CONDICIONES GENERALES**

- La dependencia y el aumento progresivo del consumo de la energía eléctrica en la vida actual, obliga a establecer unas exigencias y especificaciones que garanticen la seguridad de las personas con base en el buen funcionamiento de las instalaciones , la fiabilidad y calidad de los productos, la compatibilidad de los equipos y su adecuada utilización y mantenimiento. Así mismo los conocimientos, procedimientos, buenas prácticas internas y estándares generales de seguridad eléctrica asociados con los diferentes procesos e instalaciones y su aplicación establecidos en este manual de manejo seguro del sistema eléctrico de Ecopetrol – MASE, son de obligatorio cumplimiento para todo el personal asociado con funciones de diseño, construcción, interventoría, recepción, operación, mantenimiento e inspección de los sistemas eléctricos, alineado igualmente con lo establecido en el manual de control de trabajo de Ecopetrol.
- Este manual establece postulados de seguridad eléctrica de ECP, reglas esenciales, normas y lineamientos para la elaboración de estándares, referencia a normas y reglamentos nacionales e internacionales así como también a procedimientos e instructivos de acuerdo con las diferentes áreas de negocio, según su aplicación en la misma y bajo las responsabilidades y aspectos técnicos relacionados con la seguridad para garantizar el cuidado de la vida, las instalaciones y los equipos y la preservación del medio ambiente.
- Este manual sirve de instrumento con el cual se controle, prevenga y/o minimice el riesgo eléctrico, cumpliendo y siguiendo con disciplina establecido en él.
- Este manual debe ser la fuente única de Ecopetrol para la administración del riesgo eléctrico.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>

## 4 DESARROLLO

### 4.1 POSTULADOS DE SEGURIDAD ELÉCTRICA

En ECOPETROL estamos comprometidos con el cumplimiento de los siguientes postulados de seguridad para todas las intervenciones que se realicen en los sistemas eléctricos de alta, media y baja tensión y cuyo conocimiento y aplicación son obligatorios para todo el personal asociado con funciones de diseño, construcción, interventoría, recepción, operación, mantenimiento e inspección de los sistemas eléctricos.

- Todo trabajador, propio o contratista de ECOPETROL que labore en los sistemas eléctricos de la empresa, debe estar calificado y habilitado para la labor que ejecuta, de acuerdo con la reglamentación y legislación colombiana.
- **Una de las premisas o principios fundamentales en Ecopetrol es trabajar en sistemas eléctricos desenergizados** y esa debe ser su prioridad, pero debido a que el riesgo eléctrico no solo está presente en la actividad misma sino en sus proximidades y a la dificultad que se presenta para desenergizar todo un sistema para realizar una tarea específica, se podrá trabajar en Ecopetrol en la **modalidad de trabajo con tensión a contacto, a distancia o en proximidades**, teniendo y aplicando con disciplina operativa todas las medidas de control, procedimientos y análisis de riesgos establecidos para cada tarea, como se menciona claramente en este manual en el capítulo de trabajos con tensión.
- Para las **Vicepresidencias de Transporte y de Refinación y Procesos Industriales no es permitido el trabajo con tensión a potencial y a contacto en redes eléctricas aéreas de media tensión**, comúnmente denominado **trabajo en línea viva (energizadas)**, al interior de sus instalaciones y/o activos propios. En actividades de mantenimiento y conexión en puntos de frontera con el operador de red (donde Ecopetrol es usuario) y donde el operador de red no pueda desenergizar la línea, la actividad debe ser realizada por el operador de red asegurando su propio análisis de riesgos integral para realizar este trabajo. Para el caso en el que la estructura o punto de derivación se encuentre dentro de las instalaciones de Ecopetrol, se debe seguir el procedimiento de ingreso al área bajo la modalidad de permiso de ingreso del operador dueño de red experto en el tipo de trabajo a realizar y Ecopetrol informa, entrega y valida el entendimiento de los riesgos asociados al entorno de trabajo por ser dueño de área.

**NOTA:** Se debe hacer entrega del espacio físico donde se va a realizar la tarea bajo un permiso de ingreso al área, asegurando que los representantes de la Electrificadora u operador de red conozcan los riesgos inherentes al entorno del área operativa, de igual manera, identificando las consecuencias que sobre los procesos y activos de Ecopetrol, podría generar la maniobra a realizar. Si por algún motivo para el trabajo que se requiere realizar, se debe aplicar aislamiento eléctrico en los activos de Ecopetrol, se debe emplear lo establecido en el instructivo ECP-DHS-I-021 Sistema de aislamiento eléctrico seguro SAES y en este manual).

**IMPORTANTE :** para las anteriores áreas , si el operador de red decide hacer los trabajos bajo la modalidad **de línea viva**, Ecopetrol debe ser enfático en su análisis de riesgos y mencionar que en las áreas y activos eléctricos de Ecopetrol no se trabaja en línea viva, pues no se tienen competencias requeridas para analizar, aprobar y realizar este tipo de trabajos; por lo cual, toda la administración del riesgo y lo que allí suceda es responsabilidad directa del Operador de Red; si éste decide hacerlo así, obviamente por ser dueño del activo, es quien toma la decisión de cómo

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

hacerlo. Esta Aclaración aplica si el Operador de Red presenta alguna objeción a lo expuesto por Ecopetrol, pues una de las premisas dentro de los postulados de seguridad eléctrica de Ecopetrol es hacer, en lo posible, todo trabajo eléctrico en forma desenergizada.

- Para la **Vicepresidencia de Desarrollo y Producción ( VDP )**, son permitidos los trabajos con tensión a contacto y/o a distancia en redes eléctricas aéreas de distribución en media tensión ( comúnmente denominado trabajo en línea viva), y aplica en aquellos lugares donde la Vicepresidencia de Desarrollo y Producción (VDP) de Ecopetrol:
  - Es el dueño de los activos, los opera y los mantiene.
  - No es el dueño de los activos pero los opera y los mantiene.
  - Es el dueño de los activos y un contratista los opera y los mantiene.

Para aprobar la programación de los trabajos con tensión (línea viva) es necesario soportar esta decisión, con un análisis costo beneficio y una verificación de si la complejidad de la estructura donde se va a realizar el trabajo permite o no su ejecución. Esto teniendo en cuenta que este tipo de actividad por su alto riesgo, siempre será la última opción.

Para la realización de estos trabajos la VDP debe seguir rigurosamente todo lo indicado en el instructivo para ejecución de trabajos con tensión a contacto y/o a distancia en redes eléctricas aéreas de distribución en media tensión, **GHS-I-011** o aquel que lo complemente, modifique o derogue. Así mismo debe aplicar en la ejecución de estos trabajos el certificado de apoyo para trabajos en redes eléctricas aéreas de media tensión (línea viva), **GHS-F-120** o aquel que lo complemente, modifique o derogue.

- Todo trabajo que se realice en equipos o componentes del sistema eléctrico, debe contar previamente con la evaluación y análisis de los riesgos potenciales, documentados a través de las metodologías aprobadas por Ecopetrol.
- Toda persona que ejecute trabajos en redes eléctricas, debe aplicar las Reglas de Oro para trabajos en Redes, Subestaciones o equipos desenergizados o sin tensión (Ver capítulo 4.6). Entiéndase así siempre que en el manual se cite "aplicar las Cinco Reglas de Oro".
- Todos los equipos, herramientas, accesorios y EPP utilizados para intervenir el sistema eléctrico de ECOPETROL y sus componentes, deben estar incluidos en un programa de pruebas e inspecciones, adecuado a los requerimientos de seguridad.
- Para la Aprobación, autorización y ejecución de una actividad de mantenimiento a equipos o componentes del sistema eléctrico en alta, media o baja tensión, se deben cumplir los requerimientos descritos en el manual de control de trabajo de Ecopetrol o aquel que lo modifique, complemento o derogue.
- Para la realización de diseños, especificaciones técnicas e intervención de montaje de equipos y componentes del sistema eléctrico, se deben cumplir los criterios, normas y estándares de ingeniería aprobados por ECOPETROL.
- Las comunicaciones para energización y desenergización, y el reporte de eventos e incidentes en el sistema eléctrico, deben ser centralizados a través de la instancia responsable del suministro eléctrico (Ingeniero, supervisor u operador de red, centro de control) de cada área.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

- Toda instalación nueva, incremento de carga y/o instalación provisional deberá contar con la aprobación de la instancia responsable del suministro eléctrico (Ingeniero, supervisor u operador de red, centro de control, autoridad o responsable eléctrico) de cada área.
- De acuerdo con la evaluación del riesgo, se determinará el rol de Operador del sistema eléctrico y del Mantenedor en forma independiente para garantizar así una operación y ejecución segura de los trabajos eléctricos a realizar.
- Para todo trabajo eléctrico con tensión llámese a contacto, a Distancia o en proximidades, avalados por este Manual, se debe tener siempre la presencia de una persona calificada para la ejecución del mismo.
- Todo nuevo producto eléctrico y/o nueva instalación de acuerdo con lo establecido en el RETIE, deberá contar con el certificado de producto y/o acreditación de la instalación, realizados por los organismos acreditados para tal fin y por el ente autorizado para el mismo.

#### **4.2 RESPONSABILIDADES**

Todos los niveles directivos deben demostrar un compromiso claro y visible sobre esta materia, para obtener la credibilidad que el sistema requiere para su efectividad.

Para toda instalación eléctrica cubierta por el presente MANUAL "MASE", será obligatorio que las actividades de diseño, asesoría, dirección, construcción, interventoría, supervisión, recepción, operación, mantenimiento e inspección, sean realizadas por personas calificadas que posean autorización para ejercer dicha actividad y quienes serán las responsables frente a la empresa y ante terceros.

La competencia para realizar dichas actividades corresponderá a las personas calificadas, tales como: ingenieros electricistas, electromecánicos, de distribución y redes eléctricas, o electrónicos en los temas de electrónica de potencia, control o compatibilidad electromagnética; tecnólogos en electricidad, tecnólogos en electromecánica o técnicos electricistas con matrícula profesional, certificado de inscripción profesional o certificado de matrícula, vigentes, teniendo en cuenta lo dispuesto en las leyes y normas reglamentarias que regulan el ejercicio de cada una de estas profesiones, en especial lo referido a sus competencias. Ninguna persona que no tenga las competencias anotadas, podrá autorizar o responsabilizarse por trabajos eléctricos.

Los niveles de responsabilidad por tales actividades corresponden a: los ingenieros electricistas o electromecánicos, los tecnólogos en electricidad y los técnicos electricistas debidamente certificados, con matrícula profesional vigente, que los autoriza para realizar este tipo de actividades.

Todo funcionario de Ecopetrol es responsable por la aplicación adecuada del presente MANUAL "MASE" y de sus normas de seguridad eléctrica. La administración debe establecer medidas correctivas cuando detecte cualquier tipo de incumplimiento a las normas aquí consignadas.

Se debe involucrar a todos los niveles de mando, con objetivos concretos para prevenir accidentes, con procedimientos sencillos de actuación para realizar las actividades preventivas, y designando responsabilidades, con los cuales se podrá asegurar que el sistema preventivo funcione.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

Las responsabilidades para mantener, monitorear, mejorar, cumplir y hacer cumplir el presente MANUAL "MASE" son:

#### **4.2.1 Gerentes y Superintendentes**

- Establecer y liderar la implementación de los postulados de seguridad eléctrica.
- Gestionar los recursos para el desarrollo, implementación y cumplimiento del postulado de seguridad eléctrica, observando la reglamentación interna y externa, así como los resultados de las auditorías.
- Establecer y liderar políticas de capacitación, entrenamiento y auditorías.
- Asegurar que todas las instalaciones y equipos eléctricos de Ecopetrol cuenten con los elementos de seguridad para la protección de las personas, los procesos y el ambiente.
- Tomar las decisiones administrativas en los casos de trabajos eléctricos de riesgo VH donde se deba hacer variaciones de los requisitos de seguridad eléctrica establecidos.
- Asegurar el cumplimiento de las directrices fijadas en el MANUAL "MASE" durante el desarrollo de las inspecciones de planta.

#### **4.2.2 Jefes de Departamento**

Independientemente del área en la que se desenvuelva, y en relación con las funciones del cargo en las que se involucre el sistema eléctrico, cada Jefe de Departamento debe:

- Gestionar la disponibilidad de los recursos necesarios para el cumplimiento de las directrices de seguridad eléctrica en la ejecución de las actividades del cargo.
- Garantizar la actualización, divulgación e implementación de los roles y responsabilidades de todos los cargos que intervienen en el sistema eléctrico.
- Participar en los equipos de trabajo que se conformen para analizar y definir directrices de seguridad eléctrica.
- Audituar las fuentes de información y recomendar las acciones correctivas para asegurar que se disponga de información actualizada que permita el cumplimiento de las reglas de seguridad eléctrica.
- Garantizar el cumplimiento del perfil requerido para los cargos del personal que es seleccionado y establecer los mecanismos de control que aseguren las competencias del personal en cada una de las áreas operativas, de mantenimiento y soporte.
- Asegurar que los funcionarios obtengan las certificaciones que se requieran, implementando programas de capacitación y entrenamiento para que su personal tenga el nivel de competencia en seguridad eléctrica de acuerdo con su rol, asegurando la idoneidad y competencia del personal de la Especialidad Eléctrica que participe en todas las fases de los proyectos y los mantenimientos generales, incluyendo el personal de interventoría, acorde con los requerimientos de seguridad eléctrica establecidos en este MANUAL "MASE".
- Acordar con las dependencias, los planes, programas y estrategias de entrenamiento y calificación del personal involucrado con el sistema eléctrico, coordinando con las áreas de operación, de mantenimiento y de soporte la ejecución de tales programas.
- Revisar y monitorear el cumplimiento de los programas de entrenamiento y competencia del personal con responsabilidades en el sistema eléctrico.
- Asegurar los recursos que sean requeridos para mantener las instalaciones eléctricas seguras.
- Garantizar el cumplimiento de los planes de mantenimiento y la ejecución oportuna de las solicitudes de trabajo que sean requeridos para mantener las instalaciones eléctricas seguras.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

- Identificar y recomendar las necesidades de mejora o modificaciones de la planta para asegurar el cumplimiento de las reglas de seguridad eléctrica.
- Verificar que en sus dependencias esté disponible la documentación de los procedimientos e instructivos relacionados con las directrices de seguridad eléctrica.
- Verificar que se cumpla el programa de monitoreo y auditorías y que se implementen los ajustes requeridos en sus áreas de responsabilidad.
- Asegurar que se definan e implementen las acciones correctivas y las modificaciones de planta necesarias para que las instalaciones y equipos eléctricos operen bajo condiciones seguras, protegiendo las personas, los procesos y el ambiente.
- Asegurar que se desarrollen las ingenierías conceptuales y las especificaciones técnicas para la implementación de mejoras en equipos y/o componentes, requeridas para el cumplimiento de las reglas de seguridad eléctrica, asegurando que en las fases de diseño de las ingenierías se identifiquen, evalúen y contemplen los requerimientos de seguridad eléctrica.
- Asegurar que se validen y apliquen los estándares de diseño, especificación de equipos y las especificaciones de construcción y montaje, acorde con los requerimientos de seguridad eléctrica.
- Gestionar y apoyar la ejecución de los programas de mantenimiento a equipos y componentes del sistema eléctrico del área correspondiente, asegurando que las actividades de mantenimiento mayor, las construcciones, montajes y la puesta en servicio de equipos se realicen cumpliendo las directrices de seguridad establecidas en este MANUAL "MASE".
- Asegurar el cumplimiento del Procedimiento para Control de Cambios, en las órdenes de trabajo que impliquen cambios en equipos y componentes del sistema eléctrico.
- Gestionar los programas e instrucciones de mantenimiento preventivo a equipos y componentes eléctricos, para asegurar el cumplimiento de las reglas de seguridad eléctrica.
- Asegurar que se realice la identificación, evaluación, análisis y control de riesgos de nivel H para los casos donde se deba variar los requisitos de seguridad eléctrica establecidos.
- Definir el alcance de las órdenes de trabajo para corregir las fallas en equipos y accesorios de seguridad eléctrica.
- Investigar e implementar los correctivos cuando no se haya aplicado adecuadamente alguna regla de seguridad eléctrica, de acuerdo con lo establecido en el procedimiento de manejo de incidentes.
- Comunicar al área respectiva los requerimientos de actualización o comentarios que surjan al MANUAL "MASE".

Si por alguna situación especial, el Jefe de departamento no puede asumir alguna de las responsabilidades arriba indicadas, debe solicitar el apoyo del superior respectivo.

#### **4.2.3 Coordinadores**

Independientemente del área en la que se desenvuelvan y en relación con las funciones del cargo en las que se involucre el sistema eléctrico, cada coordinador debe:

- Custodiar y divulgar el MANUAL "MASE" y su documentación relacionada.
- Asegurar el cumplimiento de las directrices de seguridad eléctrica en los procesos de Control de Cambios.
- Establecer mecanismos de gestión y control para asegurar las competencias del personal asignado a las áreas operativas, de mantenimiento y de soporte del sistema eléctrico de ECOPETROL.
- Establecer los niveles de competencia requeridos en el área de quien dependa, para la intervención de equipos y componentes del sistema eléctrico de ECOPETROL.
- Asegurar que el personal bajo su responsabilidad sea competente para el desarrollo de las tareas requeridas por el MANUAL "MASE" y de acuerdo con los roles de cada nivel.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

- Asegurar los planes, programas y estrategias de entrenamiento y calificación del personal involucrado con el sistema eléctrico.
- Estructurar, cooperar y/o realizar auditorías detalladas anuales para evaluar la efectividad del MANUAL "MASE" y definir cambios o mejoras del sistema así como establecer controles para asegurar el cumplimiento de las reglas de seguridad eléctrica; igualmente implementar o cooperar según su grado de responsabilidad, en la implementación de las acciones derivadas de estas.
- Recoger y transmitir los comentarios y nuevos requerimientos en seguridad eléctrica.
- Verificar que todas las actividades que impliquen manipulación en equipos o componentes del sistema eléctrico se incluyan en la planeación y se asegure dentro del esquema de permisos de trabajo.
- Gestionar y/o participar en la implementación de programas de mantenimiento a equipos y componentes bajo su responsabilidad, relacionados con el sistema de potencia eléctrica de ECOPETROL.
- Participar en la evaluación, análisis y priorización de los requerimientos de reposición y optimización de equipos y componentes del sistema de potencia eléctrica de ECOPETROL, bajo su responsabilidad.
- Participar en la evaluación y aceptación de normas y estándares de diseño y especificación de equipos bajo su responsabilidad.
- Asegurar el cumplimiento de los criterios de diseño y especificaciones de equipos eléctricos bajo su responsabilidad, de acuerdo con los requerimientos de seguridad.
- Establecer un esquema de comunicación efectiva entre los niveles operativos, con los ejecutores y dependencias relacionadas con la seguridad eléctrica.
- Gestionar ante la Autoridad Eléctrica de ECOPETROL, cualquier requerimiento no contemplado en el MANUAL "MASE".
- Asegurar el cumplimiento de los criterios de construcción, montaje y puesta en servicio de equipos y componentes del sistema eléctrico de ECOPETROL bajo su responsabilidad, acorde con los requerimientos de seguridad.
- Definir los niveles de competencia requeridos en la coordinación bajo su responsabilidad, para la intervención de equipos y componentes del sistema eléctrico de ECOPETROL.
- Suministrar el soporte técnico requerido por la administración ante variaciones de los requisitos de seguridad eléctrica en actividades bajo su responsabilidad, según el nivel de riesgo.
- Asegurar que se realice la identificación, evaluación, análisis y control de riesgos de nivel N, L y M para los casos donde se deba variar los requisitos de aislamiento eléctrico establecido.

Si por alguna situación especial, el Coordinador no puede asumir alguna de las responsabilidades arriba indicadas, debe solicitar el apoyo del Jefe de Departamento de quien dependa. En horario fuera del normal y ante la no disponibilidad del Jefe de Departamento, la responsabilidad la asume el Jefe inmediato del Jefe de Departamento.

#### **4.2.4 Supervisores**

Son responsables de cumplir y hacer cumplir las reglas de seguridad eléctrica de ECOPETROL en su área. Sus funciones, en relación con la seguridad eléctrica, son:

- Asistir a la capacitación programada para alcanzar el nivel de competencia requerida.
- Asignar personal competente para desarrollar las actividades de acuerdo con el alcance del trabajo y verificar que su personal a cargo comprenda y aplique correctamente los procedimientos de seguridad eléctrica.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

- Ejecutar los programas de capacitación y entrenamiento para que su personal tenga el nivel de competencia en seguridad eléctrica de acuerdo con su rol.
- Asegurar que todo el personal involucrado en la ejecución de los trabajos conozca y aplique el MANUAL "MASE" de ECOPETROL.
- Asegurar que su personal dispone de los elementos de protección adecuados para ejecutar las actividades relacionadas con el sistema eléctrico y verificar que su personal dispone de los elementos y los documentos mínimos requeridos para el cumplimiento de las directrices de seguridad.
- Implementar actividades tendientes a mantener en su personal el conocimiento y disposición hacia la seguridad eléctrica.
- Identificar los peligros y amenazas y disponer de los controles necesarios antes y durante la ejecución de los trabajos en equipos o componentes del sistema eléctrico.
- Asegurar los recursos físicos requeridos para mantener las instalaciones eléctricas seguras durante la ejecución de los trabajos.
- Verificar que se dispone en la planta de los elementos y los documentos mínimos requeridos para el cumplimiento de las reglas de seguridad.
- Verificar que las actividades que impliquen manipulación en equipos y componentes del sistema eléctrico de su área, se planeen y se lleven a cabo adecuadamente dentro del esquema de permisos de trabajo.
- Asegurar la comunicación efectiva entre los involucrados y afectados por la actividad que implica manipulación en equipos y componentes del sistema eléctrico.
- Inspeccionar los frentes de trabajo en equipos y componentes del sistema eléctrico del área, para asegurar el cumplimiento permanente de las directrices de seguridad eléctrica.
- Realizar auditorías permanentes a la implementación de las directrices dadas en el MANUAL "MASE".
- Participar en análisis y evaluaciones de las recomendaciones de mejora o modificaciones de la planta, emitidas por el personal de la especialidad eléctrica para asegurar el cumplimiento de las reglas de seguridad eléctrica.
- Participar o liderar los equipos de trabajo que se conformen para analizar y definir directrices de seguridad eléctrica.
- Comunicar a área respectiva los requerimientos de actualización o comentarios que surjan al MANUAL "MASE".
- Autorizar los permisos eléctricos solicitados en las áreas operativas.
- Cumplir con la ejecución de las recomendaciones generadas en las auditorías y visitas de seguridad realizadas por el personal de ECOPETROL.
- Participar en el análisis de incidentes y en la implementación de los correctivos cuando no se haya aplicado adecuadamente alguna regla de seguridad eléctrica.
- Identificar y recomendar las necesidades de mejora o modificaciones de la planta para asegurar el cumplimiento de las reglas de seguridad eléctrica.

#### **4.2.5 Personal de Mantenimiento Eléctrico, Técnico y de Operación**

Es responsable por llevar a cabo las actividades intrusivas en los equipos y componentes del sistema eléctrico de ECOPETROL, de acuerdo con las directrices de seguridad eléctrica establecidas en este MANUAL "MASE". Sus funciones en relación con la seguridad eléctrica son:

- Asistir a la capacitación programada para alcanzar el nivel de competencia requerida.
- Conocer y aplicar adecuadamente el MANUAL "MASE" de ECOPETROL.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

- Identificar los peligros y amenazas y disponer de los controles necesarios para la ejecución de los trabajos en equipos o componentes del sistema eléctrico.
- Asegurar que todo el personal involucrado en la ejecución de los trabajos conozca y aplique el MANUAL "MASE" de ECOPETROL.
- Informar al Jefe Inmediato, cuando se requiera ejecutar algún trabajo que no esté contemplado en el MANUAL "MASE".
- Informar a su Jefe Inmediato las variaciones reportadas por el personal electricista ejecutor de algún trabajo en su área.
- Asegurar una comunicación efectiva con las demás partes involucradas en el trabajo.
- Registrar oportunamente la información en las fuentes oficiales.
- Elaborar el permiso eléctrico requerido para la realización de actividades que implican manipulación en equipos y componentes del sistema eléctrico.
- Verificar que estén actualizados los documentos oficiales relacionados con los trabajos en equipos y componentes del sistema eléctrico.
- Monitorear los elementos de seguridad eléctrica dispuestos en la planta y en las áreas eléctricas.
- Participar como auditores permanentes de las directrices de seguridad eléctrica.
- Participar en la elaboración y actualización de las instrucciones de trabajo y demás documentación, acorde con los requerimientos de la seguridad eléctrica.
- Participar en los equipos de trabajo que se conformen para analizar y definir directrices de seguridad eléctrica.
- Identificar y recomendar las necesidades de mejora o modificaciones de la planta para asegurar el cumplimiento de las reglas de seguridad eléctrica.
- Comunicar al área respectiva los requerimientos de actualización o comentarios que surjan al MANUAL "MASE".

#### **4.2.6 Profesionales De La Especialidad Eléctrica**

Cada profesional en su área de trabajo debe:

- Liderar las operaciones eléctricas de su área, que le sean asignadas.
- Planear los trabajos considerando los requerimientos del MANUAL "MASE" de ECOPETROL.
- Hacer el seguimiento de contratos de su competencia, observando las incidencias sobre la seguridad eléctrica.
- Gestionar las capacitaciones técnicas de los funcionarios de su área, relacionadas con la seguridad eléctrica.
- Asistir a la capacitación programada para alcanzar el nivel de competencia requerida.
- Hacer gestión al cumplimiento de las competencias establecidas por la empresa para el personal contratista, durante la ejecución de contratos.
- Reportar al área responsable las sugerencias de mejora del MANUAL "MASE".
- Asegurar que el personal de la firma contratista conozca y aplique las reglas de seguridad eléctrica de ECOPETROL.
- Asegurar la entrega oportuna y confiable de la información final acorde con lo establecido en las especificaciones técnicas y con lo establecido en el MANUAL "MASE".
- Participar en la elaboración de protocolos de maniobra con riesgo eléctrico.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

#### **4.2.7 Representante Del Área Eléctrica**

**Autoridad técnica electricista del área:** Persona calificada y habilitada, de Ecopetrol S.A, quien autoriza un trabajo eléctrico. Es responsable de verificar en el sitio de trabajo, con el emisor y el ejecutor, que todos los requerimientos necesarios para la realización en forma segura de un trabajo en un sistema o equipo eléctrico, estén contemplados en el análisis de riesgos. Adicionalmente, durante la ejecución del trabajo audita el cumplimiento de los requerimientos establecidos. En áreas donde el personal es contratista, el dueño del activo u operador y el representante del área eléctrica de Ecopetrol designaran mediante documento oficial este cargo o rol al personal contratista calificado y habilitado para tal fin.

#### **4.2.8 Mesa técnica de Seguridad Eléctrica de cada negocio o área operativa**

- Dar lineamientos de manera institucional en materia de seguridad eléctrica en Ecopetrol.
- Consolidar y proponer los cambios o actualizaciones de este Manual
- Programar las auditorías oficiales que se requieran para dar cumplimiento de este Manual y de las reglamentaciones técnicas
- Responder las inquietudes que surjan en la aplicación de este Manual, de reglamentos técnicos y de normas y estándares.
- Asegurar que el personal de la especialidad eléctrica esté formado, entrenado y habilitado (Calificado) para la aplicación de este Manual.
- Apoyar y direccionar temas de formación, presupuestos y requerimientos a los sistemas eléctricos en materia de cumplimiento legal, en Ecopetrol.
- Audituar y asesorar a cada área operativa en todo lo concerniente a Seguridad eléctrica.

#### **4.2.9 Contratistas**

Son responsables de asegurar la aplicación estricta de las exigencias del presente MANUAL "MASE", durante la ejecución del contrato y para las actividades de diseño, asesoría, dirección, construcción, intervención, supervisión, recepción, pruebas, operación, mantenimiento o inspección. Adicionalmente deben:

- Asignar personal calificado y competente para desarrollar las actividades contratadas donde se involucren equipos y componentes del sistema eléctrico. El personal debe tener matrícula profesional de ACIEM, CONATEL o CONTE de acuerdo con la profesión, y debe tener la capacitación y el entrenamiento requerido para las tareas a desarrollar.
- Asignar los recursos físicos requeridos para mantener las instalaciones eléctricas seguras durante la ejecución del contrato.
- Cumplir las directrices de seguridad eléctrica definidas en el alcance del contrato y en el MANUAL "MASE".
- Asistir a la capacitación programada por ECOPETROL para conocer las normas y postulados establecidos en el MANUAL "MASE".
- Asegurar que todo el personal involucrado en la ejecución del contrato conozca y aplique el MANUAL "MASE" de ECOPETROL.
- Cumplir con la ejecución de las recomendaciones generadas en las auditorías y visitas de seguridad realizadas por el personal de ECOPETROL y la intervención.
- Garantizar la disponibilidad de los elementos de protección adecuados para que su personal ejecute de manera segura las actividades relacionadas con el sistema eléctrico.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

- Asegurar que las actividades que implican manipulación en equipos y componentes del sistema eléctrico se planeen y se ejecuten adecuadamente dentro del esquema de permisos de trabajo.
- Implementar actividades tendientes a mantener en su personal el conocimiento y disposición hacia la seguridad eléctrica, como visitas de seguridad, reporte de incidentes y charlas de inicio de turno.
- Participar en los equipos de trabajo que se conformen para analizar y evaluar los requerimientos de seguridad eléctrica, además de los requerimientos indicados en la Guía para Manejo de HSE en Obras Contratadas.
- Asegurar una comunicación efectiva con las demás partes involucradas en el trabajo, asistiendo a reuniones programadas por ECOPETROL e interventoría y generando los informes correspondientes a los avances y novedades eléctricas.
- Asegurar que entiende los peligros, que se han analizado los riesgos y que se dispone de los controles necesarios antes y durante la ejecución de los trabajos en equipos o componentes del sistema eléctrico.
- Participar en la evaluación de incidentes y en la implementación de los correctivos cuando en el desarrollo del contrato no se haya aplicado adecuadamente alguna regla de seguridad eléctrica o directriz dada en la Guía para Manejo de HSE en Obras Contratadas.

#### **4.2.10 Responsabilidad de Los Diseñadores**

Los diseños de las instalaciones eléctricas deben propiciar que en la construcción de la instalación se cumplan todos los requerimientos del MASE que le apliquen. Tanto las memorias de cálculo como los planos o diagramas deben contemplar en forma legible el nombre, apellidos y número de matrícula profesional de la persona o personas que actuaron en el diseño, quienes firmarán tales documentos y con la firma aceptan dar cumplimiento a los requerimientos del MASE, en consecuencia serán responsables de los efectos derivados de la aplicación del diseño.

El diseñador debe atender las inquietudes del constructor e interventor y si se requieren cambios hacer los ajustes pertinentes.

El diseñador, previamente a la elaboración del diseño, debe cerciorarse en el terreno que las distancias mínimas de seguridad y franjas de servidumbre, se pueden cumplir y debe dejar la evidencia de esta condición en la memorias de cálculo, planos de construcción y fotografías

#### **4.2.11 Responsabilidad de los Constructores**

Los responsables de la construcción, ampliación o remodelación de cualquier estructura o edificación donde se tenga cualquier tipo de instalación eléctrica objeto del MASE y el profesional competente responsable de la dirección o la construcción directa de la instalación eléctrica deben cumplir los siguientes requisitos y estar registrados en el Registro de Productores e Importadores de Productos (bienes o servicios) sujetos al cumplimiento de reglamentos técnicos de la SIC:

- Asegurar la contratación de personas calificadas, técnica y legalmente competentes para ejecutar dichas actividades. Asegurar la utilización de los productos y materiales que cumplan los requisitos establecidos en RETIE y cuenten con la certificación RETIE del mismo.
- Tanto el constructor de la obra donde esté involucrada la instalación, como el responsable de la dirección o la construcción directa de la instalación eléctrica desde el inicio de las obras deben verificar que al aplicar el diseño la instalación resultante tendrá la conformidad con el RETIE. Si

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

por razones debidamente justificadas consideran que no es apropiado, deben solicitar al diseñador que realice los ajustes y dejar registro de la solicitud. Si no es posible que el diseñador realice las correcciones, el profesional calificado responsable de la construcción de la instalación eléctrica hará los ajustes, dejará constancia de ellas y se responsabilizará por los efectos resultantes; en ningún caso se permitirá que los ajustes se aparten del cumplimiento del MASE. Para las instalaciones que el servicio de ingeniería, construcción o montaje, figuran a nombre de una empresa, las responsabilidades derivadas de estos servicios deben ser solidarias entre las partes.

- Asegurar, por medio del El Profesional competente responsable de la dirección o construcción directa de la instalación eléctrica, que la instalación cumple con todos los requisitos del MASE. El profesional competente que suscriba la declaración será responsable de los efectos que se deriven de la construcción, ampliación o remodelación de la instalación, durante la operación de la misma.
- Entregar los planos finales conforme a la instalación construida; dichos planos deben ser firmados por el profesional competente responsable de la dirección o construcción directa de la instalación eléctrica.

En el evento de que se detecten incumplimientos al reglamento, atribuibles a la persona responsable de la construcción, quien lo detecte deberá dar aviso ECOPETROL.

#### **4.3 CAMPO DE APLICACIÓN**

- Los requisitos del presente manual aplican a las instalaciones eléctricas construidas con posterioridad a la entrada en vigencia del **RETIE**, así como a las ampliaciones y remodelaciones.
- En las construidas con posterioridad al 1º de mayo de 2005, el propietario o tenedor de la misma debe dar aplicación a las disposiciones contenidas en el RETIE vigente hasta la fecha de construcción
- En las instalaciones anteriores al 1º de mayo de 2005, se debe garantizar que no representen alto riesgo para la salud o la vida de las personas y animales, o atenten contra el medio ambiente, o en caso contrario, hacer las correcciones para eliminar o mitigar el riesgo

Los requisitos y prescripciones técnicas de este manual serán de obligatorio cumplimiento en ECOPETROL, en todas las instalaciones eléctricas utilizadas en la generación, transporte, transformación, distribución y uso final de la electricidad, incluyendo las que alimenten equipos para señales de telecomunicaciones, electrodomésticos, vehículos, máquinas, herramientas y demás equipos. Estos requisitos son exigibles en condiciones normales o nominales de la instalación. En caso de que se alteren las anteriores condiciones por fuerza mayor o situaciones de orden público, el propietario o tenedor de la instalación buscará restablecer las condiciones de seguridad en el menor tiempo posible.

Las instalaciones deben construirse de tal manera que las partes energizadas peligrosas, no deben ser accesibles a personas no calificadas y las partes energizadas accesibles no deben ser peligrosas, tanto en operación normal como en caso de falla.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

#### **4.4 ANTECEDENTES**

Estadísticas de accidentalidad con origen eléctrico en el mundo y Lecciones Aprendidas de la accidentalidad en Ecopetrol

El riesgo de contacto con la electricidad para las personas, está vinculado con la posibilidad de circulación de corriente eléctrica a través del cuerpo humano. Para que esto suceda, debe existir un circuito eléctrico cerrado y una diferencia de potencial. Para que la corriente circule por el cuerpo humano, este debe ser conductor, debe formar parte del circuito y entre los puntos de entrada y salida de la corriente debe existir una diferencia de potencial diferente de cero.

La gravedad de las consecuencias dependerá del valor y el recorrido de la corriente, de los órganos que afecte y del tiempo que dure el pasaje de la corriente por el cuerpo. El cuerpo humano se puede considerar como una resistencia eléctrica o impedancia, según se trate de corriente continua o alterna, que forma parte de un circuito eléctrico. La corriente que circula por él, dependerá del valor de la tensión aplicada y de la magnitud de la impedancia presentada, de acuerdo con la ley de Ohm.

Estadísticas de tipos de accidentes con origen eléctrico se relacionan en documento que se encuentra en la Comunidad de práctica del Grupo Central de seguridad Eléctrica de Ecopetrol así mismo las lecciones aprendidas de los accidentes de mayor severidad ocurridos en Ecopetrol desde el año 2004 a la fecha.

Los informes de investigación de accidentes relacionados con energía eléctrica se mantienen actualizados en la carpeta compartida custodiada por la Dirección de HSE y Gestión Social en el link que se muestra a continuación:

<\\archivo07\groups08\SEGURIDAD ELECTRICA\2-ANEXOS MASE>

La información contenida en la anterior dirección será actualizada periódicamente con el fin de brindar a Ecopetrol S.A una fuente confiable con base en la cual se puede revisar lecciones aprendidas por esta temática.

#### **4.5 CAPACITACIÓN**

##### **4.5.1 Temas de capacitación requeridos por el RETIE**

De acuerdo con el RETIE, los temas de capacitación para el personal profesional o personas calificadas que operen redes de distribución en las instalaciones energizadas o en las proximidades o realicen trabajos de mantenimiento y conservación en instalaciones de uso final, deben cubrir tópicos tales como:

###### **4.5.1.1 Riesgos eléctricos:**

Posibles causas, medidas de prevención y control.

Este tema tiene como objetivo principal crear conciencia sobre los riesgos existentes en todo lugar donde se haga uso de la electricidad.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

La capacitación debe incluir información como mínimo de los siguientes temas:

- Riesgos eléctricos: arco eléctrico, ausencia de electricidad, contacto directo, contacto indirecto, cortocircuito, electricidad estática, equipo defectuoso, rayos, sobrecarga, tensión de paso, tensión de contacto, señalización deficiente o insuficiente, distancias mínimas inseguras entre líneas eléctricas y elementos físicos existentes a lo largo de su trazado (carreteras, edificios, etc.), puestas a tierra independientes, separadas o una sola puesta a tierra para todas las necesidades, zonas de servidumbre, ser humano.
- Análisis y evaluación de los riesgos eléctricos: aplicación de matriz de riesgos para definir los niveles de riesgo alto, medio y bajo en las instalaciones eléctricas.
- Efectos de la electricidad en el cuerpo humano: la persona calificada responsable de las instalaciones eléctricas debe evaluar el nivel de riesgo asociado con la instalación, teniendo en cuenta los criterios establecidos en las normas sobre soportabilidad de la energía eléctrica para seres humanos, el umbral de fibrilación ventricular, los valores umbrales de corriente y los efectos de las corrientes alternas de 15 Hz a 100 Hz.

#### **4.5.1.2    Emergencias de tipo eléctrico:**

Este tema tiene como objetivo capacitar sobre los procedimientos que deben seguirse en caso de que ocurra alguna emergencia de tipo eléctrico.

Emergencias en instalaciones eléctricas en baja, media y alta tensión.

#### **4.5.1.3    Primeros auxilios:**

Capacitación en las reglas de primeros auxilios, incluyendo los métodos probados de reanimación.

#### **4.5.1.4    Normas de seguridad:**

Los profesionales de la electricidad y personas calificadas deben conocer perfectamente las normas de seguridad y pueden ser evaluados en cualquier momento por la autoridad o la empresa, para demostrar sus conocimientos sobre las mismas.

Los temas seleccionados para las normas de seguridad deben incluir las reglas básicas de seguridad para trabajo en instalaciones eléctricas descritas en términos generales en el artículo 19 del **RETIE**.

Considerarse al capacitar en Normas de Seguridad al personal electricista los siguientes temas:

- Definición de las tensiones en las que se realizan trabajos de mantenimiento en grupo o un solo trabajador.
- Normas y procedimientos para realizar trabajos en cámaras subterráneas.
- Distancias mínimas de acercamiento para trabajo en tensión y sin tensión.
- Maniobras.
- Verificación en el lugar de trabajo.
- Señalización del área de trabajo.
- Escalamiento de postes y estructuras de protección contra caídas.
- Reglas de oro de la seguridad.
- Trabajos cerca de circuitos aéreos energizados.
- Apertura de transformadores de corriente.
- Uso, reposición y mantenimiento de equipo de protección personal.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

- Uso, reposición y mantenimiento de equipo de apoyo para la prevención del riesgo eléctrico.
- Normas y procedimientos para trabajos con tensión.
- Normas y procedimientos para trabajos sin tensión.
- Definición de trabajos o tareas en condiciones de alto riesgo.
- Normas y procedimientos para trabajo seguro en el proceso de generación de la electricidad.
- Normas y procedimientos para trabajo seguro en el proceso de trasmisión de la electricidad.
- Normas y procedimientos para trabajo seguro en el proceso de Transformación de la electricidad (subestaciones).
- Normas y procedimientos para trabajo seguro en el proceso de distribución de la electricidad.
- Normas y procedimientos para trabajo seguro en la utilización final de la electricidad.

#### **4.5.2 Temas de capacitación requeridos por la Resolución 1348 de abril 30 de 2009**

En el reglamento de salud ocupacional en los procesos de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica en las empresas del sector eléctrico (Resolución 1348 de abril de 2009), se solicita a las empresas del sector eléctrico realizar entrenamiento y capacitación en materia de seguridad industrial y salud ocupacional, para todos los trabajadores, con el fin de darles a conocer los factores de riesgo a los que estarán expuestos en cada una de sus actividades y los métodos de control.

NOTA: los temas de capacitación citados anteriormente en Ecopetrol, deberán ser seleccionados e incluidos en los planes de seguridad eléctrica, direccionados por los subcomités niveles 1 y 2, e incluidos en el plan individual de desarrollo de cada electricista.

#### **4.6 PERSONAS RESPONSABLES DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS**

El MANUAL "MASE" "Manual de Manejo Seguro del Sistema Eléctrico de ECOPETROL", deberá ser observado y cumplido por todas las personas nacionales o extranjeras y contratistas en las instalaciones de ECOPETROL para el desarrollo y la ejecución de tareas como , La construcción, ampliación o remodelación de toda instalación eléctrica, además debe ser dirigida, supervisada y ejecutada directamente por profesionales competentes, que según la ley les faculte para ejecutar esa actividad y deben cumplir con todos los requisitos del RETIE que le apliquen.

Conforme a la legislación vigente, la competencia para realizar bajo su responsabilidad directa actividades de construcción, modificación, reparación, operación y mantenimiento de las instalaciones eléctricas, corresponderá a los siguientes profesionales, quienes responderán por los efectos resultantes de su participación en la instalación:

##### **4.6.1 Profesiones**

Deberán tener matrícula profesional, certificado de inscripción profesional o certificado de matrícula, vigente, teniendo en cuenta lo dispuesto en las leyes y normas reglamentarias que regulan el ejercicio de cada una de estas profesiones, en especial lo referido a sus competencias.

Si la persona que dirige y/o ejecuta directamente la instalación no posee matrícula profesional, se deberá dar aviso a la autoridad competente, por ejercicio ilegal de la profesión. Del hecho se le informará a la Superintendencia de Industria y Comercio por el incumplimiento de reglamentos técnicos.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

Cuando el responsable de la construcción, teniendo matrícula profesional no tiene la competencia conforme a las leyes que regulan el ejercicio de su profesión, se debe dar aviso al consejo profesional respectivo.

#### **4.6.1.1 Ingenieros**

Ingenieros de conformidad con las Leyes 51 de 1986, 842 de 2003 y las demás que la adicionen, modifiquen o sustituyan:

- Ingenieros electricistas / eléctricos.
- Ingenieros electromecánicos.
- Ingenieros de distribución y redes eléctricas.

En las actividades donde se actúe bajo la supervisión del ingeniero, este será quien debe suscribir la declaración de cumplimiento de la instalación

Los Ingenieros electrónicos, Ingenieros de Control y de otras ingenierías especializadas en actividades relacionadas con las instalaciones eléctricas, solo podrán ejecutar la parte o componente de la instalación eléctrica que le corresponda a su especialización y competencia técnica y legal

#### **4.6.1.2 Tecnólogos**

Tecnólogos de acuerdo con la Ley 842 de 2003 y en lo relacionado con su Consejo Profesional se regirá por la Ley 392 de 1997 de conformidad con lo establecido en la Sentencia C - 570 de 2004.

- Tecnólogos en electricidad
- Tecnólogos en electromecánica

#### **4.6.1.3 Técnicos**

Técnicos electricistas conforme a las Leyes 19 de 1990 y 1264 de 2008, en el alcance que establezca su matrícula profesional para el ejercicio de la profesión a nivel medio.

"Entiéndase como Técnico Electricista a la persona que se ocupa en el estudio y las aplicaciones de la electricidad y ejerce a nivel medio o como auxiliar de los ingenieros electricistas o similares.

Se entiende lícito el ejercicio de la profesión de técnico electricista en el territorio nacional, de conformidad como lo establece la Ley.

Para ejercer la profesión de técnico electricista en el territorio nacional, deberá obtenerse la respectiva matrícula, expedida por el Ministerio de Minas y Energía, mediante el cumplimiento de los siguientes requisitos:

Los egresados de las instituciones autorizadas por el Ministerio de Educación Nacional o Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior, ICFES, deberán solicitar matrícula por intermedio del Consejo Nacional de Técnicos Electricistas o de los Comités Seccionales. Para el efecto deberán acreditar: Certificado de haber cursado y aprobado íntegramente el plan de estudio de las

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

facultades o escuelas técnicas de enseñanza de la electricidad, debidamente reglamentadas y aprobadas por el Gobierno Nacional.

Las personas que se acogieron a lo establecido en la ley 1264 de 2008, que daba un término de dos (2) años, contados a partir de la entrada en vigencia de la Ley, para obtener matrícula para ejercer la profesión de técnicos electricistas, a las personas que sin haber hecho los estudios señalados en el literal a), hubiesen ejercido con reconocida idoneidad y ética la actividad correspondiente por un lapso no inferior a cinco (5) años, comprobados con certificados expedidos por empresas y, en general, personas jurídicas de carácter público o privado relacionadas directamente con las actividades de la construcción o la ingeniería eléctrica.

Toda solicitud es estudiada por el Consejo Nacional de Técnicos Electricistas o por los Comités Seccionales de los Departamentos"

### **Clases de matrícula**

Las matrículas a que se refiere el artículo 3º de la Ley 19 de 1990, de conformidad con la siguiente clasificación de actividades, son las siguientes:

#### **Clase TE1**

Técnico en instalaciones eléctricas interiores: a los técnicos electricistas que lleven a cabo el estudio aplicado al montaje y reparación de circuitos eléctricos de todo tipo de salidas para tomascorrientes, enchufes, salidas para alumbrado, lámparas y luminarias, interruptores, conexiones especiales, tableros de distribución de circuitos, equipos de medida, protección, control, señalización y servicios auxiliares de instalaciones eléctricas.

#### **Clase TE2**

Técnico en bobinados eléctricos y accesorios: a los técnicos electricistas que lleven mando de todo tipo de transformadores eléctricos, motores eléctricos, generadores eléctricos equipo de instalaciones eléctricas y accesorios de instrumentación electrónica industrial.

#### **Clase TE3**

Técnico en mantenimiento eléctrico: A los técnicos electricistas que lleven a cabo el estudio aplicado a la operación y mantenimiento de instalaciones eléctricas y accesorios electrónicos industriales, relacionados con la instrumentación, accionamientos y control de máquinas, equipos y aparatos mecánicos, hidráulicos o neumáticos.

#### **Clase TE4**

Técnico en electricidad industrial: A los técnicos electricistas que lleven a cabo el estudio aplicado a la fabricación, construcción y montaje de: transformadores eléctricos, motores eléctricos, generadores eléctricos, baterías, equipo eléctrico y accesorios electrónicos de medida, protección, maniobra, control automático, interrupción, señalización, variación de velocidad, compensación reactiva, dispositivos relevadores; así también para subestaciones capsuladas, armarios de contadores, tableros de protección y distribución de circuitos eléctricos, celdas de alta y baja tensión, centros de control de motores eléctricos, tableros de mando eléctrico, señalización, cofres y controles eléctricos especiales.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

### **Clase TE5**

Técnico en redes eléctricas: A los técnicos electricistas que lleven a cabo el estudio aplicado a la construcción, montaje, conexión, maniobra y mantenimiento de redes eléctricas aéreas y subterráneas, subestaciones eléctricas de distribución y los equipos de protección, medida, control eléctrico y accesorios electrónicos asociados; así como equipos eléctricos y accesorios electrónicos de pequeñas centrales eléctricas.

### **Clase TE6**

Técnico en instalaciones eléctricas especiales: A los técnicos electricistas que lleven a cabo el estudio aplicado al montaje, conexión, mantenimiento y reparación de equipos eléctricos para instalaciones especiales, tales como electrodomésticos, parque automotor, aeronaves, embarcaciones, telecomunicaciones, telefonía, circuitos cerrados de televisión, alarmas, antenas, centros de cómputo, etc.

### **Clase AUX**

Auxiliar de ingenieros electricistas: A las personas que lleven a cabo la realización de actividades y labores relacionadas con el estudio y las aplicaciones de la electricidad para cuyo ejercicio requieren la dirección, coordinación y responsabilidad de ingenieros electricistas.

## **4.7 TRABAJOS CON PERSONAL NO ELECTRICISTA**

En los trabajos de construcción, ampliación, modificación o labores que empleen personal no electricista, el responsable del trabajo hará un reconocimiento del área e identificará todos los posibles riesgos de origen eléctrico que existen en la misma y determinará las medidas de seguridad que se adoptarán (con un reconocimiento de personal experto en electricidad), tales como distancias de seguridad requeridas en función de herramientas, grúas, transportes, varillas y en general elementos largos, utilización de elementos de protección personal y colectivos, señalización de las áreas de peligro, instalación de barreras, cercas o acordonamiento, trazo y disposición de caminos de acceso, tránsito de personas y vehículos, y las disposiciones en Salud Ocupacional

En todo caso, el personal no electricista seleccionado para realizar estos trabajos, tendrá que estar suficientemente informado de los riesgos eléctricos y sus medidas de prevención y supervisado por personas calificadas que le permitan evitar los riesgos que podría generar al desarrollar una actividad relacionada con la electricidad.

Los trabajos con personal no electricistas se clasifican así:

### **4.7.1 Personal de operaciones No electricista**

Para personal de las áreas operativas (custodios de los activos) que realiza actividades de monitoreo de condición al interior de subestaciones eléctricas (cuarto de tableros eléctricos) o rondas estructuradas sobre estos activos (listar las actividades permitidas), es permitido su ingreso una vez esta persona haya sido capacitada en MASE, para lo cual igualmente debe tener un análisis de riesgos avalado por la autoridad eléctrica del área. Igualmente para posicionamiento de selectores en tableros, el operador debe tener un procedimiento avalado por personal electricista competente o por la autoridad del área o

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

por el responsable del área eléctrica, donde describa los controles que debe tomar el mismo ante estas maniobras u operaciones.

#### **4.7.2 Para personal No Electricista que realiza labores de orden, aseo y mantenimiento menor en subestaciones y cuartos eléctricos**

Se requiere acompañamiento constante de un electricista que supervise y controle estas actividades verificando el correcto entendimiento de los riesgos y la obligatoriedad del cumplimiento de las recomendaciones indicadas. En el análisis de riesgos se debe determinar de acuerdo a la criticidad de la tarea y de la instalación la frecuencia de este acompañamiento. El trabajador debe ser persona Advertida.

#### **4.7.3 Para personal No Electricista que realiza poda de árboles**

Para trabajos de poda de árboles se debe realizar un análisis de riesgos para asegurar el cumplimiento de las distancias de seguridad establecidas en este manual, en caso contrario, el circuito o línea eléctrica debe desenergizarse. El trabajador debe ser persona Advertida.

#### **4.7.4 Actividades relacionadas con la instalación pero que no estén directamente asociadas con riesgos de origen eléctrico:**

Actividades como apertura de regatas o excavaciones, obras civiles, tendido de conductores, roquerías y podas de servidumbres, hincada de postes, operaciones de grúa y en general las actividades desarrolladas por los ayudantes de electricidad, podrán ser ejecutadas por personas suficientemente informadas y supervisadas por personas calificadas que le permitan evitar los riesgos que podría generar al desarrollar una actividad relacionada con la electricidad. Para el MASE estas personas son llamadas **Personas Advertidas**.

#### **4.7.5 Respecto de los numerales anteriores se debe:**

- Informar al personal sobre los riesgos a los cuales va estar sometido, y verificar su comprensión, esta persona es identificada como una **Persona Advertida**.
- Realizar una supervisión y acompañamiento constante por parte de personal calificado, donde el análisis de riesgos así lo determine.
- Cumplir con las normas para trabajo en alturas y cuando se requiera la realización de trabajos con estructuras o andamios metálicos, los mismos deben ser puestos a tierra.
- Siempre que se trasladen varillas y piezas metálicas largas, conducirlas a menor altura que la del personal que la lleva, respetando siempre las distancias mínimas de seguridad con respecto a líneas o redes eléctricas energizadas.
- Transferir al residente o responsable del trabajo, las consignaciones para trabajar cerca de equipos o circuitos energizados en cualquier parte de la obra, para asegurar la supervisión de las condiciones de seguridad y de manipulación de equipos y materiales.
- Antes del cierre de la orden de trabajo se debe dejar el área en óptimas condiciones de orden y aseo.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>	

## 4.8 RIESGOS ELÉCTRICOS

### 4.8.1 Análisis de riesgos eléctricos

En general la utilización y dependencia, tanto industrial como doméstica de la energía eléctrica, ha traído consigo la aparición de accidentes por contacto con elementos energizados y por arcos (quemaduras e incendios), los cuales se han incrementado por el aumento del número de instalaciones, presentándose en los procesos de distribución y uso final de la electricidad la mayor parte de los accidentes.

A medida que el uso de la electricidad se extiende, se requieren mayores exigencias en cuanto a la normalización y reglamentación.

Dentro del uso de las instalaciones eléctricas interiores, existe una serie de riesgos producto del uso de la electricidad, que por lo general se deben a la falta de conocimientos y entrenamiento, así como a la deficiencia de la instalación misma (equipos o instalaciones inadecuadas).

El mal uso, el desarrollo de trabajos sin el cumplimiento de los códigos y normas, así como la utilización de materiales que no cumplan el **RETIE**, se convierten en importantes factores de riesgo.

De otro lado, algunas veces la ejecución de las instalaciones eléctricas se realiza por personal no competente en electricidad, debido por ejemplo a que no se dispone, en un momento dado, de personal capacitado, y es reemplazado de forma irresponsable por personal no competente, o porque el personal "electricista" se niega a ser capacitado, creyendo que su experiencia laboral en la ejecución de las obras de instalaciones eléctricas, le da la autoridad de auto titularse como técnico electricista, lo cual se constituye en una falta gravísima.

Por estas razones, la seguridad eléctrica se inscribe dentro de un triángulo de factores macro, tal como se ilustra en la FIGURA 1.



**FIGURA 1 – EL TRIÁNGULO DE LA SEGURIDAD**

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>

La seguridad se enmarca dentro de los factores humanos y técnicos. El factor humano se mejora con la capacitación, el entrenamiento y la formación en valores; la medida de su mejoría se da a través de la certificación en competencias laborales. Los equipos se enmarcan dentro del cumplimiento de las normas de fabricación y de desempeño; la medida de su cumplimiento es la certificación de producto del **RETIE** y de las normas aplicables. Las instalaciones se enmarcan dentro de los reglamentos técnicos y la norma colombiana NTC 2050 y la medida de su mejoramiento se hace a través de la certificación de instalaciones con el **RETIE**.

La seguridad solo se logra cuando se potencian y se trabajan simultáneamente los tres vértices, es decir, la formación de capital humano competente, la selección de equipos que cumplan requisitos, y el diseño y construcción de las instalaciones eléctricas con base en el RETIE y en las mejores prácticas de la ingeniería.

En consecuencia, el balance de estos parámetros permite garantizar que la prestación del servicio eléctrico en las instalaciones, equipos y productos usados en los diferentes procesos de la empresa, cumpla con sus objetivos, respetando los principios de:

- Protección de la vida y la salud humana.
- Protección de la vida animal o vegetal.
- Preservación del medio ambiente.
- Prevención de malas prácticas en el uso de la electricidad que puedan inducir a error al usuario.
- Todos estos parámetros que dan la seguridad de usar la energía eléctrica cumpliendo los objetivos propuestos, se plasman en el presente MANUAL "MASE" y consisten en:
  - Fijar las condiciones para evitar accidentes por contactos eléctricos directos e indirectos.
  - Establecer las condiciones para prevenir incendios causados por electricidad.
  - Establecer las condiciones para prevenir arcos eléctricos que afecten a personas o equipos.
  - Establecer las condiciones para evitar daños debidos a sobrecorrientes y sobretensiones.
  - Adoptar simbologías de tipo verbal y gráfico que deben utilizar los profesionales que ejercen la electrotecnia.
  - Minimizar las deficiencias en las instalaciones eléctricas.
  - Establecer claramente los requisitos y responsabilidades que deben cumplir los diseñadores, constructores, operadores y usuarios de instalaciones eléctricas y el proceso de selección de fabricantes, distribuidores o importadores de materiales o equipos que serán usados en las obras de las instalaciones eléctricas.
  - Unificar las características esenciales de seguridad de productos eléctricos que más se utilizan, para asegurar mayor confiabilidad en su funcionamiento y control de calidad de los materiales.
  - Exigir confiabilidad y compatibilidad de los productos y equipos eléctricos que son adquiridos por la empresa.

#### 4.8.2 Electropatología

Esta disciplina estudia los efectos de corriente eléctrica, potencialmente peligrosa, que puede producir lesiones en el organismo, así como el tipo de accidentes que causa. Las consecuencias del paso de la corriente por el cuerpo humano pueden ocasionar desde una simple molestia hasta la muerte, dependiendo del tipo de contacto; sin embargo, debe tenerse en cuenta que en general la muerte no es súbita. Por lo anterior, el **MASE** ha recopilado los siguientes conceptos básicos para que las personas tengan en cuenta:

- Los accidentes con origen eléctrico pueden ser producidos por: contactos directos (bipolar o fase-fase, fase-neutro, fase-tierra), contactos indirectos (inducción, contacto con masa energizada,

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>

tensión de paso, tensión de contacto, tensión transferida), impactos de rayo, fulguración, explosión, incendio, sobrecorriente y sobretensiones.

- Los seres humanos expuestos a riesgo eléctrico, se clasifican en individuos tipo "A" y tipo "B". El tipo "A" es toda persona que lleva conductores eléctricos que terminan en el corazón en procesos invasivos; para este tipo de paciente, se considera que la corriente máxima segura es de 80 µA. El individuo tipo "B" es aquel que está en contacto con equipos eléctricos y que no lleva conductores directos al corazón.
- Algunos estudios, principalmente los de Dalziel, han establecido niveles de corte de corriente de los dispositivos de protección que evitan la muerte por electrocución, ver TABLA 1 aparece un resumen de estos niveles.

**TABLA 1 PORCENTAJE DE PERSONAS QUE SE PROTEGEN SEGÚN LA CORRIENTE DE DISPARO**

Corriente de disparo	6 mA (rms)	10mA (rms)	20 mA (rms)	30 mA (rms)
<b>Hombres</b>	100%	98,5%	7,5%	0%
<b>Mujeres</b>	99,5%	60%	0%	0%
<b>Niños</b>	92,5	7,5%	0%	0%

- En estudios recientes, el Dr. G. Biegelmeier estableció la relación entre el  $I^2t$  (energía específica) y los efectos fisiológicos, tal como aparece en la TABLA 2:

**TABLA 2- RELACIÓN ENTRE EL  $I^2*t$  (ENERGÍA ESPECÍFICA) Y LOS EFECTOS FISIOLÓGICOS**

Energía específica $I^2t$ (10) <sup>-6</sup>	Percepciones y relaciones fisiológicas
<b>4 a 8</b>	Sensaciones leves en dedos y tendones de los pies
<b>10 a 30</b>	Rigidez muscular suave en dedos, muñecas y codos
<b>15 a 45</b>	Rigidez muscular en dedos, muñecas, codos y hombros. Sensación en las piernas.
<b>40 a 80</b>	Rigidez muscular y dolor en brazos y piernas
<b>70 a 120</b>	Rigidez muscular, dolor y ardor en brazos, hombros y piernas

Esencialmente el problema de circulación de la corriente por el ser humano se reduce a establecer la energía mínima que puede absorber antes de ser peligrosa para la salud, bien sea por el efecto acumulativo sobre el músculo cardíaco que conduce a fibrilación ventricular o auricular, o por el efecto de quemadura de tejidos.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>

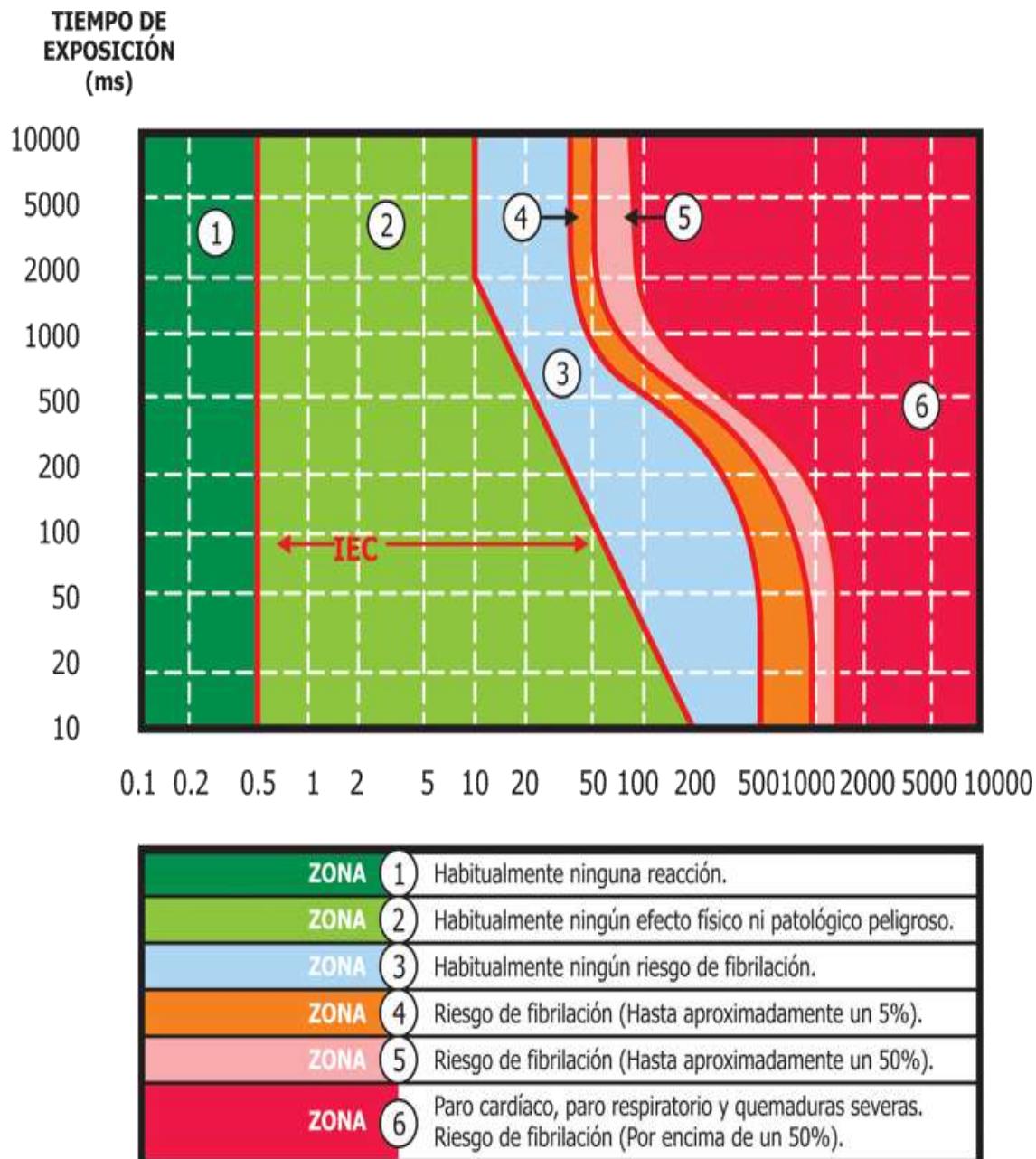
Para corrientes de 60 Hz y de forma general, los efectos sobre el ser humano se pueden agrupar de la siguiente forma como se muestra en la TABLA 3:

**TABLA 3- EFECTOS SOBRE EL SER HUMANO PARA CORRIENTES DE 60 Hz**

<b>CORRIENTE ( 60 HZ)</b>	<b>FENÓMENO FÍSICO</b>	<b>SENSACIÓN O EFECTO LETAL</b>
<b>&lt; 1 mA</b>	Ninguno	Imperceptible
<b>1 mA</b>	Nivel de percepción	Cosquilleo
<b>1-3 mA</b>		Sensación de dolor
<b>10 mA</b>	Nivel de parálisis de brazos	No puede hablar ni soltar el conductor (Puede ser fatal)
<b>30 mA</b>	Parálisis respiratoria	Para de respirar (posiblemente fatal)
<b>75 mA</b>	Nivel de fibrilación con probabilidad del 0.5 %	Descoordinación en la actividad del corazón (Probablemente fatal)
<b>250 mA</b>	Nivel de fibrilación con probabilidad del 99.5% ( $\geq$ de 5 s. de exposición)	
<b>4 A</b>	Nivel de parálisis total del corazón ( no fibrilación)	El corazón para durante la circulación. Si dura poco, puede reiniciar sin fibrilación (no fatal por el corazón)
<b><math>\geq 5 A</math></b>	Quemadura de tejidos	No fatal, a menos que involucre quema de órganos vitales

- Debido a que los umbrales de soportabilidad de los seres humanos, tales como el de paso de corriente (1,1 mA), de reacción a soltarse (3 mA) y de rigidez muscular (10 mA), o de fibrilación (75 mA) son valores muy bajos; la superación de dichos valores puede ocasionar accidentes como la muerte o la pérdida de algún miembro o función del cuerpo humano.
- En la siguiente gráfica tomada de la **NTC 4120**, con referente **IEC 60479-2**, se detallan las zonas de los efectos de la corriente alterna de 15 Hz a 100 Hz, considerando además el tiempo de duración del evento:

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>



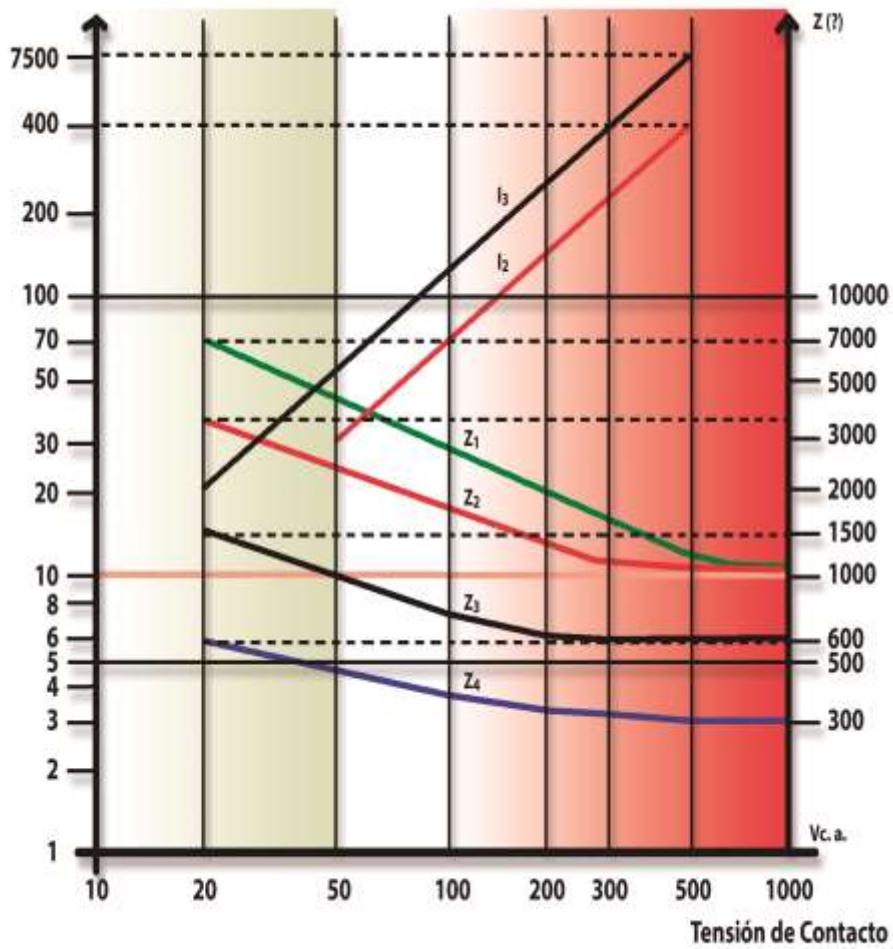
**FIGURA 2 – ZONAS DE TIEMPO / CORRIENTE DE LOS EFECTOS DE LAS CORRIENTES ALTERNAS EN 15 HZ A 100 HZ**

- Cuando circula corriente por el organismo, siempre se presentan en mayor o menor grado tres efectos: nervioso, químico y calorífico.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

- En cada caso de descarga eléctrica intervienen una serie de factores variables con efecto aleatorio, sin embargo, los principales son: Intensidad de la corriente, la resistencia del cuerpo humano, trayectoria, duración del contacto, tensión aplicada y frecuencia de la corriente.
- El paso de corriente por el cuerpo, puede ocasionar el estado fisiopatológico de shock, que presenta efectos circulatorios y respiratorios simultáneamente.
- La fibrilación ventricular (o la auricular), consiste en el movimiento anárquico del corazón, el cual no sigue su ritmo normal y deja de enviar sangre a los distintos órganos.
- El umbral de fibrilación ventricular depende de parámetros fisiológicos y eléctricos, por ello se ha tomado la curva C1 como límite para diseño de equipos de protección. Los valores umbrales de corriente en menos de 0,2 segundos se aplican solamente durante el período vulnerable del ciclo cardíaco.
- Electrización es un término para los accidentes con paso de corriente por el cuerpo humano que no ocasiona la muerte.
- La electrocución se da en los accidentes con paso de corriente, cuya consecuencia es la muerte, la cual puede ser aparente, inmediata o posterior.
- La tetanización muscular es la anulación de la capacidad del control muscular, la rigidez incontrolada de los músculos como consecuencia del paso de una corriente eléctrica.
- La asfixia se produce cuando el paso de la corriente afecta al centro nervioso que regula la función respiratoria, ocasionando el paro respiratorio. Casi siempre por contracción del diafragma.
- Las quemaduras o necrosis eléctrica se producen por la energía liberada al paso de la corriente (calentamiento por efecto Joule) o por radiación térmica de un arco eléctrico.
- El bloqueo renal o paralización de la acción metabólica de los riñones, es producido por los efectos tóxicos de las quemaduras o mioglobinuria.
- Pueden producirse otros efectos colaterales tales como fracturas, conjuntivitis, contracciones, golpes, aumento de la presión sanguínea, arritmias, fallas en la respiración, dolores sordos, paro temporal del corazón, etc.
- El cuerpo humano es un buen conductor de la electricidad. Para efectos de cálculos, se ha normalizado su resistencia en  $1000 \Omega$ . Experimentalmente se mide entre las dos manos sumergidas en solución salina, que sujetan dos electrodos y una placa de cobre sobre la que se para la persona. En estudios más profundos el cuerpo humano se ha analizado impedancias ( $Z$ ) que varían según diversas condiciones (ver Figura 9.2). Los órganos como la piel, los músculos, etc., presentan ante la corriente eléctrica una impedancia compuesta por elementos resistivos y capacitivos.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>



ESTADO 1 PIEL SECA    ESTADO 2 PIEL HÚMEDA    ESTADO 3 PIEL MOJADA    ESTADO 4 PIEL SUMERGIDA

**FIGURA 3 – IMPEDANCIA DEL CUERPO HUMANO**

Los estados en función del grado de humedad y su tensión de seguridad asociada son:

Piel perfectamente seca (excepcional)	:	80 V
Piel húmeda (normal) en ambiente seco	:	50 V
Piel mojada (más normal) en ambientes muy húmedos:		24 V
Piel sumergida en agua (casos especiales)	:	12 V

La alta dependencia de la impedancia del cuerpo con el contenido de agua en la piel obliga a que en las instalaciones eléctricas en áreas mojadas, tales como cuartos de baños, mesones de cocina, terrazas, espacios inundados, piscinas, se deben tomar mayores precauciones como el uso de tomas o

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

interruptores con protección de falla a tierra y el uso de muy baja tensión en instalaciones como las de piscinas.

#### **4.8.3 Evaluación de los riesgos eléctricos**

Para determinar el nivel de riesgo de una instalación o un equipo, y en particular la existencia de alto riesgo se deberá utilizar una metodología que permita, como mínimo definir:

- Definir el factor de riesgo que se requiere evaluar o categorizar.
- Definir si el riesgo es potencial o real.
- Determinar las consecuencias
- Determinar la frecuencia o probabilidad
- Tomar las decisiones o acciones

#### **4.8.4 La matriz de valoración de riesgos RAM**

El objeto de la matriz RAM (Risk Assessment Matrix) es describir la metodología de uso de una matriz de valoración de riesgos, para evaluar los riesgos asociados con las actividades desarrolladas en ECOPETROL; este instructivo define también criterios para clasificar los incidentes ocurridos. La matriz RAM cumple los requisitos de la matriz de riesgos exigida en el RETIE.

Si se requiere ampliar la información ver GHS-G-035 - GUIA MATRIZ DE VALORACIÓN DE RIESGOS HSE o aquella que la modifique, complemente o derogue.

#### **4.8.5 Criterios para determinar alto riesgo**

Para los efectos del presente manual se entenderá que una instalación eléctrica es de peligro **inminente** o de **alto riesgo**, cuando carezca de las medidas de protección frente a condiciones donde se comprometa la salud o la vida de personas, tales como:

- ✓ Ausencia de la electricidad
- ✓ Arco eléctrico
- ✓ Contacto directo e indirecto con partes energizadas
- ✓ Rayos
- ✓ Sobretensiones
- ✓ Sobrecargas
- ✓ Cortocircuitos
- ✓ Tensiones de paso, contacto y transferidas que excedan límites permitidos

Para determinar la existencia de alto riesgo, la situación debe ser evaluada por un profesional competente en electrotecnia y basarse en los siguientes criterios:

- Que existan condiciones peligrosas, plenamente identificables, especialmente carencia de medidas preventivas específicas contra los factores de riesgo eléctrico; equipos, productos o conexiones defectuosas; insuficiente capacidad para la carga de la instalación eléctrica; violación de distancias de seguridad; materiales combustibles o explosivos en lugares donde se pueda presentar arco eléctrico; presencia de lluvia, tormentas eléctricas y contaminación.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

- b. Que el peligro tenga un carácter inminente, es decir, que existan indicios racionales de que la exposición al factor de riesgo conlleve a que se produzca el accidente. Esto significa que la muerte o una lesión física grave, un incendio o una explosión, puede ocurrir antes de que se haga un estudio a fondo del problema, para tomar las medidas preventivas.
- c. Que la gravedad sea máxima, es decir, que haya gran probabilidad de muerte, lesión física grave, incendio o explosión, que conlleve a que una parte del cuerpo o todo, pueda ser lesionada de tal manera que se inutilice o quede limitado su uso en forma permanente o que se destruyan bienes importantes de la instalación o de su entorno.
- d. Que existan antecedentes comparables, el evaluador del riesgo debe referenciar al menos un antecedente ocurrido con condiciones similares.

Las instalaciones eléctricas construidas antes al 1º de mayo de 2005, deben garantizar que no representen alto riesgo para la salud o la vida de las personas y animales, o atenten contra el medio ambiente, o en caso contrario, hacer las correcciones para eliminar o mitigar el riesgo.

#### **Medidas a tomar en situaciones de alto riesgo**

En circunstancias que se evidencie **ALTO RIESGO** o **PELIGRO INMINENTE** para las personas, se debe interrumpir el funcionamiento de la instalación eléctrica, excepto en aeropuertos, áreas críticas de centros de atención médica o cuando la interrupción conlleve a un riesgo mayor; caso en el cual se deben tomar otras medidas de seguridad, tendientes a minimizar el riesgo.

En estas situaciones, la persona calificada que tenga conocimiento del hecho, debe informar y solicitar a la autoridad competente que se adopten medidas provisionales que mitiguen el riesgo, dándole el apoyo técnico que esté a su alcance; la autoridad que haya recibido el reporte debe comunicarse en el menor tiempo posible con el responsable de la operación de la instalación eléctrica, para que realice los ajustes requeridos y lleve la instalación a las condiciones reglamentarias; de no realizarse dichos ajustes, se debe informar inmediatamente al organismo de control y vigilancia, quien tomará la medidas pertinentes.

#### **4.8.6 Factores de riesgo más comunes**

Por regla general, todas las instalaciones eléctricas tienen implícito un riesgo y ante la imposibilidad de controlarlos todos en forma permanente, el tratamiento preventivo de la problemática del riesgo eléctrico obliga a saber identificar y valorar las situaciones irregulares, antes de que suceda algún accidente. Por ello es necesario conocer claramente el concepto de riesgo de contacto con la corriente eléctrica, así como de explosión y arco eléctrico. A partir de ese conocimiento, del análisis de los factores que intervienen y de las circunstancias particulares, se tendrán criterios objetivos que permitan detectar la situación de riesgo y valorar su grado de peligrosidad. Identificado el riesgo, se pueden seleccionar las medidas preventivas aplicables.

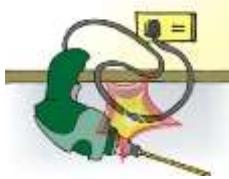
	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>

En las siguientes ilustraciones de la TABLA 4 están los factores de riesgo más comunes, sus posibles causas y medidas de protección, tomados del RETIE.

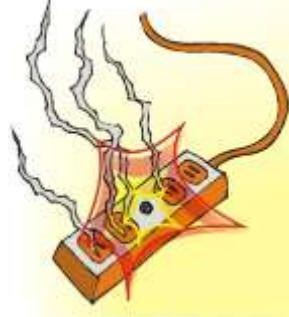
**TABLA 4- FACTORES DE RIESGO MÁS COMUNES**

RIESGO	POSIBLES CAUSAS Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN
<b>ARCOS ELÉCTRICOS</b> 	<p><b>POSIBLES CAUSAS:</b> Malos contactos, cortocircuitos, aperturas de seccionadores con condensadores o reactores, apertura o cierre de seccionadores con carga, , apertura de transformadores de potencia con carga sin utilizar equipo extintor de arco, apertura de transformadores de corriente en secundarios con corriente, manipulación indebida de equipos de medida, materiales o herramientas olvidadas en gabinetes, acumulación de óxido o partículas conductoras, descuidos en los trabajos de mantenimiento, mantenimientos en línea viva.</p> <p><b>MEDIDAS DE PROTECCIÓN:</b> Utilizar materiales envolventes resistentes a los arcos, mantener una distancia de seguridad, usar prendas acordes con el riesgo y usar gafas de protección contra rayos ultravioleta, no hacer mantenimientos en línea viva.</p>
<b>AUSENCIA DE ELECTRICIDAD</b> 	<p><b>AUSENCIA DE ELECTRICIDAD (EN DETERMINADOS CASOS)</b></p> <p><b>POSIBLES CAUSAS:</b> Apagón o corte del servicio, no disponer de un sistema ininterrumpido de potencia - UPS, no tener plantas de emergencia, no tener transferencia. Por ejemplo: Lugares donde se exijan plantas de emergencia como hospitales y aeropuertos.</p> <p><b>MEDIDAS DE PROTECCIÓN:</b> Disponer de sistemas ininterrumpidos de potencia y de plantas de emergencia con transferencia automática.</p>

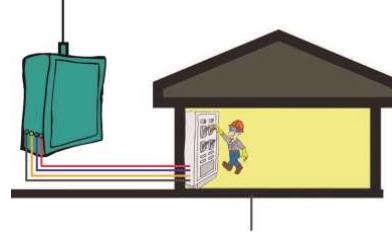
	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

RIESGO	POSIBLES CAUSAS Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN
<b>CONTACTO DIRECTO</b> 	<p><b>POSIBLES CAUSAS:</b> Negligencia de técnicos o impericia de no técnicos, violación de las distancias mínimas de seguridad.</p> <p><b>MEDIDAS DE PROTECCIÓN:</b> Establecer distancias de seguridad, interposición de obstáculos, aislamiento o recubrimiento de partes activas, elementos de protección personal, puesta a tierra, probar ausencia de tensión, doble aislamiento.</p>
<b>CONTACTO INDIRECTO</b> 	<p><b>POSIBLES CAUSAS:</b> Fallas de aislamiento en equipos deficientemente aterrizados, mal mantenimiento, falta de conductor de puesta a tierra.</p> <p><b>MEDIDAS DE PROTECCIÓN:</b> Separación de circuitos, uso de muy baja tensión, distancias de seguridad, conexiones equipotenciales, sistemas de puesta a tierra, interruptores diferenciales, mantenimiento preventivo y correctivo.</p>
<b>CORTOCIRCUITO</b> 	<p><b>POSIBLES CAUSAS:</b> Fallas de aislamiento, impericia de los técnicos, accidentes externos, vientos fuertes, humedades, equipos defectuosos, mantenimientos en línea viva.</p> <p><b>MEDIDAS DE PROTECCIÓN:</b> Interruptores automáticos con dispositivos de disparo de máxima corriente o cortacircuitos fusibles, no hacer mantenimientos en línea viva.</p>
<b>ELECTRICIDAD ESTÁTICA</b> 	<p><b>POSIBLES CAUSAS:</b> Unión y separación constante de materiales como aislantes, conductores, sólidos o gases con la presencia de un aislante.</p> <p><b>MEDIDAS DE PROTECCIÓN:</b> Sistemas de puesta a tierra, conexiones equipotenciales, aumento de la humedad relativa, ionización del ambiente, eliminadores eléctricos, pisos conductivos.</p>

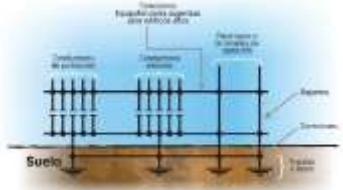
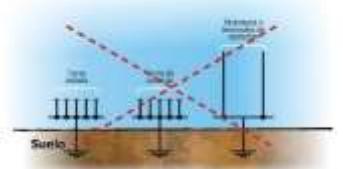
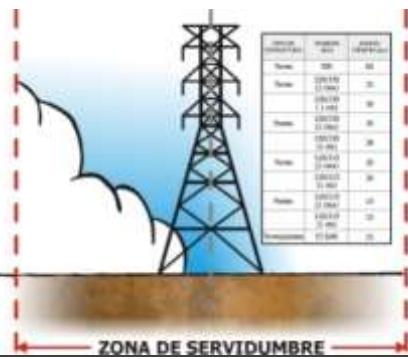
	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

RIESGO	POSIBLES CAUSAS Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN
<b>EQUIPO DEFECTUOSO</b> 	<p><b>POSIBLES CAUSAS:</b> Mal mantenimiento, mala instalación, mala utilización, tiempo de uso, transporte inadecuado.</p> <p><b>MEDIDAS DE PROTECCIÓN:</b> Mantenimiento predictivo y preventivo, construcción de instalaciones siguiendo las normas técnicas, caracterización del entorno electromagnético.</p>
<b>RAYOS</b> 	<p><b>POSIBLES CAUSAS:</b> Fallas en el diseño, construcción, operación, mantenimiento del sistema de protección.</p> <p><b>MEDIDAS DE PROTECCIÓN:</b> Pararrayos, bajantes, puestas a tierra, equipotencialización, apantallamientos, topología de cableados. Suspender actividades de alto riesgo, cuando se tenga personal al aire libre.</p>
<b>SOBRECARGA</b> 	<p><b>POSIBLES CAUSAS:</b> Superar los límites nominales de los equipos o de los conductores, instalaciones que no cumplen las normas técnicas, conexiones flojas, armónicos. , no controlar el factor de potencia, puntos calientes</p> <p><b>MEDIDAS DE PROTECCIÓN:</b> Interruptores automáticos con relés de sobrecarga, interruptores automáticos asociados con cortacircuitos, cortacircuitos, fusibles, dimensionamiento técnico adecuado de conductores y equipos, verificación de conexiones, compensación de energía reactiva con bancos de condensadores.</p>

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>			
<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>	

RIESGO	POSIBLES CAUSAS Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN
<b>TENSIÓN DE CONTACTO</b> 	<p><b>POSIBLES CAUSAS:</b> Rayos, fallas a tierra, fallas de aislamiento, violación de distancias de seguridad.</p> <p><b>MEDIDAS DE PROTECCIÓN:</b> Puestas a tierra de baja resistencia, restricción de accesos, alta resistividad del piso, equipotencializar, hacer cálculos previos en un adecuado diseño del Sistema de Puesta a tierra.</p>
<b>TENSIÓN DE PASO</b> 	<p><b>POSIBLES CAUSAS:</b> Rayos, fallas a tierra, fallas de aislamiento, violación de áreas restringidas, retardo en el despeje de la falla.</p> <p><b>MEDIDAS DE PROTECCIÓN:</b> Puestas a tierra de baja resistencia, restricción de accesos, alta resistividad del piso, equipotencializar.</p>
<b>TENSIONES TRANSFERIDAS</b> 	<p><b>POSIBLES CAUSAS:</b> Es un caso especial de tensión de contacto, donde un potencial es transferido hasta un punto remoto respecto a la subestación o a la puesta a tierra</p> <p><b>MEDIDAS DE PROTECCIÓN:</b> Puestas a tierra de baja resistencia y control del GPR, eliminación de conductores o elementos metálicos aterrizados que salgan de la subestación, alta resistividad del piso.</p>

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

RIESGO	POSIBLES CAUSAS Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN																																	
<p><b>PUESTAS A TIERRA SEPARADAS, INDEPENDIENTES O UNA SOLA PARA TODAS LAS NECESIDADES</b></p>   	<p><b>POSIBLES CAUSAS:</b> No disponer en instalaciones eléctricas de sistemas de puesta a tierra equipotencializadas, pudiendo generarse diferencias de tensión dentro de la instalación debido a fallas o a descargas atmosféricas</p> <p><b>MEDIDAS DE PROTECCIÓN:</b> Unir todos los sistemas de Puesta a Tierra que tenga la instalación, independientemente de su función (comunicaciones, apantallamiento contra rayos, sistema de potencia eléctrico, sistemas de información, sistemas de control de proceso, sistemas de control de carga estática, sistema de puesta a tierra de sacrificio, mallas de alta frecuencia, etc.)</p>																																	
<p><b>ZONA DE SERVIDUMBRE INSEGURA EN LÍNEAS DE TRANSMISIÓN CON TENSIÓN IGUAL O MAYOR A 57,5 KV</b></p>  <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>TIPO DE CONSTRUCCIÓN</th> <th>DISTANCIA MINIMA (M)</th> <th>DISTANCIA MAXIMA (M)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Plano</td> <td>10</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>Terreno llano</td> <td>120 (100)</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>Terreno montañoso</td> <td>120 (100)</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>Terreno con bosque</td> <td>120 (100)</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>Terreno con cultivo</td> <td>120 (100)</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>Terreno con edificación</td> <td>120 (100)</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>Terreno con bosque y cultivo</td> <td>120 (100)</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>Terreno con bosque y edificación</td> <td>120 (100)</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>Terreno con cultivo y edificación</td> <td>120 (100)</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>Terreno con bosque, cultivo y edificación</td> <td>120 (100)</td> <td>10</td> </tr> </tbody> </table>	TIPO DE CONSTRUCCIÓN	DISTANCIA MINIMA (M)	DISTANCIA MAXIMA (M)	Plano	10	10	Terreno llano	120 (100)	10	Terreno montañoso	120 (100)	10	Terreno con bosque	120 (100)	10	Terreno con cultivo	120 (100)	10	Terreno con edificación	120 (100)	10	Terreno con bosque y cultivo	120 (100)	10	Terreno con bosque y edificación	120 (100)	10	Terreno con cultivo y edificación	120 (100)	10	Terreno con bosque, cultivo y edificación	120 (100)	10	<p><b>POSIBLES CAUSAS:</b> Crecimiento de árboles, construcción de edificaciones o estructuras en zonas de servidumbre, debido al riesgo que genera para las personas, animales y la misma estructura.</p> <p><b>MEDIDAS DE PROTECCIÓN:</b> Dentro de la zona de servidumbre se debe impedir la siembra de árboles o arbustos que con el transcurso del tiempo puedan alcanzar las líneas y se constituyan en un peligro para ellas. No se deben construir edificaciones o estructuras en las zonas de servidumbre.</p>
TIPO DE CONSTRUCCIÓN	DISTANCIA MINIMA (M)	DISTANCIA MAXIMA (M)																																
Plano	10	10																																
Terreno llano	120 (100)	10																																
Terreno montañoso	120 (100)	10																																
Terreno con bosque	120 (100)	10																																
Terreno con cultivo	120 (100)	10																																
Terreno con edificación	120 (100)	10																																
Terreno con bosque y cultivo	120 (100)	10																																
Terreno con bosque y edificación	120 (100)	10																																
Terreno con cultivo y edificación	120 (100)	10																																
Terreno con bosque, cultivo y edificación	120 (100)	10																																

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>

RIESGO	POSIBLES CAUSAS Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN
<b>AUSENCIA O DEFICIENCIA DE SEÑALIZACIÓN</b> 	<p><b>POSIBLES CAUSAS:</b> Falta de señalización de precaución, prohibición, advertencia e información en zonas que entrañan peligro eléctrico potencial. No identificación de conductores (Código de colores)</p> <p><b>MEDIDAS DE PROTECCIÓN:</b> Ubicar señales normalizadas, que transmitan mensajes de prevención, prohibición o información en zonas donde se ejecuten trabajos o se operen equipos eléctricos.</p>
<b>SOBRETENSIONES</b> 	<p><b>POSIBLES CAUSAS:</b> Operación de interruptores, seccionadores, cuchillas y en general apertura de dispositivos eléctricos con carga; descargas atmosféricas</p> <p><b>MEDIDAS DE PROTECCIÓN:</b> Instalación de Dispositivos de Protección contra Sobretensiones-DPS</p>
<b>ATMÓSFERA EXPLOSIVA</b> 	<p><b>POSIBLES CAUSAS:</b> Presencia de atmósfera explosiva en combinación con instalaciones eléctricas no aptas para este riesgo, lo que conlleva a explosiones e incendios</p> <p><b>MEDIDAS DE PROTECCIÓN:</b> Las instalaciones eléctricas adecuadas y acordes para ambientes explosivos; mantenimiento preventivo y predictivo: señalización. Acorde al estudio del área clasificada.</p>

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>	

#### **4.8.7 Causas más frecuentes de accidentes eléctricos**

- Falta de conexión a tierra o equipotencial de los equipos, artefactos y herramientas eléctricas u otro sistema de protección adecuado.
- Aislamiento dañado en los conductores eléctricos (cables de alimentación, extensiones, instalaciones) o aparición de potencial en la carcasa o cubierta de las máquinas, herramientas o artefactos eléctricos.
- Sobrecarga excesiva de los circuitos eléctricos.
- Edificaciones muy cerca o debajo de líneas de alta, media y baja tensión o incumplimiento de distancias eléctricas con respecto al suelo, balcones, muros, sitios de circulación de personal, etc.
- Equipos o materiales de mala calidad.
- Instalaciones defectuosas, diseños deficientes o inexistentes.
- Mal mantenimiento o inexistencia del mismo.
- Desconocimiento de los efectos de la electricidad en el ser humano.
- Utilización de personal no calificado para las labores a ejecutar.
- Utilización de personal en malas condiciones físicas o psíquicas.
- Desconocimiento de prácticas de trabajo seguro en circuitos o equipos eléctricos y sus riesgos.
- Intento de reparar equipos, artefactos o instalaciones eléctricas sin el debido conocimiento y entrenamiento.
- Exceso de confianza al realizar trabajos cometiendo actos temerarios a pesar de conocer el riesgo.
- Falta de uso de los equipos detectores de tensión, pétigas, herramientas aisladas, o el equipo de protección personal (guantes dieléctricos, casco, caretas, zapatos, etc.).
- Acercamiento voluntario o involuntario a redes eléctricas, no respetando las distancias de seguridad establecidas.
- Inexistencia o no cumplimiento de procedimientos de trabajo seguro.
- Mala planificación del trabajo o falta de supervisión

#### **4.8.8 Recomendaciones para evitar accidentes eléctricos**

- Conocer los principios básicos de la electricidad y sus riesgos.
- Respetar y usar las conexiones de puesta a tierra de los equipos, herramientas y artefactos eléctricos.
- Conocer y respetar las distancias de seguridad de las instalaciones de acuerdo con su nivel de tensión.
- Considerar todo circuito como equipo con tensión, hasta que pruebe lo contrario con un equipo adecuado y probado.
- Aterrizar el circuito si se va a trabajar sin tensión, siguiendo estrictamente las Reglas de Oro.
- Si se va a trabajar con tensión, seguir estrictamente los protocolos de trabajo seguro y disponer de todas las órdenes y formatos de autorización, así como del equipo de protección y de trabajo, adecuado a las condiciones de la labor a ejecutar.
- No intentar resolver un problema eléctrico, si no se está debidamente capacitado y entrenado; consultar con un especialista eléctrico.
- Limitar el uso de cables de extensión, si se usan, debe cuidarse de que sean los adecuados y que se encuentren en buen estado.
- No intentar alcanzar o tocar cables eléctricos, aunque estén en el suelo.
- Usar señales de seguridad cuando se trabaje en circuitos eléctricos y maquinarias.
- Para trabajos eléctricos, usar herramientas aisladas especiales para electricistas.
- Usar siempre que sea necesario, el equipo adecuado y sus implementos de protección personal.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

- Desconectar las herramientas, cuando se cambien brocas, hojas, etc.
- Planificar adecuadamente el trabajo. Cuando se trabaje cerca de instalaciones con tensión, usar limitadores del riesgo que impidan un contacto accidental.

**4.8.9 Notificación de accidentes según lineamientos del Ministerio de Minas y Energía, resolución 181294 de agosto 6 de 2008 (RETIE). Resolución No SSPD-20081300008505 de Julio 4 de 2008**

- El propietario o poseedor de una instalación eléctrica, donde se presente un accidente de origen eléctrico que genere una lesión grave o la muerte de una persona, deberá reportarlo a la autoridad competente y al comercializador que le preste el servicio, informando el nombre del accidentado, tipo de accidente, lugar y fecha del acontecimiento, de acuerdo con el artículo 37.1 del RETIE.
- Las empresas responsables de la prestación del servicio público de energía eléctrica, deben informar todo accidente de origen eléctrico ocurrido en su cobertura y que tenga como consecuencia la muerte o graves efectos fisiológicos en el cuerpo humano con incapacidad, siempre y cuando les haya sido reportado. Dicha información será para uso exclusivo de las entidades de control y del Ministerio de Minas y Energía, y deberá reportarse cada tres meses al Sistema Único de Información (SUI), siguiendo las condiciones establecidas por la Superintendencia de Servicios Públicos en su calidad de administrador de dicho sistema. El reporte en lo posible debe contener como mínimo el nombre del accidentado, tipo de lesión, causa del accidente, lugar y fecha del accidente y las medidas tomadas.
- Para efecto del reporte al SUI, adicionalmente las empresas solicitarán a Medicina Legal o a la autoridad que haga sus veces, la información recopilada sobre estos tipos de accidentes. En los casos de accidente de origen eléctrico con o sin interrupción del servicio de energía eléctrica, que tenga como consecuencia la muerte, lesiones graves de personas o la afectación grave de inmuebles por incendio o explosión, la persona que tenga conocimiento del hecho deberá comunicarlo en el menor tiempo posible a la autoridad competente y a la empresa prestadora del servicio.

**4.9 REGLAS BÁSICAS Y RIESGOS ASOCIADOS A TRABAJOS EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS SIN TENSIÓN (DESENERGIZADO)**

Además de los riesgos derivados directamente por el uso y manipulación de la energía eléctrica o sus sistemas, en estas maniobras, trabajos o tareas, se presentan otros riesgos asociados, los cuales, si se materializan, pueden generar consecuencias mayores e inclusive fatalidades; ejemplo de ellos son la caída de altura, el atrapamiento, la intoxicación por gases, la asfixia, la irritación de vías aéreas, la explosión, el golpe por objetos, la insolación, los riesgos biológicos (abejas, hormigas, etc.).

Todo trabajo de mantenimiento, tarea o maniobra eléctrica en ECOPETROL, realizado por personas propias o contratadas, debe cumplir con los lineamientos y políticas dados en el Manual de Control de trabajo.

Las siguientes reglas de trabajo, deben cumplirse dependiendo del tipo de labor:

**4.9.1 Reglas de oro para trabajos en redes, subestaciones o equipos desenergizados o sin tensión**

Una vez identificada la zona y los elementos de la instalación donde se va a realizar el trabajo, y salvo que existan razones esenciales para hacerlo de otra forma, se seguirá el proceso que se describe a

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>

continuación, iniciando con una adecuada planeación, verificación del equipo de protección personal a utilizar, cumplimiento de procedimientos y continuando con la aplicación secuencial de las cinco Reglas de Oro.

#### 4.9.1.1 Planeación:

- **Analicemos todas las situaciones de riesgo en el sitio de trabajo.** ¿Cómo podemos evitar o controlar esos riesgos, para una adecuada culminación de todas las tareas?

Siempre que trabajemos en sistemas desenergizados tengamos en cuenta que todo componente del sistema se considera energizado, hasta que se demuestre lo contrario.

Prestemos atención a los peligros eléctricos que nos rodean, al tocar una superficie metálica podemos convertirnos en parte de un circuito eléctrico. Vigilemos también las distancias de seguridad que debemos mantener, los derrames cerca de los equipos eléctricos, los cables o interruptores defectuosos, los conductores con aislamientos desgastados o en mal estado.

La actitud es la seguridad, el entrenamiento es esencial para la prevención de accidentes, el conocer las formas para controlar la electricidad puede ayudarnos a protegernos mejor y a reconocer cuándo un equipo o un sistema de protección no funciona adecuadamente.

El uso de equipo de protección personal adecuado y las prácticas seguras en el trabajo son acciones que debemos tomar para protegernos de un choque eléctrico.

Cuando trabajemos en sistemas desenergizados, planeemos con nuestros compañeros, todas y cada una de las actividades que se vayan a realizar durante la jornada, y respondamos los interrogantes acerca de lo que se va a hacer: ¿Qué hay que hacer?, ¿Dónde se realizará el trabajo?, ¿Cuándo lo haremos? ¿Cómo lo haremos? y ¿Quiénes harán cada tarea?

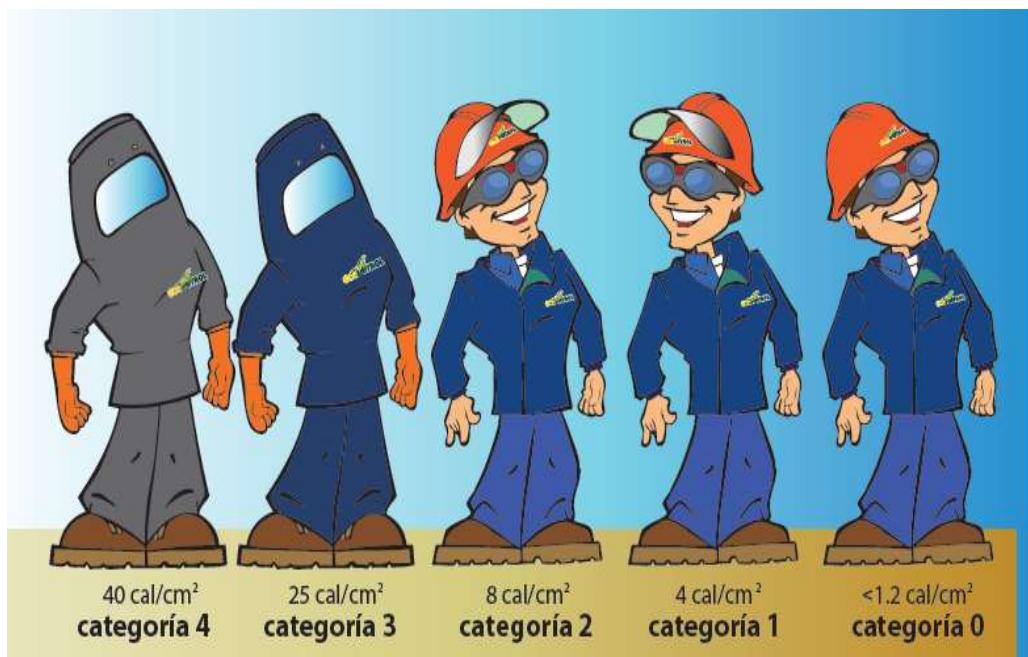
Utiliza el equipo de protección adecuado. Los EPP te protegen del riesgo eléctrico, están diseñados para que actúen como barrera frente a los peligros que tiene el trabajador de verse afectado por el choque eléctrico, el arco o la explosión u otros efectos directos o indirectos de la electricidad.



**FIGURA 4 – PLANEACIÓN**

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>

- Equipo de protección personal:** Verifica que el equipo de protección personal (EPP), esté acorde con los niveles de tensión del sistema en el que vas a trabajar. Utiliza en trabajos con riesgo eléctrico los siguientes EPP: Casco dieléctrico, protección para los ojos o la cara, guantes dieléctricos, zapatos o botas de caucho dieléctricos, ropa de protección para el arco eléctrico, haciendo la selección adecuada del EPP al momento de planear el trabajo.



**FIGURA 5 – EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL**

- Cumplimiento de los procedimientos.** Toda actividad que vaya a ser ejecutada en instalaciones de ECOPETROL debe estar claramente definida en un procedimiento y valorada desde la planeación con la matriz RAM.

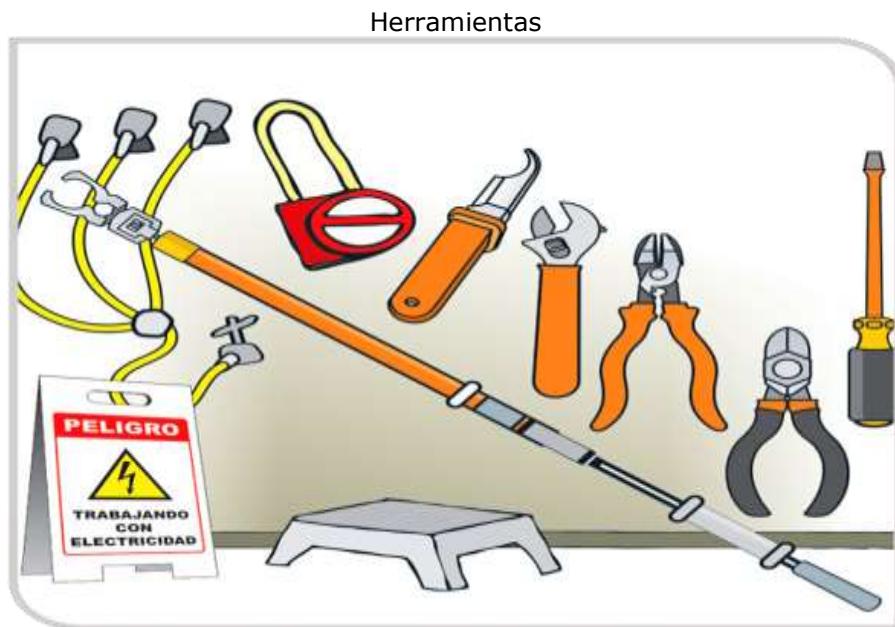
Se requiere Permiso Eléctrico para aquellas actividades intrusivas que se realicen en los equipos o componentes que hacen parte del área eléctrica y en cualquier actividad donde el análisis de riesgos determine que existe la potencialidad de liberar un peligro de tipo eléctrico.

- Utilización de las herramientas adecuadas:** Las herramientas desgastadas, defectuosas u operadas con descuido, son la causa directa de muchos accidentes eléctricos. Escoge siempre la herramienta apropiada para el trabajo que se va a realizar, y úsala correctamente.

Antes de comenzar cualquier trabajo, inspeccione todas sus herramientas para verificar que estén en buen estado, limpias, secas, libres de aceite. Toda herramienta de mano debe tener aislamiento de fábrica en el punto de agarre. No uses ninguna herramienta con señales de desgaste o con grietas en su aislamiento. Nunca trates de aislar la herramienta tú mismo. Inspecciona todos los

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>	

cables o interruptores eléctricos para detectar cortaduras, aislamiento rasgado, terminales expuestos y conexiones sueltas.



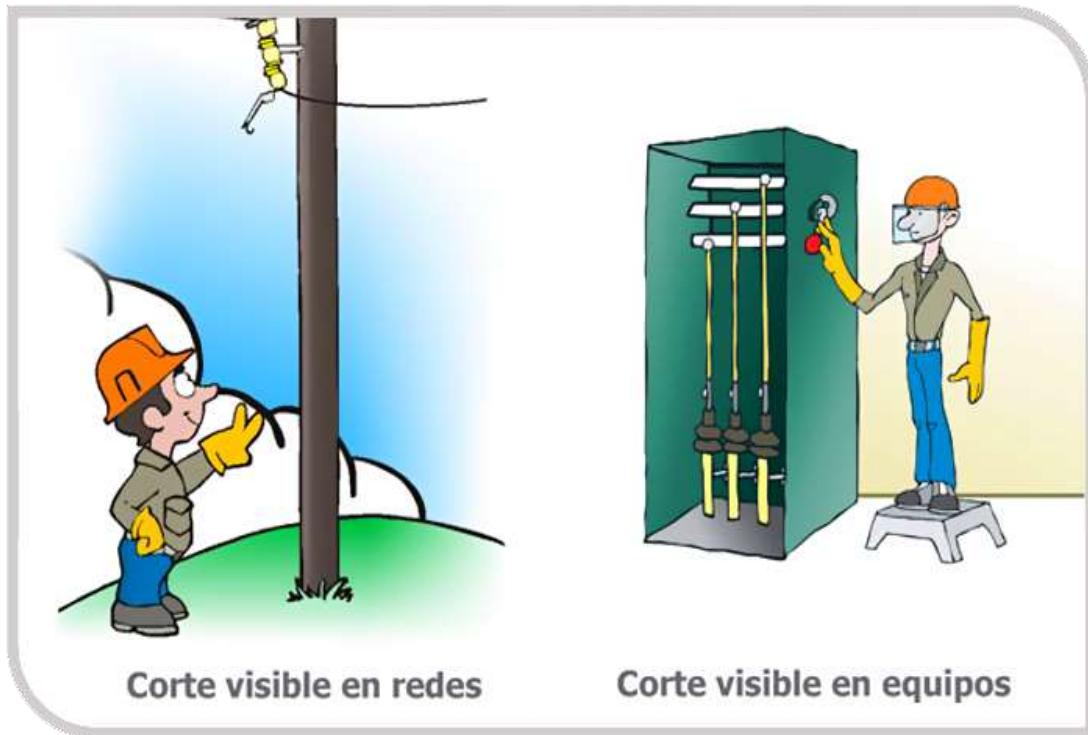
**FIGURA 6 – HERRAMIENTA AISLADA**

#### **4.9.1.2 Regla 1: Efectuar el corte visible de todas las fuentes de tensión**

**Efectuar el corte visible de todas las fuentes de tensión**, mediante interruptores y seccionadores, de forma que se asegure la imposibilidad de su cierre intempestivo.

En aquellos aparatos en que el corte no pueda ser visible, debe existir un dispositivo que garantice que el corte sea efectivo. Ver FIGURA 7.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>



**FIGURA 7 - CORTE VISIBLE**

#### 4.9.1.3 Regla 2: Condenación, bloqueo y Tarjeteo:

Si es posible, de los aparatos de corte. Se debe señalizar en el mando de los aparatos indicando "No energizar" o "prohibido maniobrar" y retirar los portafusibles de los cortacircuitos.

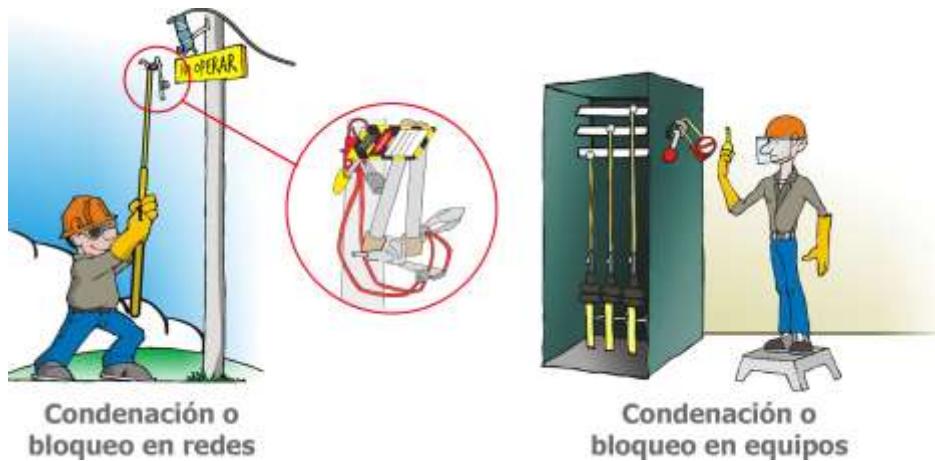
Se llama "condenación o bloqueo" de un aparato de maniobra al conjunto de operaciones destinadas a impedir la maniobra de dicho aparato, manteniéndolo en una posición determinada.

Enclavamiento o bloqueo de los aparatos de corte. Operación que impide la reconexión del dispositivo sobre el que se ha efectuado el corte efectivo, permite mantenerlo en la posición determinada e imposibilita su cierre intempestivo. Para su materialización se puede utilizar candado de condenación y complementarse con la instalación de las tarjetas de advertencia. En los casos en que no sea posible el bloqueo mecánico, deben adoptarse medidas equivalentes como, por ejemplo, retirar de su alojamiento los elementos extraíbles. Ver FIGURA 8.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>

## SAES – Sistema de Aislamiento eléctrico seguro

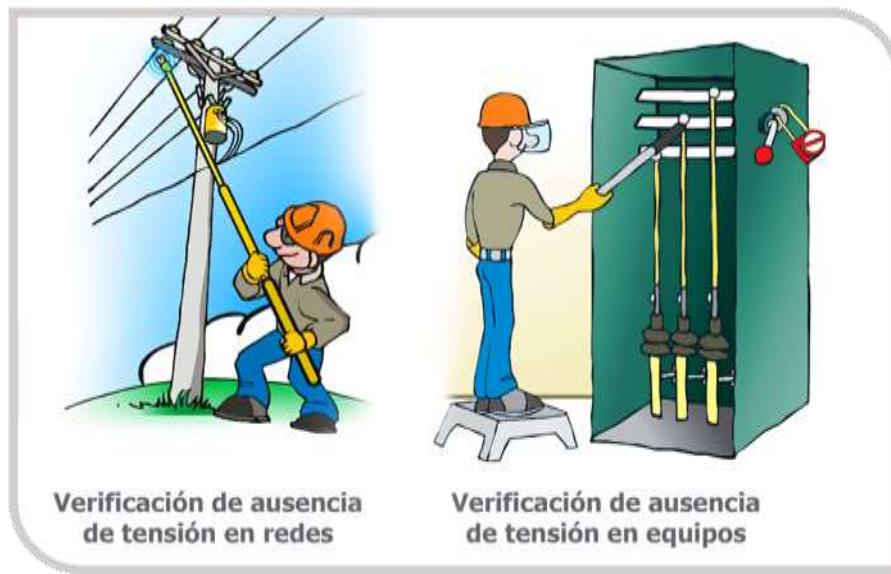
Todo aislamiento eléctrico se debe hacer bajo los lineamientos del Instructivo Sistema de aislamiento eléctrico seguro de Ecopetrol GHS-I-005 o aquel que lo modifique, complemento o derogue.



**FIGURA 8 - CONDENAR / BLOQUEAR / TARJETEAR**

### 4.9.1.4 Regla 3: Verificar ausencia de tensión

Verifica ausencia de tensión en cada uno de los conductores (fases, neutro y tierra) con el detector de tensión apropiado al nivel de tensión nominal de la red, el cual debe probarse antes y después de cada utilización. Ver FIGURA 9.



**FIGURA 9 - VERIFICAR AUSENCIA DE TENSIÓN**

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

Verificación de ausencia de tensión. Haciendo uso del detector de tensión y utilizando los elementos de protección personal, se verificará la ausencia de la misma en todos los elementos de la instalación o circuito. Esta verificación debe realizarse en el sitio más cercano a la zona de trabajo. El equipo de protección personal y el detector de tensión a utilizar deben ser acordes al nivel de tensión del circuito. El detector debe probarse antes y después de su uso para verificar su buen funcionamiento, preferiblemente en un circuito externo.

#### **4.9.1.5 Regla 4: Puesta a tierra y en cortocircuito de todas las posibles fuentes de tensión que incidan en la zona de trabajo**

Es la operación de unir entre sí todas las fases y neutro (en caso de existir) de una instalación, mediante un puente equipotencial de sección adecuada, que previamente ha sido conectado a tierra.

En tanto no estén efectivamente puestos a tierra, todos los conductores o partes del circuito se consideran como si estuvieran energizados a su tensión nominal.

Los equipos de puesta a tierra se deben manejar con pértigas aisladas, conservando las distancias de seguridad respecto a los conductores, en tanto no se complete la instalación.

Para su instalación, el equipo se conecta primero a tierra y después a los conductores que van a ser puestos a tierra, para su desconexión se procede a la inversa.

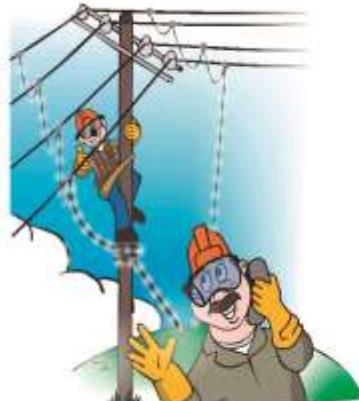
Los conectores se deben colocar firmemente, evitando que puedan desprenderse o aflojarse durante el desarrollo del trabajo.

Los equipos de puesta a tierra se conectarán a todos los conductores, equipos o puntos que puedan adquirir potencial durante el trabajo.

Cuando la estructura o apoyo tenga su propia puesta a tierra, se conecta a ésta. Cuando vaya a "abrirse" un conductor o circuito, se colocarán tierras en ambos lados.

Cuando dos o más trabajadores o cuadrillas laboren en lugares distintos de las mismas líneas o equipo, serán responsables de coordinar la colocación y retiro de los equipos de puesta a tierra en sus lugares de trabajo correspondientes. Ver FIGURA 10.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>



Puesta a tierra en redes

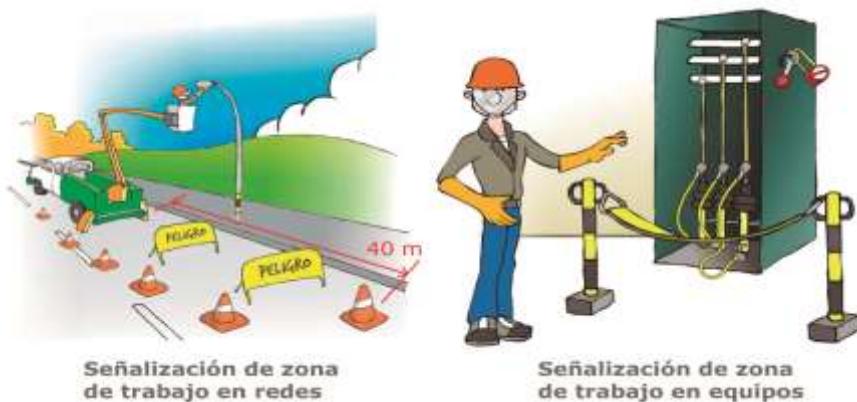


Puesta a tierra en equipos

**FIGURA 10 – PUESTA A TIERRA Y EN CORTOCIRCUITO**

#### 4.9.1.6 Regla 5: Señalar y delimitar la zona de trabajo

Es la delimitación perimetral del área de trabajo para evitar el ingreso y circulación. Operación de indicar mediante carteles con frases o símbolos el mensaje que debe cumplirse para prevenir el riesgo de accidente. Esta actividad debe garantizarse desde el arribo o ubicación en el sitio de trabajo y hasta la completa culminación del mismo.



**FIGURA 11 – SEÑALIZAR Y DELIMITAR LA ZONA DE TRABAJO**

#### 4.9.2 Maniobras

Por la seguridad de los trabajadores y del sistema, se debe disponer de un procedimiento que sea lógico, claro y preciso para la adecuada programación, ejecución, reporte y control de maniobras, esto con el fin de asegurar que las líneas y los equipos no sean energizados o desenergizados por error, un

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

accidente o sin advertencia. Se prohíbe la apertura de cortacircuitos con cargas que puedan exponer al operario o al equipo a un arco eléctrico, salvo que se emplee un equipo que extinga el arco. Además, todo trabajo en un equipo o una instalación eléctrica, o en su proximidad, que conlleve un riesgo eléctrico debe efectuarse sin tensión, salvo en los casos que se indican en el presente manual "MASE".

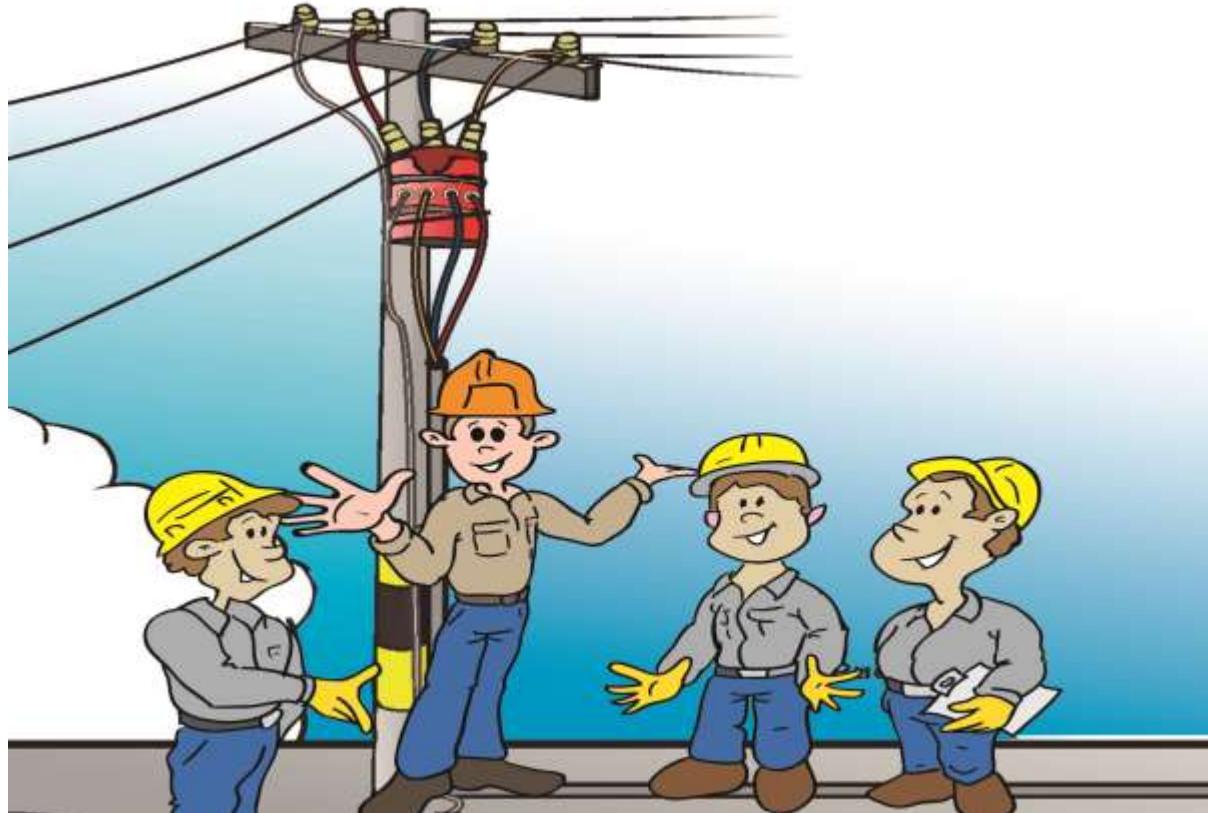
No se debe ingresar a instalaciones eléctricas sin la debida autorización del responsable de la instalación, quien debe entregar la información relacionada con las conductas y procedimientos de seguridad dentro de ella.

#### **4.9.3 Verificación en el lugar de trabajo**

El Personal competente (quien coordina o lidere la tarea) debe realizar una inspección detenida en el área de aplicación del trabajo buscando que se cumplan los siguientes requerimientos:

- a. Que el equipo sea de la clase de tensión de la red o del circuito.
- b. Que la persona o personas que vayan a realizar la labor sean personas competentes y tengan puesto su equipo de protección, adecuado y certificado.
- c. Que la persona o personas que vayan a realizar la labor se despojen de todos los objetos metálicos.
- d. Cuando se utilice camión canasta, verificar el correcto funcionamiento tanto de los controles en la canasta como los inferiores
- e. Que se efectúe una detenida inspección de los guantes, pétigas y equipo de puesta a tierra.
- f. Asegurarse que las personas que vaya a realizar la labor se encuentren en perfectas condiciones técnicas, físicas y síquicas para el desempeño de la labor encomendada.
- g. Verificar que se tiene una adecuada planeación de los trabajos y que cada miembro del equipo conozca sus responsabilidades en el trabajo y en la supervisión de la seguridad alrededor del mismo.
- h. Un solo operario no debe realizar trabajos de mantenimiento en un sistema energizado por encima de 1000 voltios. Los trabajos de cambios de fusibles en cortacircuitos, montaje de equipos de seccionamiento y maniobra, operación de subestaciones, podrá hacerlo una persona, siempre que use las herramientas y protocolos seguros
- i. Antes de entrar a una cámara subterránea, la atmósfera debe ser sometida a prueba de gases empleando la técnica y los instrumentos para detectar si existen gases tóxicos, combustibles o inflamables, con niveles por encima de los límites permisibles.
- j. Una vez destapada la caja de inspección o subestación de sótano, el personal debe permanecer por fuera de ella, por lo menos durante 10 minutos, mientras las condiciones de ventilación son las adecuadas para iniciar el trabajo.
- k. Garantizar que se instale la señalización para delimitar el área de trabajo y se impida el acceso a personal no calificado ni autorizado. Ver FIGURA 12.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>



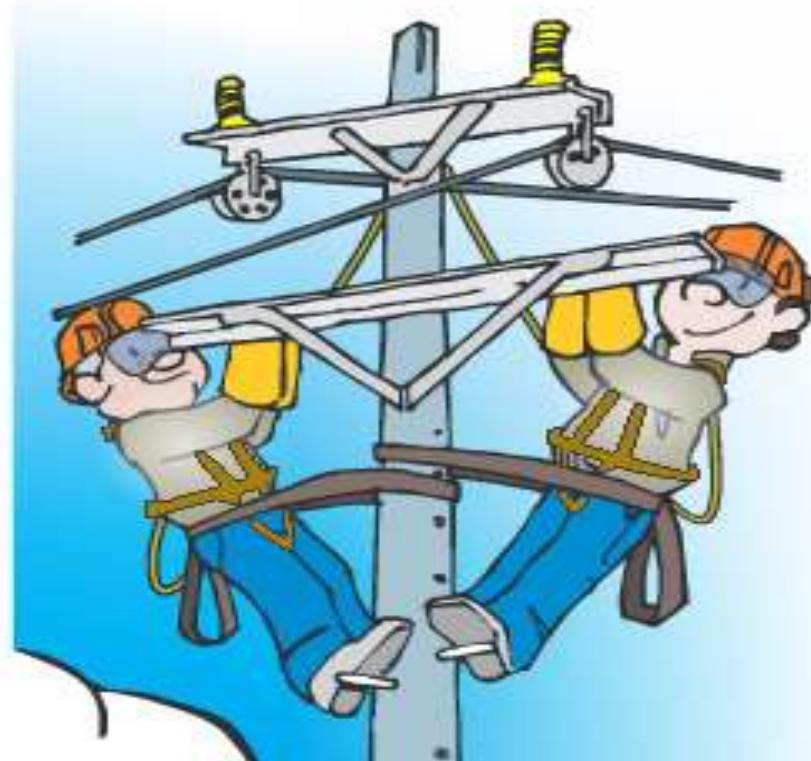
**FIGURA 12 - COORDINACIÓN DE TAREAS**

#### 4.9.4 Trabajo en alturas

Todo trabajador que se halle ubicado a una altura igual o superior a 1,5 m, bien sea en los apoyos, escaleras, cables aéreos, helicópteros, carros portabobinas o en la canastilla de un camión, debe estar sujetado permanentemente al equipo o estructura, mediante un sistema de protección contra caídas, atendiendo la reglamentación del Ministerio del Trabajo (Resolución 1409 de 2012 o la que la modifique o sustituya)

Todos los postes y estructuras deben ser inspeccionados cuidadosamente antes de subir a ellos, para comprobar que están en condiciones seguras para desarrollar el trabajo y que puedan sostener pesos y esfuerzos adicionales. Ver FIGURA 13.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>



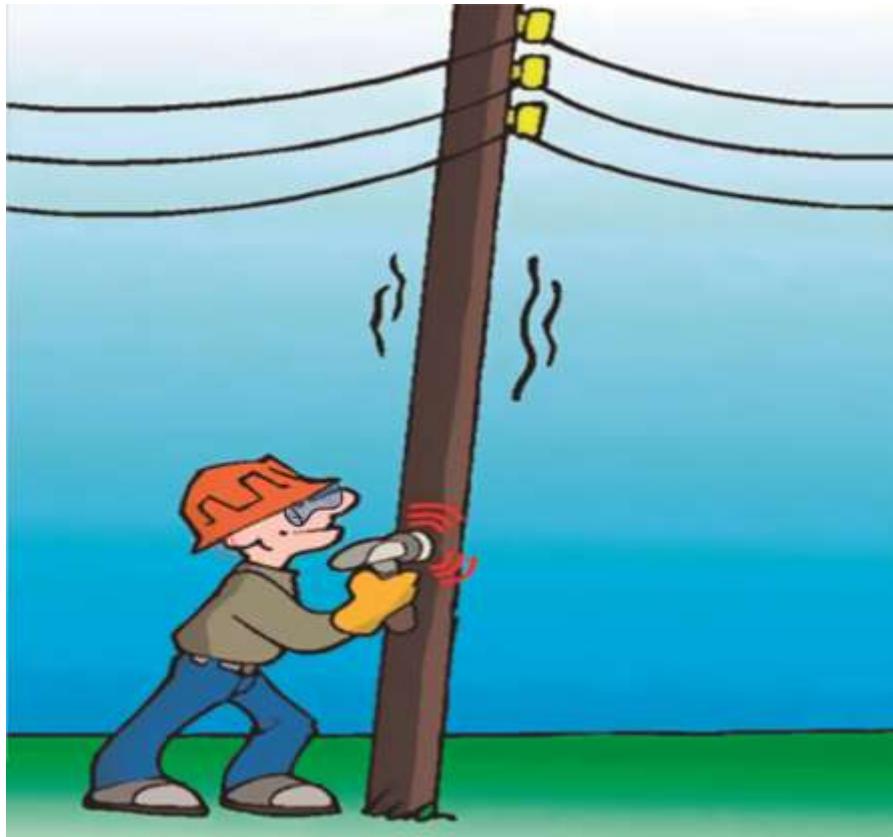
**FIGURA 13 - ESCALAMIENTO DE POSTES**

También deben revisarse los postes contiguos que se vayan a someter a esfuerzos.

Todo poste de concreto, madera o metal debe ser inspeccionado previamente para constatar:

- Su estado y resistencia.
  - Que no esté agrietado o reventado.
  - Que no presente deterioro visible u oxidación.
  - Que su enclavamiento y apuntalamiento sean los requeridos para el trabajo que se va a realizar.
- Ver FIGURA 14.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>



**FIGURA 14 - INSPECCIÓN DE POSTES**

#### 4.9.4.1 Revisión de postes de madera

Deberán revisarse en su base (donde sea posible), descubriendo como mínimo 30 cm más abajo del nivel del piso y verificando con una herramienta punzante que no esté podrido en la parte descubierta. Tenga especial cuidado con postes desastillados.

Es importante anotar que las normas en Colombia admiten el uso de la madera para postes considerando solamente el Mangle (Norma NTC 1966) y el Eucalipto (Norma NTC 1056). Ver FIGURA 15.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>



**FIGURA 15 - REVISIÓN DE POSTES DE MADERA**

No suelte los cables, sin verificar el buen estado de los apoyos y vientos.

La parte expuesta del poste se verifica golpeando con un martillo desde la base, hasta 2 m de altura y deberá escucharse un golpe seco y fuerte; de lo contrario si es un sonido débil y sordo, el poste puede indicar alto riesgo de caída.

Revisión de postes metálicos o de concreto.

Los postes de hormigón o concreto no deben estar fisurados o fracturados, especialmente en su base, por efecto de impactos de vehículos o sobretensiones.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>

Los postes metálicos deben ser revisados especialmente en su base para verificar que están libres de corrosión o cizalladuras. Ver FIGURA 16.



**FIGURA 16 - REVISIÓN DE POSTES METÁLICOS O DE CONCRETO**

Para trabajar en postes, tenga presente:

- Si hay cables o redes aéreas, debe conocerse el voltaje.
- Para subir materiales debe usarse una cuerda u otro dispositivo.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>

- Evite trabajar cuando haya tormentas. Cuando deben subir dos trabajadores a realizar un trabajo, el primero debe estar arriba y asegurado con arnés de acuerdo con el procedimiento vigente, antes de que el segundo empiece a escalar, ubicándose cada uno de tal manera que no afecte los movimientos del otro. Ver FIGURA 17.
- 



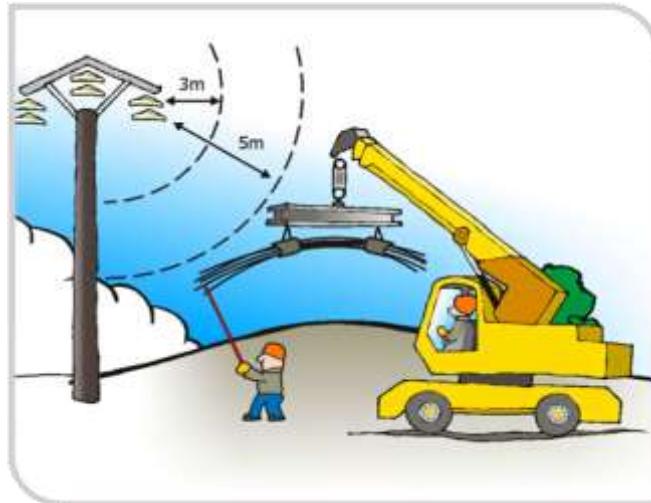
**FIGURA 17 - TRABAJO EN POSTES**

#### **4.9.5 Circulación vehicular en trabajos cerca de circuitos aéreos energizados**

Para garantizar que el uso de vehículos con extensiones metálicas no aisladas, tales como grúas, plumas, retroexcavadoras, etc. No violen las distancias de seguridad, se deben instalar barreras físicas que impidan o avisen del peligro.

Estas barreras pueden ser estacas, bolardos, colombinas o conos de no menos de 60 cm, unidos con la cinta reflectiva de marcación de áreas de trabajo. Ver FIGURA 18.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>



**FIGURA 18 - TRABAJO CERCA A CIRCUITOS AÉREOS ENERGIZADOS**

La determinación de las distancias de ubicación de las barreras se debe hacer con base en la siguiente tabla.

**TABLA 5- DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD PARA INSTALACIÓN DE BARRERAS QUE IMPIDAN EL ACCESO A VEHÍCULOS CON BRAZOS METÁLICOS, TRABAJANDO EN PROXIMIDADES DE LÍNEAS ENERGIZADAS**

Nivel de tensión máximo del(los) circuito(s) (KV)	Longitud máxima horizontal del brazo del vehículo (m)	Distancia mínima horizontal de acercamiento (m)
< 1	4	6
	8	10
	16	18
	25	27
13,8	4	7
	8	11
	16	19
	25	28
34,5	4	7
	8	12
	16	20
	25	29
110	4	9
	8	13

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

<b>Nivel de tensión máximo del(los) circuito(s) (KV)</b>	<b>Longitud máxima horizontal del brazo del vehículo (m)</b>	<b>Distancia mínima horizontal de acercamiento (m)</b>
<b>230</b>	16	21
	25	30
	4	10
	8	14
	16	22
	25	31

En trabajos en los que no se puede garantizar que la ubicación de barreras sea suficiente para respetar la separación requerida del vehículo a las partes energizadas, se debe prohibir el trabajo con la línea energizada, es decir, se debe exigir la desenergización del circuito.

Todos los vehículos que trabajen cerca a redes aéreas energizadas, que posean extensiones superiores a 4 m, deberán contar con un análisis de riesgo previo realizado por personal competente del área eléctrica y adicionalmente, contar con un vigía para asegurar el cumplimiento de los controles, en el área de trabajo.

El personal que maneja este tipo de vehículos deberá estar capacitado en riesgo eléctrico y distancias de seguridad (MASE para No electricistas).

#### **4.9.6 Trabajos cerca de circuitos aéreos energizados**

Cuando se instalen, trasladen o retiren postes en o cerca de líneas energizadas, o se ejecuten otras actividades tales como la poda de árboles, instalación de andamios, rocerías entre otras, se deben tomar precauciones a fin de evitar el contacto directo de los postes, herramientas o equipos, con los conductores energizados o fases

Los trabajadores que ejecuten dicha labor deben evitar en lo posible el contacto con el poste o cualquier elemento extensor, en partes de su cuerpo.

Los trabajadores ubicados en tierra o que estén en contacto con objetos conectados a tierra, deben evitar el contacto con camiones u otro equipo que no esté puesto a tierra de manera efectiva y que estén siendo utilizados para mover o retirar postes en o cerca de líneas energizadas, a no ser que dispongan de aislamiento aprobado para el nivel de tensión

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

Se considera distancia mínima de seguridad para los trabajos en tensión a efectuarse en la proximidad de las instalaciones no protegidas de alta o media tensión, la existente entre el punto más próximo en tensión y el operario, herramienta o elemento que pueda manipular con movimientos voluntarios o involuntarios. En consecuencia quienes trabajan cerca de elementos en tensión deben acatar las siguientes distancias mínimas:

**TABLA 6- DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD PARA TRABAJOS CERCANOS A LÍNEAS ENERGIZADAS**

<b>TENSIÓN NOMINAL ENTRE FASES (KV)</b>	<b>DISTANCIA MÍNIMA (m)</b>
hasta 1	0,80
7,6/11,4/13,2/13,8	0,95
33/34,5	1,10
44	1,20
57,5/66	1,40
110/115	1,80
220/230	2,8
500	5,5

Las distancias de la TABLA 6 aplican hasta 900 msnm, para trabajos a mayores altura y tensiones mayores a 57,5KV, debe hacerse la corrección del 3% por cada 300 m. Se podrán aceptar las distancias para trabajo en líneas energizadas establecidas en el estándar 516 de la IEEE.

Para ejecutar un trabajo no eléctrico con proximidad a partes energizadas se deben tener en cuenta las siguientes pautas generales:

- Incluir en el análisis de riesgos los controles y contingencias que se deben aplicar para eliminar, prevenir o llevar a límites tolerables los riesgos de origen eléctrico, por proximidad a partes energizadas.
- Conocer los peligros, riesgos, controles y contingencias descritas en el análisis de riesgos para la actividad a realizar.
- Verificar en la fase de planeación las condiciones de trabajo para prevenir el contacto o acceso con esas fuentes de energía, cumpliendo lo establecido en la tabla de distancias mínimas de seguridad para personal no especialista o que no conozca los riesgos asociados a la electricidad.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>

**TABLA 7- DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD PARA PERSONAL NO ESPECIALISTA O QUE NO CONOZCA LOS RIESGOS ASOCIADOS CON LA ELECTRICIDAD**

<b>Tensión de la instalación</b>	<b>Distancia en metros</b>
Instalaciones aisladas menores a 1.000 V	0,4
Entre 1.000 y 57.500 V	3
Entre 57.500 y 110.000 V	4
Entre 110.00 y 230.000 V	5
Mayores a 230.000 V	8

Ubicar anuncio de peligro por proximidad de líneas energizadas de tal manera que quede visible para el grupo de trabajo y personal ajeno a las actividades.

Solicitar asesoría técnica al personal eléctrico autorizado.

Suspender las labores en caso que cambien las condiciones de trabajo e informar a quien corresponda. Realizar prueba de ausencia de tensión en el área a intervenir.

Estos trabajos no eléctricos con proximidad a partes energizadas se pueden clasificar en las siguientes áreas:

- Generadores Eléctricos.
- Transformadores.
- Tableros de Baja y Media Tensión.
- Sótano de Subestaciones eléctricas.
- Motores eléctricos.
- Estructuras de Redes eléctricas.
- Manholes y bandejas de cables.
- Sistema de Refrigeración.
- Subestaciones eléctricas de patio o encerradas.

En todo trabajo en proximidad de elementos en tensión, el trabajador deberá permanecer fuera de la zona de peligro y lo más alejado de ella que el trabajo permita.

Antes de iniciar el trabajo en proximidad de elementos en tensión, un trabajador autorizado, en el caso de trabajos en baja tensión, o un trabajador cualificado, en el caso de trabajos en alta tensión, determinará la viabilidad del trabajo.

De ser el trabajo viable, deberán adoptarse las medidas de seguridad necesarias para reducir al mínimo posible:

- Se debe establecer con precisión el número de elementos en tensión.
- Las zonas de peligro de los elementos que permanezcan en tensión, deben ser aisladas mediante la colocación de pantallas, barreras, envolventes o protectores aislantes cuyas características (mecánicas y eléctricas) y forma de instalación garanticen su eficacia protectora.
- En los trabajos en proximidad, el trabajador debe permanecer fuera de la zona de peligro, es decir, la delimitada por la distancia de seguridad y se debe tener en cuenta lo siguiente:

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>			
<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>	

- Las herramientas u objetos conductores que porte el trabajador se consideran una prolongación de su cuerpo.
- La distancia que se debe respetar respecto a la zona de peligro es la que exista entre ésta y el punto de su cuerpo (u objeto que porte) más cercano a ella.
- Supervisión y control con acompañamiento permanente por parte de persona calificada.

Es importante que el personal calificado para labores eléctricas comparta con todos los demás trabajadores en el sitio de labor, las instrucciones sobre distancias de seguridad que debe respetar, en especial cuando este personal opere maquinaria o maneje herramientas largas que por desconocimiento puedan invadir dichas distancias. Ver FIGURA 19.



**FIGURA 19 - DISTANCIA DE SEGURIDAD CON RESPECTO A UN ELEMENTO ENERGIZADO**

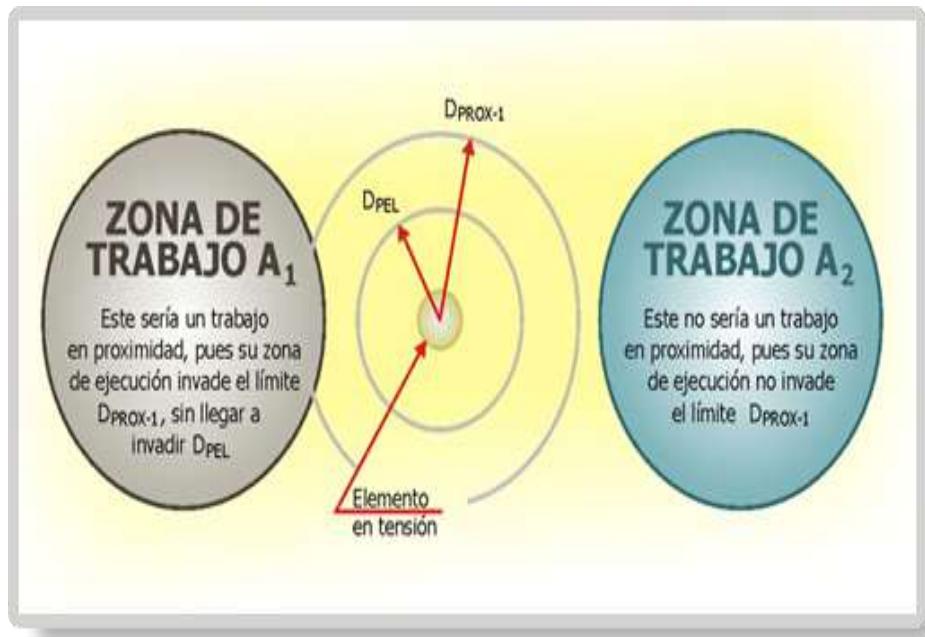
La observancia de las disposiciones del lugar de trabajo facilita que el trabajador advierta con antelación el riesgo existente y pueda adoptar las medidas de prevención adecuadas, de acuerdo con la formación e información recibidas.

En general, antes de comenzar un nuevo trabajo es preciso efectuar la respectiva evaluación y análisis de riesgos esto es Planeación. En esta fase previa es donde se podrá identificar el peligro correspondiente a la existencia de elementos en tensión en las inmediaciones del lugar donde se van a iniciar los trabajos; cuyo fin es saber si se puede realizar el trabajo en la proximidad de la instalación eléctrica en condiciones seguras para los trabajadores, es decir, con garantías de poder realizarlo sin penetrar en la zona de peligro, delimitada por la distancia de seguridad.

La primera medida preventiva que debería plantearse es la de suprimir el riesgo en su origen, es decir, suprimir la tensión de la instalación en el mayor número posible de los elementos de la misma.

La segunda medida preventiva que se debe intentar aplicar, para aquellos elementos de la instalación en los que no se pueda suprimir la tensión, el aislamiento artificial para reducir las zonas de peligro.

Esto puede conseguirse instalando barreras, envolventes o protectores aislantes que impidan materialmente el acercamiento o contacto de los trabajadores con el elemento en tensión. Estos equipos serán elegidos conforme a las normas técnicas que les sean aplicables. Ver FIGURA 20.



## **FIGURA 20 - ESQUEMA DE TRABAJOS EN PROXIMIDAD**

#### **4.9.7 “Swicheo”, aislamiento y aterrizamiento eléctrico**

Las maniobras ("swicheo"), Aislamiento y Aterrizamiento eléctrico, son actividades que se deben desarrollar por personal competente, bajo condiciones seguras, siguiendo los estándares y directrices definidos en los manuales, procedimientos, instructivos e instrucciones de trabajo establecidos y disponibles en cada área.

Operación estándar de apertura y cierre de interruptores, seccionadores o cortacircuitos, local o remota, concebida para cambiar el estado eléctrico de energización de una instalación eléctrica, no implicando montaje ni desmontaje de elemento alguno.

Sin embargo, en caso de presentarse alguna variación de los requerimientos establecidos, se debe identificar, evaluar y analizar esta nueva situación aplicando la valoración RAM.

#### **4.9.7.1 Maniobra swicheo del sistema de potencia en condiciones normales**

Para la planeación de la actividad de maniobra ("swichecko"), se deben considerar los siguientes factores:

- Configuración actual del sistema de potencia eléctrica.
  - Variables y ventanas operacionales del sistema.
  - Parámetro de ajuste de las protecciones eléctricas.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

- Características y condiciones actuales de los equipos y componentes eléctricos a operar.
- Comunicaciones e interrelaciones entre dependencias involucradas.
- Evaluación y Análisis de riesgos.
- Instrucciones de trabajo.

En el procedimiento y análisis de riesgo de la maniobra ("swicheo") que potencialmente altere la confiabilidad (esto es: vulnerabilidad, calidad, disponibilidad) del suministro de energía eléctrica, se debe incluir la oportuna y efectiva notificación a los usuarios afectados, utilizando los medios y estrategias de comunicación para garantizar el conocimiento permanente de esta condición, durante el tiempo que dure.

La ejecución de una actividad de maniobra ("swicheo") debe ser controlada bajo procedimientos, instructivos, Instrucciones de trabajo y análisis de riesgos definidos según el tipo de tarea a realizar.

Cuando una actividad de cierre o apertura implique varias actividades de maniobra ("swicheo"), las personas autorizadas de las áreas involucradas deben elaborar un programa detallado.

Antes y después de ejecutar cada paso de la maniobra "(swicheo)" se debe informar a quien corresponda (el receptor) a través del medio de comunicación establecido.

Igualmente, el receptor debe repetir completamente cada mensaje recibido.

#### **4.9.7.2 Maniobra swicheo en condiciones de emergencia**

Una maniobra ("swicheo") en condición de emergencia, se debe realizar cuando esta acción inmediata logre minimizar o eliminar una condición de peligro para las personas, equipos o instalaciones eléctricas.

Las emergencias de tipo eléctrico se pueden presentar en:

- Instalaciones de generación.
- Subestaciones eléctricas tipo interior.
- Subestaciones eléctricas tipo intemperie.
- Patio de transformadores.
- Circuitos aéreos.
- Circuitos subterráneos.
- Circuitos a cargas.
- Conexiones externas.
- Cargas.

Para proceder con la maniobra local bajo condición de emergencia, se deben cumplir como mínimo, las siguientes pautas generales:

- Notificar a la autoridad competente.
- Solicitar autorización de la maniobra, en caso de tener la competencia.
- Verificar que el equipo a maniobrar corresponda al equipo requerido. En caso de cualquier duda, se debe verificar y se debe suspender la maniobra hasta aclarar la situación.
- Realizar pruebas para confirmar la interrupción de la energía eléctrica.
- Cumplir los estándares y las directrices definidas por la organización, para ejecutar las acciones siguientes a la maniobra de emergencia.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

Una maniobra ("swicheo") bajo condición de emergencia, que se realice en una subestación tipo intemperie, debe ser realizada por la persona autorizada para este tipo de actividad, acompañada siempre de una persona competente.

Las llaves de acceso a subestaciones o patios de transformadores deben estar siempre disponibles en lugares apropiados, claramente conocidos por el personal autorizado, con una reglamentación oficial para su utilización.

Toda maniobra de emergencia que se realice debe ser adecuada y oportunamente notificada a los involucrados.

#### **4.9.8 Aterrizamiento (Sistema de puesta a tierra)**

El aterrizamiento o sistema de puesta a tierra, se compone de un conjunto de conexiones eléctricas físicas, temporales o permanentes, que se hacen entre los equipos, la instalación o componentes, y hacia un conjunto de conductores enterrados en la tierra física, a través de puntos de conexión a tierra, para minimizar las diferencias de potencial peligrosas en la instalación y entre partes del ser humano. Comprende electrodos, conexiones y cables enterrados.

El objeto central del sistema de puesta a tierra es lograr la equipotencialidad como principio universal de protección eléctrica.

Los tipos de conexión entre el sistema de puesta a tierra y los elementos del sistema eléctrico de potencia, se denominan aterrizamiento o puesta a tierra y se clasifican así:

- Permanente, de estructuras metálicas, cables con revestimiento metálico y partes metálicas no portadoras de corriente de los equipos eléctricos.
- Temporal tipo interior, de las fases de un circuito eléctrico, ejecutado a través de comandos de posición de tierra propios de la celda del equipo correspondiente, que comandan la acción de un seccionador o cuchilla de tierra para unir el sistema de puesta a tierra con el barraje correspondiente.
- Temporal tipo exterior de las fases de un circuito eléctrico, ejecutado a través de accesorios externos a la celda del equipo correspondiente. Las puestas a tierra exteriores se ejecutan con conductores flexibles y conectores especiales, aptos para ser maniobrados a distancia, conocidos también como "Puestas a Tierra Temporales".

Los aterrizamientos temporales, tanto internos como externos se deben realizar por personal capacitado y autorizado, siguiendo las instrucciones de trabajo para aterrizamiento que apliquen, y cumpliendo los requerimientos de seguridad.

El ejecutor de una actividad intrusiva debe realizar un segundo aterrizamiento tipo exterior, en la zona de trabajo.

La actividad de aterrizamiento tipo exterior debe cumplir como mínimo, las siguientes pautas generales:

- Verificar que el aterrizamiento sea ejecutado por personal competente, debidamente autorizado.
- Verificar que el punto a aterrizar corresponda al equipo requerido y según lo planeado. En caso de cualquier duda al verificar, se debe suspender el procedimiento de aislamiento hasta aclarar la situación.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

- Verificar que el punto a aterrizar está aislado eléctricamente.
- Verificar que los puntos de conexión a tierra y cables estén adecuadamente fijados.
- Verificar que cada fase del circuito se encuentre desenergizada, utilizando para ello el equipo de prueba adecuado.

Nota: El equipo de prueba debe ser revisado y probado justo antes de ser utilizado.

Conectar el cable de puesta a tierra al punto de conexión a tierra antes de conectarlo al neutro (si lo hay) y a las fases, y verificar que quede adecuadamente conectado. Para retirar el cable de puesta a tierra se debe desconectar primero el punto de conexión de las fases y luego el neutro (si lo hay) y el punto de conexión a tierra.

Todo aterrizamiento temporal tipo exterior debe quedar reportado y registrado, siguiendo los estándares de control definidos en el área involucrada.

Todo equipo o instalación eléctrica que se aísle, debe quedar adecuadamente aterrizada antes de su intervención.

En toda actividad que por su naturaleza pueda acumular energía eléctrica estática, las partes metálicas deberán ser adecuadamente aterrizadas, para drenar dicha energía.

Para mayor detalle ver capítulo 4.17 Puestas a tierra de este Manual.

#### **4.9.9 Actividades eléctricas en procesos productivos**

En las actividades operativas donde esté presente el peligro eléctrico y potencialmente pueda generarse un incidente, se deben tener en cuenta las siguientes prácticas:

- Verificar el estado de los equipos eléctricos antes de intervenirlos, ya sea por inspección (mirar, escuchar, oler y por último tocar) o por reportes documentados.
- Solicitar autorización al Centro de Control de Potencia o a quien corresponda, cuando se requiera poner en servicio un equipo eléctrico.
- Cumplir y hacer cumplir las directrices de aislamiento eléctrico cuando se realicen intervenciones de mantenimiento en equipos eléctricos.
- Reportar oportuna y formalmente las condiciones subestándar identificadas o fallas en los equipos o sistemas eléctricos.
- Cumplir y hacer cumplir los requerimientos descritos en el Instructivo para Permiso Eléctrico cuando se vayan a realizar trabajos de mantenimiento en equipos o componentes del sistema eléctrico.
- Cumplir los procedimientos establecidos para operación de equipos especiales como: Precipitador Electrostático y Desaladores.

#### **4.9.10 Trabajos a la intemperie**

En trabajos a la intemperie, se deben tener presentes las condiciones de humedad relativa, la presencia de tormentas eléctricas, lluvias, neblina, vientos fuertes u otras condiciones climáticas que puedan poner en riesgo a los ejecutores, o dificulten la visibilidad, o la manipulación de las herramientas. Los trabajos en instalaciones interiores directamente conectadas a líneas aéreas eléctricas deben interrumpirse en caso de tormenta.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

Todo trabajador que labore en cercanías de líneas de distribución o transmisión, debe tener una capacitación que le permita establecer las distancias de seguridad que debe observar en caso de que por acción u omisión se acerque a tales sitios.

Es importante que para este tipo de trabajos, se cuente un plan de actividades que permita establecer con certeza bajo qué condiciones se debe interrumpir una labor por aspectos ambientales o climáticos adversos.

#### **4.9.11 Trabajos en subestaciones**

Para determinar el nivel de riesgo de una instalación o un equipo, y en particular la existencia de alto riesgo, la evaluación debe realizarla una persona calificada en Electrotecnia

##### **4.9.11.1 Subestaciones y equipos**

Es responsabilidad de quien coordine los trabajos que se ejecuten en subestaciones, verificar que se cumpla lo siguiente:

- La subestación deben contar con procedimientos para la ejecución de consignaciones, para el mantenimiento y operación de todos los equipos de acuerdo con la normatividad vigente.
- El responsable de operar la subestación es quien entrega al personal de mantenimiento los equipos en la condición operativa indicada en el plan de trabajo y consignación aprobados. Una vez terminados los trabajos, recibe los equipos del personal de mantenimiento para disponerlos en estado operativo.
- Se dispondrá de una copia actualizada de los procedimientos de operación de dicha instalación, tanto en condiciones normales como de emergencia, incluyendo los planos eléctricos correspondientes y los manuales de inspección y mantenimiento de los equipos.
- Todos los equipos deben estar plenamente identificados y rotulados. Antes de realizar cualquier operación y mantenimiento se debe identificar claramente el sentido del flujo de la corriente.
- Todo trabajador que entre a una subestación debe asumir que todo el equipo y partes eléctricas están energizadas, hasta que se compruebe lo contrario.

##### **4.9.11.2 Subestaciones convencionales**

Se deben cumplir los siguientes requerimientos en las subestaciones convencionales (entendiendo que estas son las subestaciones tipo interior o intemperie que no son encapsuladas en SF6):

- El patio de las subestaciones convencionales tipo intemperie debe contar con un foso para recolección del aceite. También es importante que el piso esté recubierto con una capa de gravilla como medida de protección eléctrica y para permitir que se extinga cualquier incendio ocasionado por derrame de aceite. Esta capa no debe ser inferior a 10 cm y sobre ella se debe evitar el crecimiento de maleza.
- Cuando se trate de subestaciones existentes que no cuenten con foso para el transformador, como alternativas se puede implementar drenajes, canalizaciones o sistemas similares que sirvan para la evacuación del aceite en caso de derrames accidentales.
- Debe mantenerse en funcionamiento los drenajes que eviten la acumulación de agua en los patios. Los cárcamos y registros deben contar todos con sus respectivas tapas, en buen estado y puestas en su lugar.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

- Las cercas, mampostería, alambrados y mallas de encerramiento deben estar en buenas condiciones y debidamente conectadas a tierra; si están dañadas se deben reportar para su inmediata reparación.
- Se debe hacer control periódico de plagas, roedores y vegetación, mediante controles químicos o biológicos, aplicando la legislación vigente en materia ambiental y de Salud Ocupacional.
- Siempre se debe contar con un medio de comunicación que garantice el cubrimiento en el patio de maniobras entre el operador y la sala de control o quien deba estar enterado de las labores por seguridad de los trabajadores.
- Cuando sea necesario retirar las cubiertas, protecciones o frentes muertos de las partes vivas de los tableros, debe limitarse el área de trabajo con barreras de seguridad y avisos de peligro, debiendo colocarse dichas cubiertas nuevamente en su lugar, inmediatamente después de dar por concluidos los trabajos.
- Se dispondrá de copias actualizadas de los procedimientos de operación en condiciones normales y de emergencia de la instalación, incluyendo los planos eléctricos.
- Sobre las cubiertas principales o puertas frontales de los tableros debe marcarse el diagrama unifilar, como ayuda para la operación de los equipos.
- La apertura y cierre de cuchillas seccionadoras, cuchillas fusibles y otros dispositivos de corte visible, se hará utilizando las herramientas y equipo de protección individual y colectivo de acuerdo con la valoración del riesgo eléctrico.
- Las puertas de acceso y gabinetes de equipo de potencia y control se deben mantener en buen estado y ajustadas.
- Las celdas de los interruptores de media tensión, deben estar claramente identificadas y permitir ser diferenciadas a simple vista, tanto en su parte frontal como en su parte posterior, si corresponden a llegada de alimentadores o salidas de circuitos.
- En las maniobras donde se utilicen equipos se deberá conectar a tierra tanto las tuberías metálicas como el equipo y los elementos auxiliares, para descargar la electricidad estática y evitar arcos eléctricos que puedan ocasionar incendios o explosiones, así como por razones de equipotencialidad con tierra durante fallas.
- Todos los equipos de medición y prueba utilizados deben tener sus manuales de operación y guía del usuario, de manera que se garantice la realización de las pruebas y mediciones, con el menor riesgo para los usuarios.
- Siempre que se hagan reparaciones a los equipos, que alteren sus condiciones, las de la instalación o su operación, estas deben reportarse por escrito y colocar avisos preventivos en el lugar, indicando dicha condición y gestionar el respectivo control de cambios si aplica
- Cuando sea necesario hacer cambios de nomenclatura, cualquiera que sea la causa, éstas deben darse a conocer al personal que interviene los equipos; además se deben hacer las correspondientes modificaciones en los planos, documentos, diagramas y demás información asociada; igualmente se procederá en la realización de cambios o modificación de equipos.
- Todos los equipos, estructuras o elementos instalados en áreas donde puedan estar expuestos a inducciones eléctricas y que se encuentren desconectados de las bases o líneas para fines de pruebas o mantenimiento, deben conectarse a tierra para evitar descargas estáticas peligrosas.
- No se debe dejar cables energizados desconectados y con sus terminales suspendidas.
- Siempre que se trabaje en barrajes desenergizados donde se cuente con transformadores de potencial o dispositivos de potencial, se tienen que retirar los fusibles del lado de baja tensión para evitar un posible retorno de tensión. Una vez que se hayan concluido los trabajos y retiradas las tierras provisionales, se debe reponer los fusibles.
- Al utilizar grúa o carros, se debe conectar la estructura a la malla de tierra de la subestación y guardar la distancia de seguridad a las partes energizadas.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

- Para las labores que se realicen simultáneamente en dos o más subestaciones, afectadas por una sola línea, se debe contar con un único jefe de trabajo.
- Los vehículos con carga pesada o de maniobra deben abstenerse de cruzar sobre las tapas de los cárcamos, ductos o registros. Si es indispensable hacerlo, se debe acondicionar el paso con durmientes o placas para evitar daños.

#### **4.9.11.3 Trabajos sin tensión en subestaciones**

Toda intervención sin tensión en las subestaciones se debe efectuar solo después de haber sido planeada con antelación y de aplicar las cinco reglas de oro, con las siguientes consideraciones particulares:

- Corte efectivo: El corte visible lo proporcionan los seccionadores y los puentes extraíbles. Los interruptores de por sí no dan visualización de corte visible, solamente cuando permiten ser extraídos de los barrajes. Los seccionadores que hacen el corte visible, no podrán ser intervenidos durante la realización de los trabajos. El uso de cuchillas de tierra no reemplaza la necesidad de instalar tierras portátiles cuando se hagan trabajos en patio o en líneas.
- Bloquear eléctrica y mecánicamente y condensar con candados los equipos de acuerdo con los procedimientos establecidos en este manual "MASE".
- Verificación de la ausencia de tensión: Se debe hacer en cada una de las fases con un detector de tensión luminoso y sonoro, el cual debe probarse antes y después de cada utilización para garantizar su efectividad.
- Puesta a tierra y en cortocircuito: Se debe verificar el estado de la malla de tierra, se debe localizar un punto de la malla de tierra de la subestación y lo más cerca posible al área de trabajo que permita un sólido contacto a tierra.
- La empresa elaborará los procedimientos a seguir para la aplicación en cada caso particular de puestas a tierra y en cortocircuito atendiendo las características propias de cada subestación.
- Señalar y demarcar la zona de trabajo: Se debe marcar la sección de trabajo en forma muy notoria, acordonándola o usando barreras con avisos preventivos, a fin de que sean identificadas claramente cuáles son las partes desenergizadas y cuáles las energizadas, evitándose con esto contactos accidentales con dichas partes energizadas, tanto de la sección de trabajo como de las adyacentes. Esto aplica para gabinetes, celdas de control, cajas de relés, tableros de mando, entre otros.

#### **4.9.11.4 Operación y consignación de equipos y circuitos**

Se debe tener al respecto, lo siguiente:

- Guías y procedimientos. Deben existir guías y procedimientos para la operación de los equipos, así como para la realización de mediciones, prueba, verificaciones y ensayos de los mismos, conteniendo todas las medidas de Salud Ocupacional.
- Consignación de equipos y circuitos. Las consignaciones de los equipos y circuitos, deben atender a la normatividad vigente de ECOPETROL para tal efecto.
- Cuando haya una consignación compartida se debe informar a todas las partes interesadas. La devolución de la consignación del equipo intervenido debe ser informada al centro de control o al superior operativo, por el jefe de trabajo. Mientras exista duda o no sea posible establecer comunicación con el jefe de trabajo, no se debe declarar disponible el activo.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

#### **4.9.11.5 Subestaciones encapsuladas**

En caso de atender subestaciones encapsuladas se debe tomar en consideración todas las recomendaciones de seguridad que establezca el fabricante de la subestación o sus equipos asociados así como lo indicado para subestaciones convencionales aquí consignados.

#### **4.9.12 Plantas de emergencia, cuartos de baterías y áreas de trabajo**

Para determinar el nivel de riesgo de una instalación o un equipo, y en particular la existencia de alto riesgo, la evaluación debe realizarla una persona calificada en electrotecnia.

Se debe contar con procedimientos de mantenimiento, pruebas y ensayos teniendo en cuenta las recomendaciones del fabricante, tipo de planta de emergencia y su ubicación. Tener presente que cuando se efectúe mantenimiento se deben tomar las medidas de seguridad para evitar que la planta entre en línea (tome carga de algún sistema).

En relación con el combustible utilizado, debe aplicarse lo estipulado en el presente MANUAL "MASE", en los documentos especializados que para este efecto desarrolle la empresa y lo establecido por la reglamentación vigente al respecto.

En los cuartos de baterías se cumplirá con los siguientes requerimientos:

- Deben estar ventilados; las instalaciones eléctricas, de alumbrado, y ventilación deben contar con accesorios a prueba de explosión (a menos que se haga un estudio que determine que no es área clasificada). En estas áreas no se debe fumar, producir arcos eléctricos o activar fuentes de ignición.
- No deben ser utilizados como áreas de almacenamiento.
- La puerta de los cuartos de baterías deben abrir hacia fuera; permanecer cerrada y en buenas condiciones.
- Deben tener instaladas duchas lava ojos. En aquellos casos en que no sea posible su instalación y funcionamiento, debe contarse con sistemas portátiles para tal fin.
- Deben tener instalado equipo extintor de incendios accesible desde afuera.
- El banco de baterías debe poseer un sistema de seccionamiento principal. Las baterías deben estar fijadas, de manera que se evite la vibración del conjunto y el derrame de ácido (donde aplique).
- Al ingresar o realizar trabajos en un cuarto de baterías debe verificarse la calidad del aire interior.

##### **4.9.12.1 Protecciones**

En todas las actividades y operaciones de mantenimiento donde se intervengan gabinetes se debe observar:

- Delimitar el área de trabajo dentro de los gabinetes.
- Todos los trabajos que se realicen en los circuitos de control y protección se deben realizar con herramienta técnicamente aislada atendiendo a las normas para tal efecto.
- Para inyección de corrientes y tensiones con equipos de prueba, se debe contar con los equipos adecuados y en las escalas correspondientes. Verificar en planos los puntos a inyectar y los valores requeridos, confirmar que los caminos de corriente se encuentren cerrados en caso de realizar

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

inyección de corriente, utilizar las puntas de prueba adecuadas y en buen estado y asegurar que los cables de prueba no se soltarán en la ejecución de la misma.

- Cuando se realicen trabajos en las celdas se debe demarcar los módulos adyacentes al lugar donde se va a realizar el trabajo, tanto en la celda como en el piso, dejando despejada solo el área donde se va a intervenir.

#### **4.9.12.2 Registros y cárcamos**

Al realizar trabajos sobre registros y cárcamos se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Que al realizar trabajos eléctricos en registros o cárcamos no se encuentren inundados.
- Inspeccionar y hacer mantenimiento periódico a los drenajes para evitar la acumulación de agua.
- Las tapas que los cubren deben mantenerse en buen estado.
- Siempre que se terminen los trabajos, se debe colocar las tapas en su sitio, tomando las precauciones debidas.
- Tener las precauciones necesarias con los conductores energizados.
- En el evento de ingreso de vehículos a áreas de registros y cárcamos deben tomarse las medidas de protección necesarias para evitar deterioros de las tapas.

#### **4.9.12.3 Talleres de mantenimiento y laboratorios**

Todos los talleres de mantenimiento y laboratorios deben tener:

- Amplitud, iluminación y ventilación de acuerdo con los trabajos que allí se realicen.
- Condiciones de orden y aseo.
- Equipo para el control de incendios.
- Señalización y demarcación.
- Guardas protectoras en los equipos que lo requieran.
- Equipos y herramientas en buen estado de operación y mantenimiento.
- Todos aquellos requerimientos de seguridad que sean necesarios.

#### **4.9.13 Trabajos sin tensión en líneas de distribución o transmisión**

Toda intervención sin tensión en las líneas eléctricas, se debe efectuar sólo después de haber sido planeada con antelación y luego de aplicar las cinco reglas de oro indicadas en el presente manual "MASE", es decir:

- Desconexión.
- Bloqueo o condenación, enclavamiento y señalización de los equipos de corte (SAES).
- Verificación de la ausencia de tensión.
- Puesta a tierra y en cortocircuito.
- Señalización y demarcación del área de trabajo.

#### **4.9.13.1 Desconexión**

De acuerdo con la magnitud de los trabajos, condiciones operativas del sistema y siempre que sea posible, debe efectuarse corte visible mediante la apertura de los puentes de conexión de las líneas de distribución o transmisión, en las estructuras de retención adyacentes al sitio de los trabajos, para

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

permitir aislarlos de los tramos energizados de líneas que pueden funcionar como condensadores para el sistema.

Al manipular los puentes, siempre deben estar puestos a tierra hasta tanto no sean asegurados y aterrizzados en forma definitiva.

En los sitios de trabajo donde no es posible verificar físicamente el corte visible, el jefe debe validar y confirmar mediante comunicación directa con el responsable de ejecutar las maniobras de operación, que la línea de transmisión está desenergizada y aterrizada en los seccionadores de línea en cada una de las subestaciones que interconecta.

En líneas de doble circuito, donde uno de los circuitos es intervenido con línea desenergizada, el otro circuito debe consignarse con riesgo de disparo y recierres desconectados, de tal forma que en caso de falla o desconexión no prevista, no se restituya el servicio hasta no confirmar con el jefe de trabajos en sitio, si la apertura fue debida a alguna maniobra o accidente generado por los trabajos ejecutados.

Para prevenir alimentaciones, inducciones o retornos inesperados desde el lado de carga durante la labor, se debe trabajar "encerrado en tierras", es decir, se debe colocar un aterrizamiento temporal externo anterior y uno posterior al sitio de trabajo.

#### Aplicación del SAES

##### **4.9.13.2 Verificación de la ausencia de tensión**

Por ningún motivo se asumirá que una línea de distribución o transmisión está desenergizada, mediante percepciones individuales de ausencia de ruido audible o efecto visual por efecto corona, eliminación de radio interferencia en receptores de radio, efecto de campo eléctrico sobre la piel, o cualquier otra percepción que no sea verificable por medidas físicas y equipos adecuados.

Para mejorar la confiabilidad de las medidas de ausencia de tensión en líneas de transmisión, el equipo de medida debe tener un dispositivo autónomo que verifique el correcto funcionamiento del equipo de medida.

Los principios de operación de estos dispositivos deben ser tipo contacto, es decir, solo operan cuando efectivamente exista contacto físico con la parte energizada. Los dispositivos que detectan tensión a distancia no son seguros porque la distancia de actuación resulta subjetiva desde el piso.

Los detectores de tensión deben ser instalables en pértigas, poseer medios de indicación sonora y detectar tensiones superiores a 25 V C.A. (tensión mínima tomada del RETIE). Preferiblemente deben ser de escala única.

Estos detectores deben tener una función de automonitoreo que les permita establecer el estado de las baterías y del circuito de funcionamiento. Adicionalmente deben poseer un clip de sujeción al cinturón.

##### **4.9.13.3 Puesta a tierra y en cortocircuito**

Las puestas a tierra en líneas de distribución o transmisión deben ser instaladas en cada una de las estructuras adyacentes y lo más cerca posible del sitio donde se van a realizar los trabajos, mediante un puente de puesta a tierra individual por fase donde la conexión a tierra puede hacerse sobre la estructura metálica si procede, o bajante a tierra que esté unido al sistema de puesta a tierra de la red

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

en caso de líneas con neutros o cables de guarda. Cuando el circuito no tiene cable de neutro o guarda es imprescindible instalar un electrodo independiente de tierra (varilla o jabalina), el cual preferiblemente se debe unir también a cualquier bajante a tierra que posea la estructura o poste.

En ningún caso se acepta que un cable de soporte (viento) pueda ser usado como electrodo de puesta a tierra.

Los juegos de puesta a tierra de cable y conectores deben cumplir con las especificaciones de máxima corriente de falla previstas para la línea eléctrica en el sitio de trabajo, según lo especificado en los requisitos mínimos para equipos de puesta a tierra, y deben contar con un sistema de señalización de forma que sean claramente identificadas por los integrantes del grupo de trabajo que están en la parte superior de la estructura y desde tierra.

En el caso de ejecutarse trabajos en una línea de doble o más circuitos, en la cual se interviene un circuito desenergizado paralelo a otro energizado, debe instalarse en forma adicional una puesta a tierra de protección individual en el sitio de trabajo específico donde se encuentre el ejecutor, para que mitigue las tensiones inducidas del otro circuito energizado que pueden afectarlo.

La colocación de puestas a tierra externas debe iniciarse desde la varilla de puesta a tierra (jabalina) en dirección del neutro (cable de guarda) si existe, y posteriormente en dirección de las fases. La persona que instale la puesta a tierra temporal deberá retirarse al menos un metro de la varilla o jabalina al momento de buscar los demás conductores para conectarlos. Esto con el fin de evitar quedar expuesta a tensiones peligrosas de paso si al momento de la conexión ocurre un cortocircuito a tierra.

El retiro de las puestas a tierra temporales externas, debe iniciarse por las instaladas en el sitio de trabajo y posteriormente las de las estructuras adyacentes, teniendo en cuenta retirar primero la grapa instalada en el conductor de neutro (si lo hay), de fase y luego la de la varilla (jabalina) de puesta a tierra, evitando siempre hacer puente entre el cuerpo del trabajador (fase desconectada en contacto con el cuerpo) y la puesta a tierra, para que el cuerpo del ejecutor no sea el camino de corriente hacia la puesta a tierra.

Una vez retirados los puentes de puesta a tierra debe verificarse que la cantidad es igual a los instalados y cerciorarse de que ninguna otra continúa instalada. En el caso de que se hayan manipulado conductores de fase o reinstalado puentes en estructuras de retención, debe hacerse una verificación de cumplimiento de las distancias de seguridad fase – tierra y entre fases.

Además de seguir los procedimientos generales para instalación correcta de puesta a tierra, el ejecutor debe asegurar el máximo contacto entre el conector de tierra y la jabalina, estructura, o cable de neutro o guarda, para lo cual se debe retirar los contaminantes tales como pinturas, corrosión, hongos, entre otros, mediante herramientas abrasivas que cumplan este objetivo.

Al ordenar la energización de la línea, se debe mantener una distancia prudente a la estructura en prevención de falla a tierra o variaciones de las tensiones de contacto o de paso.

Otro aspecto que es importante considerar en la conexión y desconexión de una puesta a tierra temporal, es el uso de guantes dieléctricos.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

#### **4.9.14 Trabajos en redes de distribución subterráneas**

##### **4.9.14.1 Medidas de prevención**

De acuerdo al panorama de factores de riesgo, la empresa identificará si sus instalaciones subterráneas se configuran como espacios confinados y desarrollará el procedimiento de seguridad respectivo el cual debe constar por escrito.

Antes de empezar a realizar un trabajo en instalaciones subterráneas, además de cumplir lo establecido para el diagnóstico, planeación y ejecución del RETIE, se deben seguir las siguientes indicaciones:

- Señalización y demarcación del área de trabajo.
- Abrir cámara para permitir escape de gases y ventilación natural.
- Garantizar que el equipo de trabajo cuente con un sistema de monitoreo de gases durante todo el tiempo de permanencia en la cámara subterránea.
- Antes de entrar a una cámara subterránea, su atmósfera interior deberá ser evaluada para determinar si existen gases tóxicos, combustibles o inflamables, con niveles por encima de los límites permisibles y la concentración de oxígeno mínima. Si la concentración del gas es superior al valor límite permisible se implementará un sistema de ventilación forzada continua hasta llegar al nivel permitido. Mientras la concentración de oxígeno esté por fuera de los valores límites permisibles, no se efectuará el trabajo.
- Inspeccionar las condiciones detectando deficiencias en la estructura y otros peligros, con el fin de implementar las medidas que deben adoptarse para evitar accidentes.
- Drenar cuando exista acumulación de agua.
- Planear la posible acción de rescate que resulte necesaria, de acuerdo a los riesgos existentes y a las características de la instalación. Se debe garantizar que el equipo de trabajo cuente con un procedimiento de rescate en situaciones de emergencia.
- Para ingresar a la cámara de inspección o subestación de sótano deben utilizarse escaleras de material no conductor que apoye firme y completamente en el piso.
- No deben utilizarse los cables o estructuras como peldaños para bajar.
- Antes de iniciar cualquier trabajo, es obligatorio identificar todos los circuitos, trayectorias, circuitos de alimentación, transformadores y medios de seccionamiento que involucren los trabajos a desarrollar.

##### **4.9.14.2 Prueba, operación y mantenimiento.**

En los trabajos de pruebas, operación y mantenimiento de redes subterráneas se deben cumplir las siguientes indicaciones:

- Es requisito indispensable que los cables de media y de baja tensión, transformadores y equipos asociados se encuentren debidamente identificados de acuerdo a normas vigentes, debiendo coincidir con lo señalado en los planos de las instalaciones.
- Cuando se encuentre una instalación que no cumpla con el requisito anterior debe reportarse de inmediato a la dependencia correspondiente, y no se debe realizar ningún trabajo hasta tanto sean debidamente identificados los circuitos involucrados.
- Antes de realizar cualquier trabajo de pruebas u operación de equipos de distribución subterráneos se debe verificar que se encuentren desenergizados (verificación de ausencia de tensión) y puestos a tierra en todos los extremos del cable.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

- Cualquier corte de cable subterráneo, debe realizarse con los equipos especializados para tal fin, los cuales permitan realizar el primer corte del mismo desde el exterior de las cámaras; una vez realizado el primer corte se pueden utilizar las herramientas convencionales de corte.
- Para la realización de pruebas de resistencia de aislamiento a los cables de media y baja tensión deben seguirse las siguientes reglas:
  1. Antes de aplicar tensión, chequear ausencia de tensión, verificar que los extremos estén aislados y no tengan equipos conectados, deben protegerse los extremos del cable bajo prueba, utilizando barreras y avisos preventivos y evitar el acceso de personas ajenas a las pruebas que se realizan.
  2. El personal que participa en las pruebas debe respetar las distancias mínimas de seguridad respecto a circuitos energizados establecidas en el RETIE.
  3. Al término de la prueba se debe apagar el equipo y antes de retirar las conexiones, descargar a tierra el cable con una pétiga aislada.
- Cuando por condiciones de falla u otro motivo se deje fuera de servicio un transformador, equipo de seccionamiento, o cable de media o baja tensión, deben colocarse avisos preventivos que adviertan claramente las condiciones existentes.
- Antes de reparar un neutro abierto se debe abrir el circuito, utilizando los elementos y los medios de protección necesarios para controlar los riesgos presentes y potenciales.
- Antes de mover cables de media tensión se debe verificar visualmente su estado y moverlos con un elemento aislante. Cuando se deje en consignación un cable de media tensión, siempre deben aterrizarse sus dos extremos, utilizando las terminales adecuadas, y colocando los avisos preventivos correspondientes.
- Todos los equipos de seccionamiento normalmente abiertos, en las transiciones de las redes subterráneas, deben considerarse como energizados a su tensión nominal, debiendo instalarse en ellos avisos preventivos permanentes, que señalen esta condición.

#### **4.9.14.3 Puesta en servicio**

Antes de energizar una instalación subterránea, debe comprobarse que no haya partes vivas expuestas.

Para la entrada en operación de acometidas y equipos en media tensión, deben haberse efectuado las correspondientes pruebas de aislamiento.

#### **4.9.14.4 Subestaciones y acometidas**

Cuando se esté trabajando en subestaciones tipo pedestal y para reparación o cambio de acometidas, se deben tener en cuenta los siguientes lineamientos:

- Toda maniobra debe realizarse con pétiga aislada.
- Antes de intentar cualquier operación del seccionador de un transformador, debe analizarse cuidadosamente su condición de operación, verificando la posición del indicador de la perilla, para evitar operaciones equivocadas.
- Antes de operar un conector tipo codo, debe verificarse cuidadosamente si es del tipo para operar con carga o para operación sin carga, a fin de proceder en consecuencia.
- Los conectores tipo codo, una vez desconectados deben apoyarse en una terminal auxiliar aislada (parqueo), nunca en el suelo u otros medios improvisados.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

- Al término de una maniobra nunca deben dejarse descubiertos los bornes o terminales de media tensión, sino que deben cubrirse con tapones aislados.
- Nunca deben utilizarse los seccionadores o conectores tipo codo de los transformadores para cerrar circuitos en los que exista una falla en media tensión.
- Antes de sacar el fusible tipo bayoneta, debe liberarse la posible presión interna del transformador operando su correspondiente válvula de alivio.
- Los cambios de "taps" se realizarán con el transformador desenergizado y siguiendo los procedimientos de seguridad descritos para cambios de "taps" en transformadores instalados en red aérea.
- Al seccionar una falla en un tramo de conductor secundario, inmediatamente debe aislarse la parte energizada que fue expuesta.
- En maniobras con conectores múltiples las mangas o aislamiento de partes que sufren daño deben reponerse y no repararse con cinta aislante.

#### **4.9.14.5 Conexión de circuitos en paralelo**

Para poner en paralelo dos circuitos de la misma o diferente fuente de alimentación o de transferencia de cargas, debe hacerse únicamente bajo supervisión de personal autorizado para coordinar este tipo de maniobras, quienes tendrán conocimiento previo de los circuitos involucrados, deben contar con los equipos adecuados y acatar las siguientes indicaciones:

- Al iniciar el trabajo, verificar funcionamiento correcto del equipo de prueba de paralelo.
- Verificar presencia de tensión en los extremos.
- Verificar paralelo.
- En las maniobras de paralelaje, dependiendo del tipo de equipos de seccionamiento, se realizará la actividad con tensión o sin tensión.
- Todo cambio en la configuración de los circuitos, derivado de maniobras de paralelaje o transferencia de cargas o por cualquier otro motivo, se registrará oportunamente, manteniéndose los planos correspondientes actualizados.

### **4.10 REGLAS BÁSICAS DE SEGURIDAD PARA TRABAJOS EN TENSIÓN**

Trabajos en tensión son los Métodos de trabajo, en los cuales un operario entra en contacto con elementos energizados o entra en la zona de influencia directa del campo electromagnético que este produce, bien sea con una parte de su cuerpo o con herramientas, equipos o los dispositivos que manipula.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b> <b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>	

#### 4.10.1 Métodos de trabajo en instalaciones eléctricas en Ecopetrol



**FIGURA 21 – DIAGRAMA DE TRABAJO EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS**

De acuerdo al diagrama anterior se define que los métodos de trabajo avalados para ser realizados en instalaciones de Ecopetrol y que son a los que más comúnmente se enfrenta un electricista y que Ecopetrol tiene la forma de validar sus competencias para habilitarlo, son las realizadas en media y baja tensión en sistemas eléctricos energizados, y que tiene los medios para proteger al personal y evitar y controlar los riesgos asociados al mismo son:

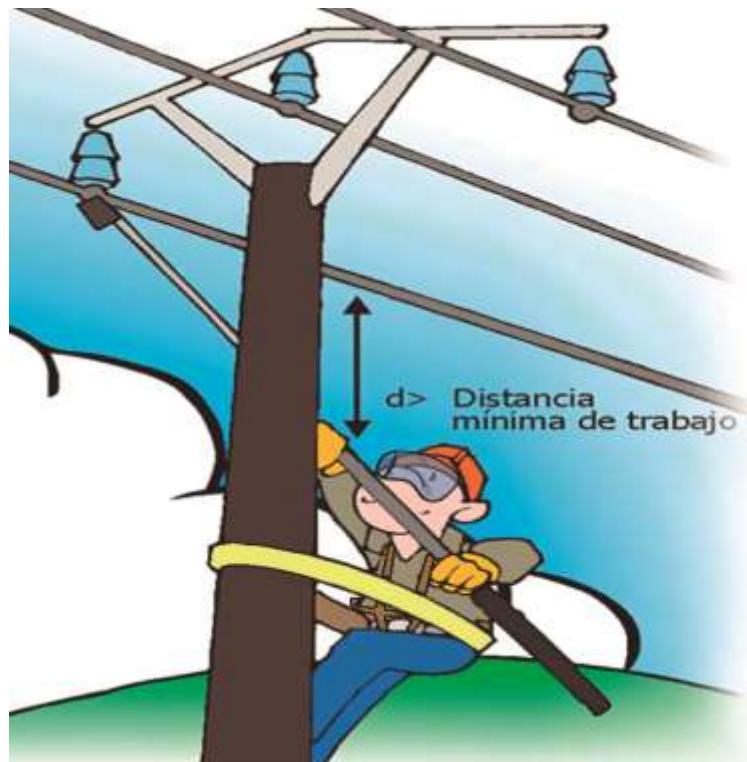
##### 4.10.1.1 Método de Trabajo a distancia

Este método es utilizado principalmente en instalaciones de media tensión con tensiones usualmente hasta 115 KV.

El trabajador permanece al potencial de tierra, bien sea en el suelo, en los apoyos de una línea aérea o en cualquier otra estructura o plataforma.

El trabajo se realiza mediante herramientas acopladas al extremo de pétigas aislantes. Las pétigas suelen estar formadas por tubos de fibra de vidrio con resinas epóxicas, y las herramientas que se acoplan a sus extremos deben estar diseñadas específicamente para realizar este tipo de trabajos. Ver FIGURA 22.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>	



**FIGURA 22- MÉTODO DE TRABAJO A DISTANCIA**

#### 4.10.1.2 Método de trabajo a contacto

En este método el operario ejecuta la tarea con sus manos y brazos correctamente protegidos mediante elementos aislantes (guantes, protectores de brazos y otros) manteniendo siempre doble nivel de aislamiento con respecto a distintos potenciales. Para poder aplicarlo es necesario que las herramientas manuales utilizadas (alicates, destornilladores, llaves de tuercas, etc.) dispongan del recubrimiento aislante adecuado. Ver FIGURA 22.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>	



**FIGURA 22 - MÉTODO DE TRABAJO A CONTACTO**

#### 4.10.1.3 Trabajo en proximidades de circuitos energizados

Para esta forma de trabajo en tensión el MASE en diferentes capítulos hace alusión al mismo en diferentes apartes y con un mayor realce en los capítulos 4.9.5, 4.9.6, 4.9.14 y 4.15.5

#### 4.10.2 Requisitos para realizar trabajos en tensión

- El trabajo en tensión se desarrolla con el trabajador entrando en contacto con elementos en tensión, o entrando en la zona de peligro, bien sea con una parte de su cuerpo o con las herramientas, equipos, dispositivos o materiales que manipula. El trabajo en tensión solamente podrán realizarlo trabajadores calificados y especialmente entrenados para ello, utilizando equipos y materiales, y siguiendo métodos y procedimientos de trabajo que aseguren su protección frente al riesgo eléctrico.
- La empresa debe establecer procedimientos para ejecutar trabajos en tensión, incluyendo todas las medidas de seguridad y salud ocupacional necesarias, de acuerdo con el método elegido, ya sea método de trabajo con tensión en proximidades, a distancia o método de trabajo a contacto.

Solamente podrán ejecutarse trabajos en equipos o en instalaciones energizadas cuando:

- Los trabajos sean ejecutados en instalaciones con tensiones por debajo de 25 V, siempre que no exista posibilidad de confusión en la identificación de tales instalaciones y que no se tengan riesgos de quemadura por arco eléctrico.
- La naturaleza de las maniobras, mediciones, ensayos y verificaciones así lo exijan, por ejemplo, la apertura y cierre de interruptores o seccionadores, la medición de una tensión, la realización de ensayos de aislamiento eléctrico, o la comprobación de la concordancia de fases.
- Los trabajos en proximidad de equipos o instalaciones, cuyas condiciones de explotación o de continuidad del suministro de servicio, así lo requieran.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

- Los trabajos en tensión, justificados por las condiciones anteriormente indicadas, pero donde no se disponga de un procedimiento formalizado, en cuyo caso será necesario que la forma de hacer el trabajo sea analizada minuciosamente por personal habilitado en trabajos en tensión, de manera que se incluyan todas las medidas de seguridad, que terminen en el establecimiento de un nuevo procedimiento para este tipo de labores. El procedimiento debe ser verificado o aprobado por una instancia superior. Para todos los casos debe quedar registrado el procedimiento en el plan de trabajo o informe final de trabajo ejecutado.
- Solamente ejecutarán trabajos en tensión aquellos trabajadores que estén debidamente capacitados, entrenados y cuenten con la autorización (habilitación) de la empresa, previo cumplimiento del perfil ocupacional. Adicionalmente, se debe tener vigente su certificación laboral por competencias para esa labor, conforme a la legislación para el efecto.

#### **4.10.3 Organización de las tareas en trabajos en tensión**

La ejecución de todo trabajo en tensión está subordinada a la aplicación de su procedimiento de ejecución, previamente estudiado. Todo procedimiento de ejecución debe comprender:

Un título que indique:

- La naturaleza de la instalación intervenida.
- La descripción precisa del trabajo.
- El método de trabajo.
- Medios físicos (materiales y equipos de protección personal y colectiva) y recurso humano.
- Descripción ordenada de las diferentes fases del trabajo, a nivel de operaciones concretas.
- Croquis, dibujos o esquemas necesarios.

#### **4.10.4 Equipo de protección en trabajos con tensión**

Los procedimientos, equipos y materiales utilizados en el método de trabajo empleado deben asegurar la protección del trabajador frente al riesgo eléctrico, garantizando, en particular, que el trabajador no entre en contacto accidentalmente con cualquier otro elemento o potencial distinto al suyo.

El personal ejecutor debe verificar el buen estado y usar los elementos de protección personal, de conformidad con los procedimientos previstos, las responsabilidades asignadas y con la técnica a utilizar (contacto, distancia o en proximidades).

Ningún operario podrá participar en un trabajo en tensión a menos de que disponga en la zona de trabajo de sus elementos de protección personal, que comprenden los siguientes:

- En todos los casos: casco aislante de protección y guantes de protección.
- En cada caso particular, los equipos previstos en los procedimientos de ejecución a utilizar serán, entre otros: botas dieléctricas, dos pares de guantes aislantes del modelo apropiado a los trabajos a realizar, gafas de protección contra rayos ultravioleta, manguitos aislantes, herramientas aislantes.
- Cada operario debe cuidar la conservación de su dotación personal, de acuerdo con las fichas técnicas. Estos materiales y herramientas deben conservarse en seco, al abrigo de la intemperie y transportarse en fundas, estuches o compartimentos previstos para este uso. Estos elementos no deben sacarse de los mismos hasta el momento de su empleo.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

- Toda persona que pueda tocar a un operario, bien directamente o por medio de herramientas u otros objetos, deberá llevar botas y guantes aislantes.
- Todo equipo de trabajo en tensión debe ser sometido a ensayos periódicos de acuerdo con las normas técnicas o recomendaciones del fabricante. A cada elemento de trabajo se le debe abrir y llenar una ficha técnica.
- Los guantes aislantes deben ser sometidos a una prueba de porosidad por inyección de aire, antes de cada jornada de trabajo y debe hacérseles un ensayo de rigidez dieléctrica en laboratorio, por lo menos una vez al año.
- Para las mangas, cubridores, protectores, mantas, púrtigas, tensores, escaleras y demás equipo, se debe hacer por lo menos un ensayo de aislamiento al año.

#### **4.10.5 Herramientas para trabajos en tensión**

Son los elementos con los cuales el personal puede ejecutar los trabajos siguiendo las prácticas de seguridad, facilitando los trabajos y aumentando los niveles de protección.

Entre las funciones de estos equipos se encuentran las siguientes:

- Permitir la ejecución en forma segura de las maniobras necesarias para la desenergización y energización.
- Facilitar la manipulación de conductores y partes no aisladas de los equipos a una distancia segura.
- Garantizar un espacio de trabajo libre de potenciales eléctricos que puedan representar riesgos para el personal.
- Facilitar la identificación de conductores energizados.
- Proporcionar la señalización que permita identificar claramente los equipos sobre los cuales se está trabajando.
- Proveer los medios de señalización y bloqueo sobre los elementos de maniobra que controlan la fuente de energía para evitar que se energicen accidentalmente los equipos sobre los cuales se está trabajando.
- Aislar conductores energizados expuestos dentro del área de trabajo.

Los equipos de seguridad deben estar certificados bajo normas aceptadas a nivel nacional y/o internacional, para garantizar que son adecuados para el sitio y el tipo de trabajo que se va a realizar.

**TABLA 8- NORMAS DE LOS EQUIPOS DE SEGURIDAD**

<b>Implemento de seguridad</b>	<b>Normas</b>
Señalización y etiquetas de seguridad	ANSI Z535
Cubiertas aislantes	ASTM D 1049
Mantas aislantes	ASTM D 1048
Implementos de fibra de vidrio	ASTM F 711
Herramientas de mano aislada	ASTM F 1505

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

Para garantizar la seguridad de las personas, siempre al iniciar y al terminar la jornada de trabajo, todos los electricistas deben realizar inspección visual de sus herramientas para detectar daño evidente del aislamiento de caucho o goma elástica. Esta inspección debe incluir las púrtigas, elementos de puesta a tierra, escaleras, herramientas aisladas, etc. El elemento que se detecte defectuoso no debe ser utilizado y se debe regresar para evaluación, pruebas especiales o definitivamente dar de baja. Las herramientas utilizadas deben ser certificadas para las diferentes tensiones de trabajo y cumplir los estándares IEC o ANSI respecto de la rigidez dieléctrica de los materiales aislantes.

Nunca deben utilizarse herramientas con grietas, roturas u orificios en el aislamiento. Nunca improvise el aislamiento de herramientas con cinta aislante u otros elementos.

#### **4.10.6 Selección de equipos, materiales y herramientas**

Los equipos y materiales para la realización de trabajos en tensión se elegirán teniendo en cuenta las características del trabajo y la tensión de servicio, y se utilizarán, mantendrán y revisarán siguiendo las instrucciones de su fabricante, la norma nacional o internacional vigente que les aplique y las que defina la empresa para garantizar la protección del trabajador y su correcta operación y calidad.

Para garantizar que las herramientas y equipos utilizados para realizar trabajos en tensión ofrecen la seguridad requerida para la labor, se debe:

- Establecer una programación periódica de pruebas para los equipos de trabajo en tensión de acuerdo con los procedimientos.
- Las herramientas que presenten valores de prueba fuera de los aceptados deben ser marcadas y retiradas de uso.
- Conocer las cargas máximas mecánicas que soportan cada una de las herramientas que se utilicen de acuerdo con las fichas técnicas y nunca sobrepasar esta carga.
- Las manillas dieléctricas deben ser almacenadas, transportadas en recipientes plásticos que permitan cubrirse o aislarse del medio externo. Durante su uso se debe evitar el contacto directo con el suelo u otros productos que deterioren el elemento. Éstas deben manipularse con guantes limpios.
- Diligenciar la hoja de vida para cada una de las herramientas.

#### **4.10.7 Documentación y procedimientos**

La empresa establecerá procedimientos y elaborará documentos escritos sobre las características técnicas, el almacenamiento, transporte, aplicación, pruebas y mantenimiento que requieran los accesorios aislantes, las herramientas aisladas, los equipos de medida y los elementos de protección personal, entre otros.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>

#### **4.10.8 Trabajos con tensión en redes eléctricas aéreas de media tensión (< 57.5 KV)**

Para este tipo de trabajo denominado trabajo en línea viva, que utiliza los métodos a contacto y/o a distancia, aplicado solo para la Vicepresidencia de Desarrollo y Producción-VDP, se regirá por los siguientes reglamentos, normas e instructivos:

##### **4.10.8.1 Resolución 1348 del Ministerio de protección social: Reglamento salud ocupacional<sup>1</sup>**

El estado colombiano, con el fin de proteger a las personas, al medio ambiente y los bienes, de peligros específicos como la energía eléctrica, a través de los Ministerios de La Protección Social y de Minas y Energía, ha establecido los requisitos mínimos para garantizar los objetivos legítimos definidos en la Constitución Política de Colombia.

El Ministerio de la Protección Social mediante la Resolución 1348 de 2009, resuelve en su artículo 1º. *El Objeto de la resolución y en su Artículo 2º. Su campo de aplicación* los cuales se adoptan como requerimientos en este instructivo y así mismo el Reglamento de Salud Ocupacional para el Sector Eléctrico en su anexo técnico **Título I, Capítulo I Generalidades** define entre otros:

- Artículo 6: Los métodos de trabajo con tensión (Energizado) y las condiciones para ejecutar este tipo de actividades.
- Artículo 7 : Perfil ocupacional del ejecutor de trabajos con tensión
- Artículo 8 : Medidas de prevención en trabajos con tensión
- Artículo 9: Operación y consignación de equipos y circuitos,
- Artículo 10: Procedimientos, diagnóstico, planeación, programación, ejecución, supervisión y control de trabajo en las empresas eléctricas.

Los cuales igualmente se adoptan como requisitos en este manual para su aplicación.

##### **4.10.8.2 Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas-RETIE**

El RETIE mediante Resolución 90708 del 30 de Agosto del 2013 definió:

Artículo 19. Trabajos con tensión o con redes energizadas, define los métodos de trabajo más comunes, según los medios utilizados para proteger al operario y el nivel de tensión; 19.1 define la organización de los trabajos, y 19.2 define los Procedimientos de Ejecución para TCT.

##### **4.10.8.3 Instructivo para Trabajos con tensión en redes eléctricas aéreas de media tensión aplicado para la Vicepresidencia de Desarrollo y Producción-VDP**

Instructivo **GHS-I-011** o el que lo modifique actualice o derogue, cuyo objetivo es: Establecer los requisitos que se deben cumplir para desarrollar trabajos con tensión a contacto y/o a distancia en redes eléctricas aéreas de distribución en media tensión, donde la Vicepresidencia de Desarrollo y Producción (VDP) de Ecopetrol:

- Es el dueño de los activos, los opera y los mantiene.
- No es el dueño de los activos pero los opera y los mantiene.

<sup>1</sup> Aunque Ecopetrol no es una empresa del sector Eléctrico, el Reglamento de Salud Ocupacional Resolución 1348 del 2009 es adoptado para este manual

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>

- Es el dueño de los activos y un contratista los opera y los mantiene

#### 4.10.8.4 NFPA 70E

Es el estándar para seguridad eléctrica en los lugares de trabajo y suministra las formas y prácticas de cómo realizar trabajos seguros ante el peligro asociado con la electricidad. En ella se dan directrices y recomendaciones y se define el tipo de elementos de protección personal (EPP) de acuerdo con la actividad a realizar y con respecto a los riesgos de choque eléctrico y del nivel de energía incidente por arco eléctrico.

### 4.11 SÍMBOLOS ELÉCTRICOS

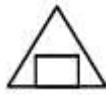
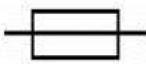
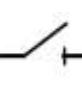
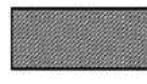
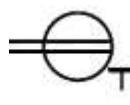
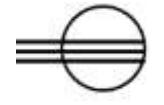
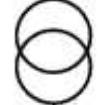
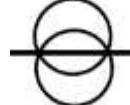
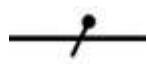
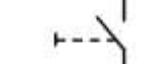
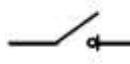
#### Símbolos eléctricos para planos e instalaciones

Tomados de las normas unificadas IEC 60617, ANSI Y32, CSA Z99 e IEEE 315, los cuales guardan mayor relación con la seguridad eléctrica.

**TABLA 9- PRINCIPALES SÍMBOLOS GRÁFICOS PARA PLANOS Y EQUIPOS**

<b>Caja de empalme</b>	<b>Corriente continua</b>	<b>Central hidráulica en servicio</b>	<b>Central térmica en servicio</b>	<b>Conductores de fase</b>
<b>Conductor de puesta a tierra</b>	<b>Conmutador unipolar</b>	<b>Contacto de corte</b>	<b>Contacto con disparo automático</b>	<b>Contacto sin disparo automático</b>
<b>Descargador de sobretensiones</b>	<b>Detector automático de incendio</b>	<b>Dispositivo de protección contra sobretensiones - DPS</b>	<b>DPS tipo varistor</b>	<b>Doble aislamiento</b>

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>			
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>			
	Código <b>GHS-M-001</b>	Elaborado <b>22/06/2016</b>	Versión: <b>2</b>	

				
<b>Equipotencialidad</b>	<b>Extintor para equipo eléctrico</b>	<b>Fusible</b>	<b>Generador</b>	<b>Interruptor, símbolo general</b>
				
<b>Interruptor bipolar</b>	<b>Interruptor con luz piloto</b>	<b>Interruptor unipolar con tiempo de cierre limitado</b>	<b>Interruptor diferencial</b>	<b>Interruptor unipolar de dos vías</b>
				
<b>Interruptor termomagnético</b>	<b>Lámpara</b>	<b>Masa</b>	<b>Parada de emergencia</b>	<b>Seccionador</b>
				
<b>Tablero general</b>	<b>Tablero de distribución</b>	<b>Tierra</b>	<b>Tierra de protección</b>	<b>Tierra aislada</b>
				
<b>Tomacorriente en el piso</b>	<b>Tomacorriente monofásico</b>	<b>Tomacorriente trifásico</b>	<b>Transformador símbolo general</b>	<b>Transformador de aislamiento</b>
				
<b>Conductor de neutro</b>	<b>Contacto operado manualmente</b>	<b>Empalme</b>	<b>Interruptor automático en aire</b>	<b>Interruptor seccionador para AT</b>
				

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

<b>Subestación</b>	<b>Tomacorriente, símbolo general</b>	<b>Transformador de seguridad</b>		
--------------------	---	---------------------------------------	--	--

Cuando por razones técnicas, las instalaciones no puedan acogerse a estos símbolos, se debe justificar mediante documento escrito firmado por el profesional que conforme a la ley es responsable del diseño. Dicho documento debe acompañar el dictamen de inspección que repose en la instalación

## 4.12 SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD

### 4.12.1 Generalidades

La señalización es una de las herramientas de prevención que complementa las estrategias de promoción para la salud y la seguridad de las personas en los lugares de trabajo. El adecuado uso de las señales de seguridad permite identificar los peligros y disminuir los riesgos presentes, por el solo hecho de ser desconocidos.

La mayor parte de los accidentes de trabajo o de tránsito en áreas laborales, se produce por falta de control de los factores de riesgo, por fallas humanas o por la ausencia de una señalización adecuada en las zonas de los proyectos o en trabajos de mantenimiento de las instalaciones eléctricas.

Este capítulo del MANUAL “MASE” busca divulgar los diversos tipos de avisos y señales de seguridad en el medio, que obedecen a las normas vigentes de ECOPETROL en materia de construcción, montaje, operación y mantenimiento. Ver FIGURA 23.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>



**FIGURA 23 - EJEMPLO DE SEÑAL DE SEGURIDAD**

Adicionalmente esta publicación pretende:

- Informar acerca de la presencia de un peligro, utilizando señales precisas y comunes para todos.
- Divulgar los símbolos que informan sobre los diversos peligros.
- Determinar el tipo de señalización requerida según el lugar donde se realicen los trabajos, teniendo en cuenta que los mensajes sean eficientes, claros y uniformes.
- Fomentar la creación de conciencia en los ejecutores de los proyectos acerca de la necesidad de prevención y protección de las personas. Igualmente brindar los medios más prácticos para dicho propósito.
- Unificar los criterios de diseño, uso y localización de las señales para todo el personal.

El objetivo de las señales de seguridad es transmitir mensajes de prevención, prohibición o información en forma clara, precisa y de fácil entendimiento para todos, en una zona en la que se ejecutan trabajos eléctricos o en zonas de operación de máquinas, equipos o instalaciones que entrañen un peligro potencial. Las señales de seguridad no eliminan por sí mismas el peligro, pero dan advertencias o directrices que permiten aplicar las medidas adecuadas para prevención de accidentes.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

#### 4.12.2 Marco legal

Los requisitos de señalización adoptados en el presente MANUAL "MASE", **IEC 60617, NTC 1461, ISO 3461, ANSI Z535 e ISO 3864-2** son de obligatoria aplicación y el propietario de la instalación será responsable de su utilización.

#### 4.12.3 Requerimientos básicos de las señales

Las señales deben cumplir los siguientes requerimientos básicos:

- Su escritura debe ser en idioma castellano y deben localizarse en sitios visibles que permitan cumplir su objetivo
- Satisfacer una necesidad de comunicación.
- Llamar la atención.
- Entregar un mensaje simple, claro y contundente.
- Inspirar respeto a los usuarios.
- Estar ubicadas en un lugar adecuado de tal manera que cumplan con su objetivo.
- Estos requerimientos básicos serán cumplidos si se observan ciertas normas esenciales con respecto a su diseño, colocación, mantenimiento y uniformidad.

La eficiencia y claridad con la que los mensajes llegan a los usuarios, depende de la habilidad de estos últimos para interpretarlos automáticamente. La uniformidad en el diseño de las señales ayuda a producir este mensaje y otros tales como:

- Reconocimiento.
- Aumento en la seguridad.
- Peligro.
- Orientación a la personas en zonas desconocidas.
- Evita confusiones.

#### 4.12.4 Clasificación de las señales de seguridad

De acuerdo con la norma NTC 1461, los colores de seguridad y los colores de contraste y las formas geométricas se usan sólo en las siguientes combinaciones para obtener los cuatro tipos básicos de señales de seguridad.

##### 4.12.4.1 Señales de prohibición

El símbolo es puesto centralmente sobre la base y no oscurece la barra cruzada, como se muestra en la FIGURA 24.



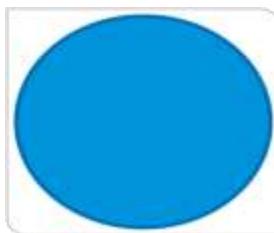
**FIGURA 24 -SÍMBOLO DE PROHIBICIÓN**

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>

Se recomienda que al menos el color rojo cubra el 35 % del área de la señal. Cuando no se disponga de un símbolo que indique un significado particular deseado, el significado se obtendrá preferiblemente usando un texto en lugar de un símbolo sobre la señal de prohibición.

#### 4.12.4.2 Señales de acción de mando

El símbolo o texto será puesto centralmente sobre la base. El color azul cubrirá por lo menos el 50 % del área de la señal. Ver FIGURA 25.

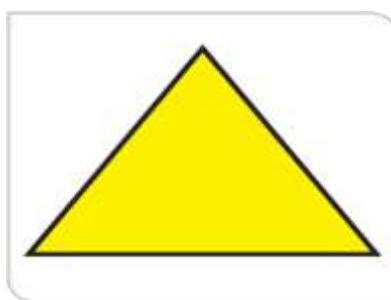


**FIGURA 25 -SÍMBOLO DE ACCIÓN DE MANDO**

Cuando no se disponga de un símbolo para indicar un significado particular deseado, el significado se obtendrá preferiblemente usando la señal general de acción de mando, junto con el texto sobre una señal complementaria o alternativamente usando un texto en lugar de un símbolo de acción de mando.

#### 4.12.4.3 Señales de prevención

El símbolo o texto será puesto centralmente sobre la base. El color amarillo cubrirá por lo menos el 50% del área de la señal. Ver FIGURA 26.



**FIGURA 26 -SÍMBOLO DE PREVENCIÓN**

Cuando no se disponga de un símbolo para indicar un significado particular deseado, el significado se obtendrá preferiblemente usando la señal general de prevención junto con el texto sobre una señal complementaria o alternativamente usando un texto en lugar de un símbolo de prevención.

#### 4.12.4.4 Señales de información concerniente a condiciones seguras

El símbolo o texto será puesto centralmente sobre la base y la forma será cuadrada o rectangular como sea necesario para acomodar el símbolo o texto. El color verde cubrirá al menos el 50 % del área de la

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>

señal. Cuando se disponga de un símbolo para indicar un significado particular deseado, éste será obtenido usando un texto en lugar de un símbolo sobre la señal de información. Ver FIGURA 27.

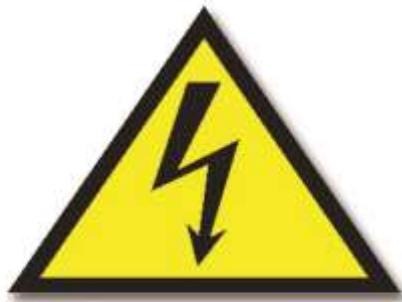


**FIGURA 27 -SÍMBOLO INFORMACIÓN CONDICIONES SEGURAS**

#### **4.12.5 Características específicas del símbolo de riesgo eléctrico**

Donde se precise el símbolo de riesgo eléctrico en señalización de seguridad, se deben conservar las proporciones de las dimensiones, según la siguiente tabla adoptada de la **IEC 60417-1**. Se podrán aceptar tolerancias de  $\pm 10\%$  de los valores señalados en la siguiente figura.

<b>h</b>	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>c</b>	<b>d</b>	<b>e</b>
5	0,6	3,7	3,7	3	2,4
30	1,2	7,5	15,3	6	4,8
40	1,6	10	20	8	6,4
50	2	12	26	10	8
64	2,5	16	33	13	10
80	3	20	41	16	12,8
100	4	25	51	20	16
125	5	32	64	25	20
160	6	40	82	32	26
200	8	50	102	40	32



**TABLA 10- PROPORCIONES EN LAS DIMENSIONES DEL SÍMBOLO DE RIESGO ELÉCTRICO**

#### **4.12.6 Clasificación de las señales de seguridad para condiciones eléctricas**

Las señales de seguridad según su tipo se clasifican en: De advertencia o precaución, de prohibición, de obligación, de información y de salvamento o socorro; estas deben aplicar las formas geométricas y los colores de la TABLA 11.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>			
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>			
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>	

La clasificación para la señalización de condiciones eléctricas se ilustra en la TABLA 11.

**TABLA 11- CLASIFICACIÓN Y COLORES PARA SEÑALES DE SEGURIDAD**

Tipo de señal de seguridad	Forma geométrica	Color			
		Pictograma	Fondo	Borde	Banda
<b>Advertencia o precaución</b>	Triangular	Negro	Amarillo	Negro	-
<b>Prohibición</b>	Redonda	Negro	Blanco	Rojo	Rojo
<b>Obligación</b>	Redonda	Blanco	Azul	Blanco o	-
				Azul	
<b>Información contra incendios</b>	Rectangular o cuadrada	Blanco	Rojo	-	-
<b>Salvamento o socorro</b>	Rectangular o cuadrada	Blanco	Verde	Blanco o	-
				Verde	

Las dimensiones de la señales deben permitir ver y captar el mensaje a distancias razonables del elemento o área sujeta al riesgo; para compensar las diferencias entre las áreas triangular, redonda, rectangular o cuadrada y para asegurar que todos los símbolos parezcan relativamente iguales en tamaño, cuando se divisen a cierta distancia, se deben manejar las siguientes proporciones:

- Base del triángulo equilátero: 100%
- Diámetro del círculo: 80%
- Altura del cuadrado o del rectángulo: 75%
- Ancho del rectángulo: 120%
- Son dimensiones típicas de la base del triángulo 25 mm, 50 mm, 100 mm, 200 mm, 400 mm, 600 mm, y 900 mm

#### **4.12.7 Código de colores para conductores eléctricos**

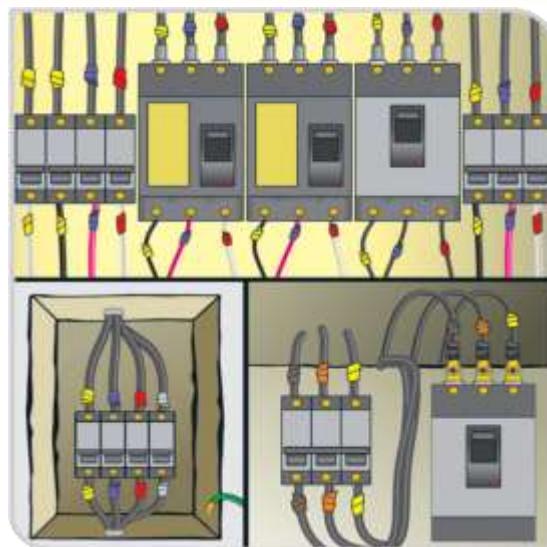
Con el objeto de evitar accidentes por errónea interpretación del nivel de tensión y tipo de sistema utilizado, se debe cumplir el código de colores para conductores aislados de potencia, establecido en la TABLA 12 y TABLA 13 según corresponda. Se tomará como válido para determinar este requisito el color propio del acabado exterior del conductor o una marcación clara en las partes visibles, con pintura, con cinta o rótulos adhesivos del color respectivo. Este requisito igualmente aplica a conductores desnudos, que actúen como barrajes en instalaciones interiores y no para los conductores utilizados en instalaciones a la intemperie diferentes a la acometida.

El código de colores establecido en la TABLA 12 no aplica para los conductores utilizados en instalaciones a la intemperie, diferentes a la acometida, tales como las redes, líneas y subestaciones tipo poste.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>									
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>									
	<b>Código GHS-M-001</b>				<b>Elaborado 22/06/2016</b>				<b>Versión: 2</b>	

**TABLA 12- CÓDIGO DE COLORES PARA CONDUCTORES C.A.**

SISTEMA	1Φ	1Φ	3ΦY	3ΦΔ	3ΦΔ-	3ΦY	3ΦY	3ΦΔ	3ΦΔ	3ΦY
<b>TENSIONES NOMINALES (Voltios)</b>	120	240/120	208/120	240	240/208/120	380/220	480/440	480 /440	Más de 1000 V	Más de 1000 V
<b>CONDUCTORES ACTIVOS</b>	1 fase 2 hilos	2 fases 3 hilos	3 fases 4 hilos	3 fases 3 hilos	3 fases 4 hilos	3 fases 4 hilos	3 fases 4 hilos	3 fases 3 hilos	3 fases	3 fases
<b>FASES</b>	Negro trifásico	Negro Rojo/	Amarillo Azul Rojo	Negro Azul Rojo	Negro Naranja Azul	Café Negro Amarillo	Café Naranja Amarillo	Café Naranja Amarillo	Violeta Café Rojo	Amarillo Violeta Rojo
<b>NEUTRO</b>	Blanco	Blanco	Blanco	No aplica	Blanco	Blanco	Gris	No aplica	No aplica	No aplica
<b>TIERRA DE PROTECCIÓN</b>	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde	No aplica
<b>TIERRA AISLADA</b>	Verde o Verde/ amarillo	Verde o Verde/ amarillo	Verde o Verde/ amarillo	No aplica	Verde o Verde/ amarillo	Verde o Verde/ amarillo	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica



**FIGURA 28 -EJEMPLO DE MARCACIÓN DE CONDUCTORES CON CINTA O RÓTULOS ADHESIVOS**

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>					
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>					
	Código <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>		<b>Versión: 2</b>		

**TABLA 13- CÓDIGO DE COLORES PARA CONDUCTORES C.C.**

SISTEMA C.C.	TN-S	TN-S	TN-C	TN-C	T-T	T-T
Tensión nominal (voltios)	Hasta 125	Mayor 125	Hasta 125	Mayor 125	Hasta 125	Mayor 125
Conductor positivo	Rojo	Rojo	Rojo	Rojo	Rojo	Rojo
Conductor negativo	Blanco	Azul	Blanco	Azul	Blanco	Azul
Conductor medio	No aplica	Blanco	No aplica	Blanco	No aplica	Blanco
Tierra de protección	Verde o Verde / Amarillo	Verde o Verde / Amarillo	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica

En circuitos monofásicos derivados de sistemas trifásicos, el conductor de la fase debe ser marcado de color asignado a la fase en el sistema trifásico donde se derive. Igual tratamiento debe darse a sistemas monofásicos derivados de 2 fases. Si la acometida es monofásica derivada de sistema trifásico, una fase también podrá identificarse con negro.

En todos los casos el neutro debe ser de color blanco o marcado con blanco en todas las partes visibles y la tierra de protección color verde o marcada con franja verde. **No se debe utilizar el blanco ni el verde para las fases.**

Los tableros procedentes del exterior para uso en Colombia, también deben marcarse según los colores establecidos en el **MASE**.

En sistemas de medida, el cableado de los transformadores tanto de potencial como de corriente, la conexión debe respetar el color de la fase asociada

#### 4.12.8 Señales de seguridad

A continuación se presentan las principales señales de seguridad relacionadas con instalaciones eléctricas. (Ver FIGURA 29, FIGURA 30)

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>

<b>Peligro Riesgo eléctrico</b>	Un rayo o arco	
<b>Símbolo de protección obligatoria de los pies</b>	Botas con símbolo de riesgo eléctrico	
<b>Símbolo de prohibido el paso</b>	Peatón caminando con línea transversal sobrepuesta	
<b>Debe utilizarse protección para la cabeza</b>	Cabeza de persona con casco	
<b>Debe utilizarse protección para los ojos</b>	Cabeza de persona con gafas	
<b>Debe utilizarse protección para los oídos</b>	Cabeza de persona con auriculares	
<b>Debe utilizarse protección para las manos</b>	Guantes	

**FIGURA 29 -PRINCIPALES SEÑALES DE SEGURIDAD**

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>



**FIGURA 30 -EJEMPLO DE SEÑALIZACIÓN USO DE EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL**  
**4.12.9 Señales de seguridad eléctrica para subestaciones y cuartos eléctricos**

En la entrada de la subestación eléctrica o a la entrada del cuarto eléctrico, debe exhibirse una señal que contenga como mínimo la siguiente información:

- El símbolo de riesgo eléctrico.
- El nivel de tensión de la subestación o el cuarto eléctrico.
- Señal que prohíba la entrada a personal no calificado.
- Señal que indique el uso obligatorio de EPP

En la siguiente figura se muestra la información mínima que debe tener la señal que se ubica a la entrada de las subestaciones o cuartos eléctricos.

Un ejemplo de la señal que debe instalarse a la entrada de subestaciones o cuartos eléctricos, es la FIGURA 31.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>



**FIGURA 31 –EJEMPLO DE SEÑALES PARA UBICAR A LA ENTRADA DE UNA SUBESTACIÓN O CUARTOS ELÉCTRICOS**

En la FIGURA 32 y FIGURA 33 se muestran ejemplos de una subestación y un cuarto eléctrico con la señal de seguridad eléctrica.



**FIGURA 32 -SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD PARA SUBESTACIONES DE MEDIA TENSIÓN**

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>			
<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>	



**FIGURA 33 -SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD PARA CUARTOS ELÉCTRICOS DE BAJA TENSIÓN**

#### 4.12.10 Señales de seguridad para tableros de baja tensión y celdas de media tensión

##### 4.12.10.1 Rotulado o instructivos de tableros

Un tablero de baja tensión o celda de media tensión debe tener adherida de manera clara, permanente y visible, por lo menos la siguiente información:

- Tensión(es) nominal(es) de operación.
- Corriente nominal de alimentación.
- Número de fases.
- Número de hilos (incluyendo tierras y neutros).
- Razón social o marca registrada del productor, comercializador o importador.
- El símbolo de riesgo eléctrico.
- Cuadro para identificar los circuitos.
- Indicar, de forma visible, la posición que deben tener las palancas de accionamiento de los interruptores, al cerrar o abrir el circuito.
- Todo tablero debe tener su respectivo diagrama unifilar actualizado.

Adicional al rotulado, el productor de tableros debe poner a disposición del usuario, mínimo la siguiente información:

- a. Grado de protección o tipo de encerramiento.
- b. Diagrama unifilar original del tablero.
- c. El tipo de ambiente para el que fue diseñado en caso de ser especial (corrosivo, intemperie o áreas

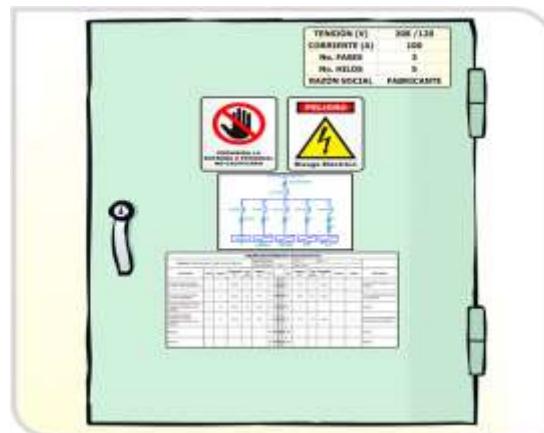
	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

- explosivas).
- d. Instrucciones para instalación, operación y mantenimiento.

En la FIGURA 34 se muestra la información mínima que debe tener el aviso o la señal que se ubica en la tapa del tablero o gabinete de baja tensión y en la FIGURA 35 y 35a se muestra un ejemplo de un tablero con la señal de seguridad eléctrica.

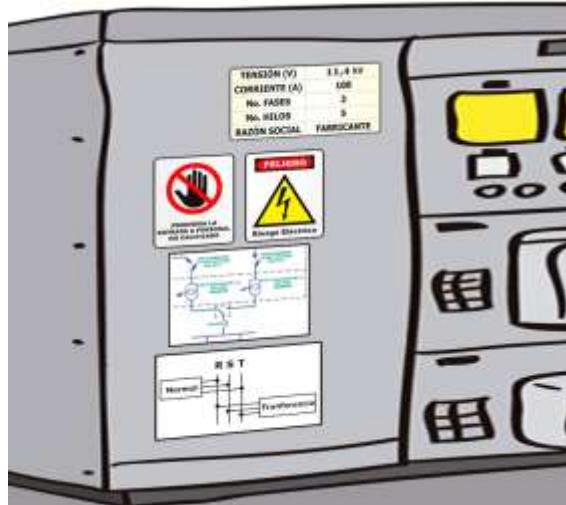


**FIGURA 34 -AVISO DE SEGURIDAD PARA TABLEROS O CELDAS**



**FIGURA 35 -EJEMPLO DE APLICACIÓN DE AVISO DE SEGURIDAD EN TABLERO DE BAJA TENSIÓN**

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>



**FIGURA 365a EJEMPLO DE APLICACIÓN DE AVISO DE SEGURIDAD EN CELDA DE MEDIA TENSIÓN**

#### 4.12.10.2 Rotulado para riesgo por arco eléctrico

Es muy importante instalar etiquetas donde se indique el nivel de riesgo que presenta un determinado gabinete, tablero eléctrico o equipo, en relación con la tensión y con el arco eléctrico producido durante posibles cortocircuitos. Dichas etiquetas se deben elaborar de acuerdo con el RETIE, adelantando un estudio de arco eléctrico de acuerdo con los lineamientos de la Norma NFPA 70E.

En la FIGURA 36 6 se ilustra un ejemplo del contenido de dicha señalización.



**FIGURA 36 ETIQUETA DE SEGURIDAD PARA RIESGO DE ARCO Y ELECTROCUCIÓN**

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>	

#### 4.12.11 Señalización del área de trabajo en edificaciones

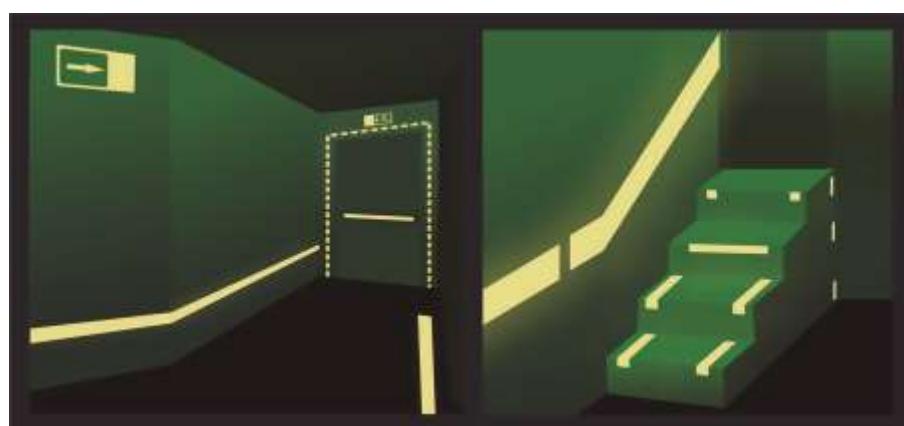
Todos los lugares de circulación de personas, tales como accesos, salas, pasillos, etc., deben estar libres de objetos que puedan dar lugar a accidentes o interrumpan visiblemente la salida en casos de emergencia. Ver FIGURA 37.



**FIGURA 37 -SEÑALIZACIÓN RUTAS DE EVACUACIÓN**

#### 4.12.12 Señalización en las edificaciones y estructuras utilizadas en el proceso generación de energía

Todos los lugares de circulación de personas, tales como accesos, salas, pasillos, etc., deben estar libres de objetos que puedan dar lugar a accidentes o interrumpan visiblemente la salida en casos de emergencia. Las rutas de evacuación deben estar demarcadas con avisos y señales de salida que sean luminosas, con pintura fotoluminiscente y con luces conectadas al circuito de emergencia de la central. Ver FIGURA 38.



**FIGURA 38 -SEÑALIZACIÓN FOTOLUMINISCENTE**

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>

#### 4.12.13 Señalización del área de trabajo

El área de trabajo debe ser delimitada por vallas, manilas o bandas reflectivas de acuerdo con la necesidad. Ver FIGURA 39.



**FIGURA 39 -AVISOS DE SEGURIDAD PARA TRABAJOS CON ELECTRICIDAD**

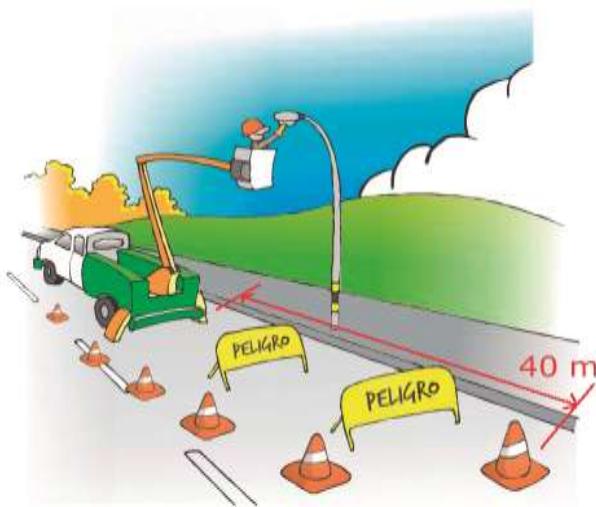
En los trabajos nocturnos se utilizarán conos o vallas fluorescentes y además señales luminosas a ambos lados del sitio de trabajo. Ver FIGURA 40.



**FIGURA 40 -VALLAS FLUORESCENTES**

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>

Cuando se trabaje sobre vías que no permitan el bloqueo del tránsito, se deberá parquear el vehículo de la empresa antes del área de trabajo (en los casos que se tenga vehículo permanente). Ver FIGURA 41.



**Señalización de zona de trabajo en redes**

**FIGURA 41 -TRABAJOS SOBRE VÍAS**

#### 4.12.14 Señalización para cercas eléctricas

Toda cerca paralela a una vía pública deberá ser claramente identificada, mediante una placa de 10 cm x 20 cm con el anuncio "CUIDADO – CERCA ELÉCTRICA" con impresión indeleble, inscrita a ambos lados, las letras serán de al menos 2,5 cm, en color negro sobre fondo amarillo

**TABLA 14- DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD DE CERCAS ELÉCTRICAS A CIRCUITOS DE DISTRIBUCIÓN TOMADA DEL RETIE**

TENSIÓN DE LA RED (KV)	DISTANCIA DE SEGURIDAD (m)
< 1	3
Entre 1 y 33	4
> 33	8

Los controladores de la cerca eléctrica deben ir marcados y etiquetados con:

- Tensión nominal.
- Aviso de prevención para no conectarse a la red eléctrica, en los que operan con baterías.
- Duración de cada pulso.
- Energía máxima.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

- Resistencia tomada como estándar.
- Tiempo entre pulsos.
- Razón social o marca registrada del fabricante.

#### **4.12.15 Rotulado, marcado y etiquetado para motores y generadores**

Todo motor o generador eléctrico debe disponer del siguiente rotulado, marcado y etiquetado:

- Un diagrama unifilar de conexiones.
- Una o varias placas de características: Las placas se deben elaborar en un material durable, legible, con letras indelebles e instalarlas en un sitio visible y de manera que no sean removibles. Además, deben contener como mínimo la siguiente información: los parámetros técnicos de tensión, corriente, potencia, velocidad, eficiencia, número de fases, razón social o marca registrada del fabricante, comercializador o importador, frecuencia nominal o especificar qué es corriente continua y grados de protección IP.
- Si la máquina está incorporada a un equipo, que no permita la libre observación de la placa de características, el fabricante debe suministrar una segunda placa para ser fijada en un lugar visible.
- Si una persona distinta del fabricante repara o modifica parcial o totalmente el devanado de una máquina o cualquier otro de sus componentes, se debe suministrar una placa adicional para indicar el nombre del reparador, el año de reparación y las modificaciones efectuadas.

#### **4.12.16 Rotulado, marcado, etiquetado transformadores eléctricos**

Todo transformador debe estar provisto de una placa de características que contenga la información de la siguiente lista en forma indeleble, debe ser fabricada en material resistente a la corrosión y fijada en un lugar visible; según criterio adoptado de la NTC 618.

- Marca o razón social del fabricante.
- Número de serie dado por el fabricante.
- Año de fabricación.
- Clase de transformador.
- Número de fases.
- Diagrama fasorial.
- Frecuencia nominal.
- Potencias nominales, de acuerdo con el tipo de refrigeración.
- Tensiones nominales, número de derivaciones.
- Corrientes nominales.
- Impedancia de cortocircuito.
- Peso total en kilogramos.
- Grupo de conexión.
- Diagrama de conexiones

Si la máquina está incorporada a un equipo, que no permita la libre observación de la placa de características, el fabricante debe suministrar una segunda placa para ser fijada en un lugar visible.

Si una persona distinta del fabricante repara o modifica parcial o totalmente el devanado de un transformador o cualquier otro de sus componentes, se debe suministrar una placa adicional para indicar el nombre del reparador, el año de reparación y las modificaciones efectuadas según criterio adoptado de la NTC 1954.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>

#### **4.12.17 Marcado de extensiones y multitomas para baja tensión**

El cable o cordón flexible usado en la extensión o multitoma debe estar marcado en sobre o bajo relieve o tinta indeleble permanente, como mínimo con la siguiente información: número de conductores, calibre del conductor, tipo de aislamiento.

Marcación de las extensiones: Además de la marcación permanente en el cable debe llevar un brazalete o etiqueta con la siguiente información:

- Razón social o marca registrada del fabricante.
- Valores nominales en voltios (V), amperios (A) y vatios (W).
- El cable o cordón flexible usado en la extensión o multitomas debe estar marcado en sobre relieve, bajo relieve o tinta indeleble permanente, con al menos la siguiente información: número de conductores, calibre del conductor, tipo de aislamiento y máxima corriente permanente permitida.
- La marcación de la multitomas debe ser permanente, claramente visible, legible e impresa en el exterior del cuerpo de la multitomas. Debe contener como mínimo la siguiente información: Razón social o marca registrada del productor y valores nominales en voltios (V) y amperios (A).
- Además de la marcación permanente, en el cable de la extensión debe llevar un brazalete o etiqueta con la siguiente información: Razón social o marca registrada del proveedor, valores nominales en voltios (V), amperios (A) y vatios (W) y longitud, sus prohibiciones o limitaciones de uso.

#### **4.12.18 Señalización de circuitos e identificación de fases**

De acuerdo con la resolución 001348, en su artículo 12, las empresas señalizarán sus circuitos utilizando convenciones internacionalmente aceptadas, los circuitos, líneas, redes, y elementos de maniobra, de manera clara y precisa, mediante avisos que indiquen advertencias o directrices que permitan aplicar medidas adecuadas para la prevención de accidentes.

La señalización de seguridad es obligatoria y complementaria a las demás normas de seguridad establecidas en el RETIE.

Todas las fases de los diferentes sistemas eléctricos deben estar claramente identificadas y rotuladas, de acuerdo con los códigos de colores establecidos en normas actualizadas y vigentes.

Se tiene en la Gerencia Refinería de Barrancabermeja un estándar de señalización que puede ser utilizado como guía para aquellas áreas que no lo tengan establecido y el cual hace cumplimiento del RETIE en toda su extensión y queda como registro bibliográfico a utilizar en este manual.

El estándar se denomina así:

**Estándar de Señalización para zonas de seguridad, subestaciones eléctricas, tableros y celdas, planos, rutas de evacuación, cajas de maniobra, manholes , estructuras y alimentadores – Gerencia Refinería de Barrancabermeja – Coordinación de Control y Distribución de Potencia**

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

#### **4.13 COMUNICACIÓN**

Las condiciones para las comunicaciones en los trabajos eléctricos deben ser respetadas para labores realizadas por personal de la Empresa o por Contratistas.

Cada maniobra o trabajo que se realice en una línea, red o equipo energizado o susceptible de ser energizado, deberá coordinarse con la persona (o personas) que tenga control sobre su energización o desenergización.

Cada trabajador que reciba un mensaje oral, concerniente a maniobras de conexión o desconexión de líneas o equipos, deberá repetirlo de inmediato al remitente y obtener la aprobación del mismo. Cada trabajador autorizado que envíe tal mensaje oral, deberá repetirlo al destinatario y asegurarse de la identidad de este último.

El uso de los medios de comunicación disponibles en ECOPETROL para transmitir información debe facilitar y garantizar la comunicación efectiva.

Al transmitir un mensaje se debe verificar que contenga la información clave y que utilice el lenguaje estándar establecido y aceptado.

El análisis de riesgos debe establecer claramente los medios de comunicación requeridos y requisitos básicos del lenguaje aplicable para el trabajo a ejecutar.

##### **4.13.1 Protocolo de comunicación verbal operativa**

En esta sección se establece el procedimiento a seguir durante el desarrollo de las comunicaciones verbales operativas entre el Centro de Control, una subestación de ECOPETROL, un funcionario encargado de una labor específica y todos los demás agentes involucrados en los procesos de operar equipos de subestaciones, maniobrar en líneas eléctricas y supervisar el funcionamiento de la red. La comunicación entre los diferentes agentes, internos o externos, involucrados en la operación y mantenimiento son de vital importancia para la seguridad de las personas, los equipos y el sistema.

Los interlocutores que intervienen en las comunicaciones verbales operativas son:

- Asistentes/Ingenieros de operación o mantenimiento.
- Personal de empresas contratistas encargadas del mantenimiento y operación en subestaciones y redes eléctricas propiedad de ECOPETROL.
- Jefes de Trabajos.
- Ingenieros de Operación.
- Personal Disponible.
- Personal del Centro de Control de ECOPETROL.

Se entiende como una comunicación verbal operativa, aquella que se efectúa a distancia y que se relaciona con cambios topológicos o con maniobras de la red, incluyendo:

- Toda comunicación verbal relacionada con la instrucción de ejecución o análisis de maniobras.
- Toda comunicación en trabajos de mantenimiento relacionada con la solicitud, reporte de novedades, cambios, finalización, actividades realizadas, pendientes y condiciones anormales.
- Toda comunicación que implique toma de decisiones o acciones en relación con la operación en tiempo real.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

- Toda comunicación entre el Centro de Control y cualquier subestación.

El objetivo de una buena comunicación operativa es la adecuada transmisión y recepción del mensaje operativo para la ejecución correcta de las maniobras, la adecuada coordinación de actividades de mantenimiento y el correcto entendimiento de mensajes, mediante la interpretación precisa de las instrucciones operativas e información intercambiada entre los diferentes interlocutores.

El protocolo de comunicación operativa debe ser conocido, entendido y aplicado por el Personal de ECOPETROL o Contratista, que hace parte de los procesos mencionados.

### **Aspectos generales**

- Siempre que se establece una comunicación verbal operativa, los interlocutores que participan deberán identificarse al inicio de la misma con su nombre, apellido (en adelante cuando se refiera a Nombre se debe entender que incluye el apellido) y la empresa o el área en la que laboran. Cuando se realiza con personal de otra empresa (por ejemplo ISA o una Electrificadora) necesariamente se deberá identificar el nombre de ésta.
- Una vez la comunicación sea establecida, el mensaje operativo podrá ser transmitido.
- Toda instrucción e información operativa será repetida por el interlocutor que la recibe (Función "Eco"), con el objetivo de constatar que ésta se ha entendido correctamente, y la misma será confirmada por el interlocutor que la imparte, con la expresión "Correcto".
- El emisor de la instrucción debe escuchar cuidadosamente la repetición del mensaje para constatar que el receptor entendió bien el mismo. Si el receptor repite incorrectamente el mensaje, el emisor deberá inmediatamente corregirlo diciendo "Equivocado" y repitiendo nuevamente el mensaje hasta que sea entendido correctamente. Una confirmación de "Correcto", en el caso de una repetición incorrecta del mensaje, será entendida como un incumplimiento al Protocolo de Comunicación.
- Si el emisor del mensaje se equivoca al dar la instrucción, el receptor indicará que está "Equivocado" y le informará cual debe ser la acción correcta.
- Toda instrucción e información operativa será impartida o recibida preferiblemente por teléfonos de líneas operativas que permitan la grabación de la comunicación. El personal del Centro de Control no establecerá comunicaciones operativas por teléfonos o líneas diferentes a estas. Las demás comunicaciones, si no se dispone de grabación, se podrán hacer utilizando únicamente los medios aprobados por la empresa para tal fin.
- Cuando la comunicación sea hecha por teléfonos celulares, se deberá observar lo siguiente:
  - Que oficialmente se haya indicado que este tipo de comunicaciones será permitida como comunicación operativa de la empresa y por la dependencia donde se van a utilizar.
  - Que cuando sea operativamente declarada, los celulares utilizados para este fin, sólo sean usados para comunicación de la empresa, es decir, que no se reciban llamadas personales por los mismos, y que se tengan mecanismos para evitarlo.
  - Que se garantice que los celulares no sean portados por los trabajadores en el sitio donde estén adelantando las labores, cuando éstas sean ejecutadas con riesgo de arco, riesgo de trabajo en alturas, o en cualquier circunstancia peligrosa en la que una desconcentración pueda representar algún riesgo.
  - Se debe evitar utilizar lenguaje no operativo, que pueda llevar a confusiones y malas interpretaciones. Si existe duda sobre las instrucciones o información recibida, se debe solicitar repetirlas nuevamente hasta tener plena claridad de las mismas. Se prohíbe el empleo de palabras obscenas, sobrenombres, apodos, bromas, conferencias de índole privado, juicios de valor sobre el

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

desempeño de las personas, infidencias, rumores y en general referencias no laborales que no agreguen valor a la comunicación que se requiere para la ejecución de la maniobra o instrucción.

- El formato de hora utilizado en las comunicaciones operativas será el formato de 24 horas, es decir 00:00 horas a 23:59 horas. En ningún caso se utilizará AM o PM. Para todos los efectos la hora oficial es la que determine el Centro de Control de ECOPETROL en el área de dependencia de las instalaciones.
- En los casos en los que no se disponga de un medio de comunicación adecuado que permita una clara interacción entre las partes involucradas, por ejemplo por deficiencias en el canal de comunicaciones (ruído), se suspenderá la comunicación y las acciones a ejecutar hasta que se logre establecer comunicación por un medio alterno, que permita una clara confirmación de la instrucción.
- Para todos los casos que se describirán a partir del numeral siguiente, se debe considerar que la información indicada entre corchetes [ ] es de obligatorio cumplimiento. Además, la información entre corchetes y comillas [" "] debe ser expresada de forma literal. La falta de alguno de ellos se entenderá como un incumplimiento al Protocolo de Comunicación.
- Cuando cualquiera de los Interlocutores en una comunicación operativa determine que no se está cumpliendo el Protocolo de Comunicación por parte de la otra persona, deberá interrumpir la comunicación e indicarle a la otra persona que no está cumpliendo con el Protocolo de Comunicaciones.

#### **Protocolo de comunicación ante la ocurrencia de eventos**

La identificación y reporte de las ocurrencias forzadas se dará en los siguientes términos:

- Quien Informa: ["Centro de Control"] Buenos días, habla [Nombre de quien informa] del [Identificación de área y cargo]. Siendo las [Hora], le reporto [Tipo de Evento] en [Elementos Afectados].
- Centro de Control: Buenos días (tardes, noches) [Nombre de quien informa], habla [Nombre Centro de control] Siendo las [Hora] le recibo reporte de [Tipo de Evento] en [Elementos Afectados].
- Quien Informa: ["Correcto"] o ["Equivocado"]. (En este punto, no se repite la instrucción a menos que se haya respondido "Equivocado").

Una vez se verifiquen las condiciones en las que quedaron los elementos afectados, la Subestación - (S/E)- podrá realizar la declaración de disponibilidad de los mismos, de acuerdo con el procedimiento establecido en el Manual de Operación.

- S/E: [Centro de Control] Buenos días, habla [Nombre] de [Subestación]. Siendo las [Hora], le declaro disponible [Elementos a Declarar Disponibles].
- Centro de Control: Siendo las [Hora] le recibo la disponibilidad de [Elementos a Declarar Disponibles] en la [Subestación].
- S/E: ["Correcto"] o ["Equivocado"].
- El reporte del evento y la declaración de disponibilidad se podrán realizar en una misma llamada.
- Las maniobras operativas para la normalización de los elementos se coordinarán posteriormente entre Centro de Control y la Subestación.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>

## Protocolo de comunicación en ejecución de maniobras

En general, toda Instrucción de Maniobra Operativa deberá contener los siguientes parámetros:

- La hora (hora y minutos) de la instrucción de la maniobra.
- La subestación o sitio de los trabajos. Esta ubicación se entiende que está compuesta por su nombre y el nivel de tensión de operación donde se realizará la maniobra.
- El tipo de maniobra a realizar: abrir, cerrar, subir TAP, bajar TAP, etc.
- El equipo y elemento a operar, indicando nombre y nomenclatura operativa.

Como ejemplos de instrucciones de maniobras se tienen:

- Siendo las 07:15, en la subestación Barranca 34,5 KV, abrir el interruptor L23, asociado con la Bahía de Línea a pozos 4 y 5.
- Siendo las 23:50, en la subestación Neiva 115 KV, mover TAP de posición 7 a posición 9, en el transformador No. 1.
- Siendo las 14:38, en la subestación Apiay 110 KV, cerrar seccionador T14, asociado con la Bahía de Transformación 1.

Cuando en una misma comunicación operativa se requiera ejecutar varias maniobras secuenciales en una subestación, por ejemplo en un cambio de barras o en el despeje y aterrizaje de una bahía, la hora y nombre de la subestación se especificarán únicamente al inicio del conjunto de maniobras, debido a que con el tipo de maniobra, el elemento y el equipo a operar se puede identificar plenamente la instrucción.

### EJEMPLO 1 – Subestación recibe instrucción de maniobra por parte del Centro de Control

- Centro de Control origina la llamada a la Subestación (S/E) para solicitar una maniobra:
  - Centro de Control: [Subestación] Buenos días (tardes, noches) [Nombre], habla [Nombre, Centro Control].
  - S/E: ["Centro de Control"], Buenos días, habla [Nombre, Subestación].
  - Centro de Control: Siendo las [Hora], le solicito [Instrucción] en la [Subestación].
  - S/E: Le recibo [Instrucción] en la [Subestación].
  - Centro de control: ["Correcto"] o ["Equivocado"]. (En este punto, no se repite la instrucción a menos que se haya respondido "Equivocado").
- Una vez ejecutada la maniobra se procede a confirmarla:
  - S/E: [Nombre, Centro de Control]. Buenos días, habla [Nombre, Subestación].
  - Centro de Control: ["Subestación, Nombre"], Buenos días (tardes, noches), habla [Nombre, Centro de Control].
  - S/E: Siendo las [Hora], le confirmo que en la [Subestación] se ejecutó [Instrucción].
  - Centro de Control: Siendo las [Hora] le recibo confirmación de que en la [Subestación] se ejecutó [Instrucción].
  - S/E: ["Correcto"] o ["Equivocado"].

### EJEMPLO 2 – Una subestación ejecuta una maniobra estando en comunicación con el Centro de Control

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>

Cuando se requiera ejecutar una maniobra desde el Centro de Control, estando en comunicación con el Asistente/Ingeniero de la Subestación (por ejemplo durante las maniobras de inicio o fin de trabajos de mantenimiento), se utilizará el siguiente procedimiento.

S/E origina la llamada para coordinar la maniobra:

- S/E: ["Centro de Control"], Buenos días (tardes, noches), habla [Nombre Asistente/Ingeniero de la Subestación].
- Centro de Control: Buenos días [Nombre Asistente/Ingeniero de la Subestación], habla [Nombre Centro de Control].
- S/E: Siendo las [Hora] le informo que en la subestación [Subestación] vamos a ejecutar la [Instrucción].
- Centro de Control: Me informa que en la [Subestación] van a ejecutar la [Instrucción]
- S/E: ["Correcto"] o ["Equivocado"]. (En este punto, no se repite la instrucción a menos que se haya respondido "Equivocado").

En este momento la S/E procede a ejecutar la maniobra, de acuerdo con el procedimiento establecido para este fin.

- S/E: [Centro de Control] habla [Nombre Asistente/Ingeniero de la Subestación]
- Centro de Control: [Nombre, Subestación] habla [Nombre Centro de Control].
- S/E: Le confirmo que se ejecutó la [Instrucción].
- Centro de Control: Me informa que en la [Subestación] se ejecutó la [Instrucción]
- S/E: ["Correcto"] o ["Equivocado"]. (En este punto, no se repite la instrucción a menos que se haya respondido "Equivocado").

### **Protocolo de comunicación en trabajos de mantenimiento**

#### **CASO 1: Entre una subestación y el Centro de Control**

- Al inicio de los trabajos. Con intervención del Centro de Control
- Cuando el Asistente/Ingeniero de la S/E origina la llamada al Centro de Control.
  - S/E: ["Centro de Control"], Buenos días, habla [Nombre, S/E].
  - Centro de Control: Buenos días [Nombre S/E], habla [Nombre Asistente/Ingeniero del Centro de Control].
  - S/E: Solicito autorización para iniciar la [Consignación No.] sobre [Elementos Afectados].
  - Centro de Control: Me solicita autorización para iniciar la [Consignación No.] sobre [Elementos Afectados], para realizar [Trabajos a Realizar].
  - S/E: ["Correcto"] o ["Equivocado"].
- Centro de Control autoriza la iniciación de los trabajos de mantenimiento.
  - Centro de Control: [Subestación], habla [Nombre Asistente/Ingeniero del Centro de Control].
  - S/E: Habla [Nombre, S/E].
  - Centro de Control: [Nombre, S/E]. Siendo las [Hora], puede iniciar la Consignación [Consignación No.] sobre [Elementos Afectados], para realizar [Trabajos a Realizar].
  - S/E: ["Correcto"] o ["Equivocado"].
- Al finalizar los trabajos

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

Al finalizar trabajos el Asistente/Ingeniero de la Subestación, declara disponible el activo al Centro de Control e informa sobre los pendientes o restricciones, y sobre las condiciones operativas en que quedarán los equipos.

- S/E: Buenos días [Nombre S/E], habla [Nombre Asistente/Ingeniero de la Subestación] de la [Subestación].
- Centro de Control: ["S/E"], Habla [Nombre, Centro de Control].
- S/E: Le informo que se han [Finalizado Total o Parcialmente] los Trabajos de la [Consignación No.] sobre [Elementos Afectados].
- Centro de Control: Siendo las [Hora] me informa que se han [Finalizado Total o Parcialmente] los Trabajos de la [Consignación No.] sobre [Elementos Afectados].
- S/E: ["Correcto"] o ["Equivocado"].
- Centro de Control: Espero confirmación de ["Área Despejada"] (Área de Trabajos libre de personal, herramientas, maquinaria, tierras portátiles y cualquier objeto extraño y elementos en condiciones aptas para la energización).
- S/E: Le confirmo ["Área Despejada"] y que los [Elementos Afectados] se encuentran ["Disponibles para la Operación" o "Preparados para Energizar en Pruebas (elementos, que estando indisponibles, es necesario energizarlos en pruebas dentro de los trabajos de mantenimiento, por ejemplo para realizar alguna medición)"], con los siguientes [Pendientes o Restricciones] o ["Sin Pendientes ni Restricciones"].
- Centro de Control: [S/E] Me confirma ["Área Despejada"] y que los [Elementos Afectados] se encuentran ["Disponibles para la Operación" o "Preparados para Energizar en Pruebas"], con los siguientes [Pendientes o Restricciones] o ["Sin Pendientes ni Restricciones"].
- S/E: ["Correcto"] o ["Equivocado"].

#### **CASO 2 – Una cuadrilla solicita la ejecución de la maniobra desde la subestación**

Cuando se requiera ejecutar una maniobra desde la subestación, la Cuadrilla de Mantenimiento se comunicará con el Asistente/Ingeniero de la Subestación (empleado de ECOPETROL o de una empresa contratista, en los casos de subestaciones con atención en sitio realizada por Terceros), de acuerdo con el siguiente procedimiento:

- Cuadrilla de Mantenimiento que origina la llamada para solicitar la maniobra:
  - Cuadrilla: [S/E] Buenos días (tardes, noches), habla [Nombre Asistente/Ingeniero de la Cuadrilla (identificar)].
  - S/E: Buenos días [Nombre Asistente/Ingeniero de la Cuadrilla] habla [Nombre Asistente/Ingeniero de la Subestación].
  - Cuadrilla: En este momento requerimos realizar una [Descripción de la maniobra ("Apertura" o "Cierre")] en la [S/E] sobre [Elemento] desde [Nivel de Tensión].
  - S/E: [Nombre Cuadrilla] solicita [Maniobra] en la [S/E] sobre [Elemento] desde [Nivel de Tensión].
  - Cuadrilla: ["Correcto"] o ["Equivocado"].
  - S/E: Me desplazo a [Sala de Control, Caseta, Patio] y lo llamo para confirmar la maniobra en la Subestación [Subestación], sobre [Elemento] desde [Nivel de Tensión]. Solicito ["Esperar"].
  - Cuadrilla: ["Correcto"] o ["Equivocado"].
  - S/E: En este momento se procederá con la maniobra en la Subestación [Subestación], sobre [Elemento] desde [Nivel de Operación].

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

- Cuadrilla: ["Correcto"] o ["Equivocado"].
- El Asistente/Ingeniero de la Subestación procede a ejecutar la maniobra. Dependiendo de la complejidad de la actividad, es posible que se tenga que interrumpir la comunicación para realizarla (por ejemplo para maniobrar Cuchillas de Puesta a Tierra). En lo posible se debe tratar de que las maniobras sean realizadas en comunicación permanente con el personal del Centro de Control.
  - S/E: [Nombre Asistente/Ingeniero de la Cuadrilla)], habla [Nombre Asistente/Ingeniero de la S/E] de la [S/E]. Confirme que siendo las [Hora] se ejecutó la ["maniobra Apertura" o "Cierre"] en la [S/E], sobre [Elemento] desde [Nivel de Tensión]. Se confirma que el circuito maniobrado está ["Aterrizado"] y ["Bloqueado"] para ["Cierre"] (en caso de tratarse de maniobras de Apertura).
  - Cuadrilla: [S/E] ejecutó la maniobra ["Apertura" o "Cierre"] en la [S/E], sobre [Elemento] desde [Nivel de Operación]. Confirma que el circuito maniobrado está ["Aterrizado"] y ["Bloqueado"] para ["Cierre"].
  - S/E: ["Correcto"] o ["Equivocado"].

### **Protocolo de comunicación para casos de emergencia**

En caso de presentarse una situación de emergencia en alguna de las instalaciones, el Asistente/Ingeniero de la Subestación o el Jefe de Trabajos en Líneas u otra persona responsable de actividades en el sitio, se comunicará con el Centro de Control informando:

**S/E:** Declaro ["Incidente Grave"] en [Subestación o Línea]. Mi [Nombre], de la [Dependencia, cargo, ocupación o contratista].

Para estos casos de emergencia el Centro de Control suspenderá toda acción que se esté realizando sobre los equipos afectados informando y actuando sobre la S/E correspondiente.

El personal en sitio podrá tomar medidas de emergencia sin coordinar con el Centro de Control, en los casos en que esté comprometida la vida de las personas o la integridad de los equipos.

### **Casos especiales de comunicación operativa y de mantenimiento**

Toda comunicación del Centro del Control con otras áreas de la empresa o con otros agentes, que tenga el carácter de Comunicación Telefónica Operativa o para Mantenimiento, debe seguir lo establecido aquí. En este caso, el Centro de Control hará preguntas al interlocutor para aclarar los datos fundamentales a transmitir y lograr así una comunicación efectiva, cumpliendo los requisitos del protocolo, tales como Fecha, Hora, Empresa, Interlocutor, Subestación o Circuito, Nivel de Tensión, Elemento, Nomenclatura Operativa del Equipo, Instrucción Operativa y confirmación de la misma (función Eco).

### **Protocolo de comunicación durante la ejecución de trabajos**

Este Protocolo de Comunicación se deberá utilizar para impartir instrucciones durante la ejecución de trabajos de mantenimiento. En caso de requerirse comunicación no verbal como por ejemplo cuando hay operación de grúas, montacargas, malacates, subida de conductores, entre otros se acordarán los códigos o señales durante la Reunión de Inicio de los Trabajos.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

La comunicación durante la ejecución de trabajos de mantenimiento, deberá ser lo suficientemente clara y concisa para que todos los involucrados comprendan los mensajes e instrucciones. En este tipo de comunicación se tendrá en cuenta lo siguiente:

El Emisor y receptor del mensaje deberán:

- Impartir y confirmar el entendimiento de las instrucciones, utilizando un lenguaje claro evitando palabras ambiguas.
- Llamar a las personas, elementos y equipos por su nombre.
- Utilizar la Nomenclatura o Marcación Operativa, al referirse a equipos que estén identificados de esta forma.

Un ejemplo de instrucción o mensaje completo es el siguiente:

Emisor: Favor retirar la tierra portátil del seccionador T41, lado interruptor.

Receptor: Confirmo que debemos retirar la Tierra Portátil del Seccionador T41, lado Interruptor.

Otros ejemplos, entendiendo que el receptor deberá confirmar la instrucción, son los siguientes:

- Mover a Posición cero (0) el Selector del Cubículo de Patio del Interruptor 5M10.
- Ajustar la Bornera X021 del Tablero +R25.
- Subir a posición 10 el Cambiador de Tomas del Banco de Transformación 1.
- Abrir eléctricamente desde el Cubículo de Patio el Seccionador T41.
- Colocar Puesta Tierra Portátil en las Tres Fases del Circuito Barranca – Pozo 3, Torre 31, lado Barranca.

#### **4.13.2 Comunicación presencial**

Adicional a los requerimientos mencionados anteriormente, debe ser adecuado y apropiado el uso del lenguaje corporal en caso que sea difícil la comunicación por restricciones ambientales del área.

#### **4.13.3 Comunicación por radio o teléfono**

La disponibilidad, el estado y el funcionamiento de los aparatos de radio y teléfono deben ser verificados antes de ejecutar la actividad planeada.

En las maniobras de conmutación se debe utilizar el “Canal de Swicheo”, teniendo en cuenta considerar a las personas que participarán de esta actividad. Antes de iniciar la actividad, se debe hacer prueba para confirmar que el canal está habilitado y el personal involucrado disponible.

Cada persona que reciba un mensaje oral concerniente a maniobra de conexión o desconexión de líneas o equipos, debe repetirlo de inmediato al remitente y obtener la aprobación del mismo. Cada persona autorizada que envíe tal mensaje oral debe repetirlo al destinatario y asegurarse de la identidad de este mismo.

Toda subestación eléctrica debe disponer de un sistema de comunicaciones y la lista de los números telefónicos de emergencia y áreas asociadas.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

Las comunicaciones por teléfono celular o similar son permitidas, pero deberán observar en todo momento los siguientes principios:

- Para trabajos en tensión y sin tensión, está prohibido que los trabajadores porten teléfonos celulares en el sitio de trabajo. Esto lleva a descuidos por desviación de la atención, de tal forma que los jefes de cuadrilla se deben encargar de recoger y guardar estos equipos durante el tiempo en el que los trabajadores se encuentren en el sitio de trabajo.
- Las comunicaciones de maniobras se pueden hacer por teléfono celular o su similar, pero deberán observar el principio de identificación, de repetición de instrucciones y de su aprobación por parte del remitente de la orden. A pesar de que el celular permite mejor comunicación verbal que un radio, se debe respetar el código establecido, en especial para las instrucciones abreviadas rápidas que signifiquen peligro o celeridad en la comunicación.
- Los teléfonos celulares utilizados en el sitio durante maniobras, no podrán ser utilizados simultáneamente para hacer llamadas personales.

#### **4.14 INSPECCIONES DE SEGURIDAD**

En este apartado del manual "MASE" se establecen los parámetros mínimos para la realización de inspecciones de seguridad, con el fin de identificar los riesgos de origen eléctrico presentes en las instalaciones, frentes de trabajo, equipos y herramientas, y lograr así, el diseño de medidas de prevención, eliminación y minimización de riesgos eléctricos.

La directriz aplica para el análisis, planeación, programación y ejecución de las siguientes actividades, ya sean realizadas por personal de la Empresa o de Contratistas:

- Operación de los sistemas eléctricos de media o baja tensión en las áreas de generación, transformación, distribución y utilización de la energía.
- Actividades de mantenimiento en campo o en el taller.
- Nuevas construcciones o modificaciones que se realicen en equipos e instalaciones de las áreas de generación, transformación, distribución y utilización de la energía.
- Utilización en general de la energía eléctrica.

Los formatos de inspección propuestos y su contenido, se elaboraron con base a los requerimientos técnicos esenciales propuestos por el RETIE y la norma Técnica Colombiana NTC 2050.

##### **4.14.1 Necesidad de las inspecciones**

Toda empresa, independientemente de la actividad económica, del tipo de tecnología utilizada, de las instalaciones, de los materiales, de las herramientas empleadas y de los procesos desarrollados, siempre tendrá la posibilidad de fallas inducidas por el deterioro o el mal uso de los instrumentos de producción, derivados de hábitos y costumbres de trabajo inadecuadas, de fallas en los procesos o de falta de programas de mantenimiento preventivo, siendo las instalaciones eléctricas una de las que mayor número de accidentes e incidentes generan en las empresas. Por ende, es prioritario diseñar un sistema periódico de inspecciones a equipos eléctricos y electrónicos en la empresa.

Estas situaciones plantean la necesidad de efectuar la detección precoz de dichas condiciones, con el fin de corregirlas, controlarlas y minimizar la probabilidad de ocurrencia de lesiones, daños o interrupciones del trabajo.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

#### **4.14.2 Beneficios de las inspecciones**

- Permiten la identificación precoz de factores de riesgo que pueden afectar seriamente a las personas, instalaciones y procesos, y por lo tanto, que pueden incrementar los costos al disminuir la seguridad, la producción y la calidad.
- Cuando existe un proceso claramente definido para la verificación de la implementación de las medidas preventivas y correctivas, los empleados perciben un sincero interés de la empresa por mejorar las condiciones de trabajo, generando con ello altos niveles de satisfacción.
- Cuando las recomendaciones se hacen efectivas, generan un efecto positivo de participación entre el grupo de trabajadores, quienes aportan información y recomendaciones de control sobre condiciones de riesgo o mejoramiento de situaciones de trabajo.
- Fomentan el contacto y la interacción entre el departamento o el área de Salud Ocupacional y el Comité Paritario con los supervisores o jefes de área y los trabajadores en general.
- Suministran información valiosa para orientar los planes estratégicos de la empresa.
- Posibilitan el planteamiento de alternativas de mejoramiento en todos los ámbitos del sistema organizacional, ya que no están orientadas exclusivamente a tópicos de Salud y Seguridad Ocupacional, sino que tratan de concebir integralmente todos los procesos y la forma de intervenirlos positivamente.
- Facilitan un efectivo control sobre el avance y desarrollo de los programas de prevención, ya que permiten establecer los períodos de tiempo necesarios para corregir los riesgos o condiciones sub-estándar, comparando las fechas en que se detectaron las situaciones y aquellas en que fueron corregidas.
- Son la base para la elaboración y el manejo de indicadores de gestión de los Programas de Salud Ocupacional: Cobertura de control de factores de riesgo, cobertura de áreas o secciones, tiempos de reacción, inversión, impacto de la prevención y control de riesgos.
- Permiten la actualización permanente del panorama de factores de riesgo por parte de los supervisores o coordinadores de las áreas.

#### **4.14.3 Tipos de inspecciones**

Las inspecciones se pueden clasificar de la siguiente manera:

##### **4.14.3.1 Según su planeación**

En este caso pueden ser.

###### ***Informales o espontáneas***

Se efectúan como parte integral o de la rutina del trabajo de todas las personas de la organización. Sus características son:

- Se realizan sin un cronograma previo.
- No son sistemáticas.
- No son detalladas.
- Sólo delatan condiciones muy obvias o llamativas.
- Sus resultados dependen de hacia dónde se estuvo mirando mientras se caminó o se inspeccionó.
- Pueden ser realizadas por cualquier persona sin requerir un proceso previo de capacitación o entrenamiento en seguridad.
- Se reportan de inmediato las condiciones sub-estándar encontradas.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

- No usan ningún sistema para clasificación o priorización del peligro o los riesgos encontrados.
- No requieren un informe especial con los resultados obtenidos, excepto cuando se detecten condiciones peligrosas que requieran ser conocidas o que puedan ser usadas para entrenar o capacitar otras personas.

### ***Formales o planeadas***

Requieren un cronograma y un proceso previo de planeación que obedezca a necesidades específicas de los sistemas de vigilancia epidemiológica que se desarrollen en la organización, o de aspectos generales de seguridad o de saneamiento de la empresa. Sus principales características son:

- Precisan un cubrimiento sistemático de las áreas críticas de trabajo de acuerdo con los factores de riesgo específicos a vigilar.
- Están orientadas por listas de chequeo previamente elaboradas de acuerdo con los factores de riesgo propios de la empresa.
- Las personas que hacen este tipo de inspecciones, requieren de un entrenamiento previo.
- Tienen objetivos claramente definidos sobre los aspectos a revisar.
- Están dirigidas a la detección precoz de detalles y circunstancias no obvias que tienen la capacidad potencial de generar siniestros.
- Utilizan un sistema definido para la priorización de las situaciones o condiciones sub-estándar encontradas, lo que permite sugerir un orden claro para la corrección de las mismas.
- Permiten la participación de los trabajadores del área implicada, sus jefes y supervisores.
- Estas inspecciones tratan de determinar lo que falla y también aquello que podría fallar.
- Requieren un informe final detallado con los resultados obtenidos.
- Las inspecciones formales o planeadas pueden ser: Generales, especiales y de partes críticas. A continuación se explica cada una de ellas.

### ***Inspecciones generales***

Son aquellas que se dirigen al reconocimiento de las posibles fallas o factores de riesgo presentes en las instalaciones en general.

Debe incluir como mínimo una observación directa de áreas internas y externas de los edificios, tendidos y redes eléctricas, neumáticas, hidráulicas, vapor, escalas, estado general de orden y limpieza de equipos eléctricos y áreas en general, equipos de emergencia y otros.

Algunos de los aspectos anteriores, requieren ser inspeccionados semestral o anualmente, mientras otros necesitan de una periodicidad menor, según sean las necesidades y condiciones de peligro de la empresa. Normalmente son ejecutadas por grupos de personas con la coordinación del área de Salud Ocupacional.

### ***Inspecciones a partes críticas***

El mantener todas las instalaciones y equipos funcionando a su máximo nivel de eficiencia, debe ser una continua preocupación de toda persona dentro de la empresa.

Los elementos o partes críticas se pueden definir como: Componentes de maquinarias, equipos, materiales, estructuras o áreas que ofrecen mayores probabilidades de ocasionar un problema o pérdida de magnitud cuando se gastan, se dañan, se abusa de ellos, se maltratan o se utilizan en

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

forma inadecuada. Por ejemplo, el esmeril es una parte crítica cuando está instalado en el equipo que debe ser inspeccionado; así mismo en una bodega, un elemento crítico que debe inspeccionarse es la piedra del esmeril.

Los administradores de planta, los supervisores y los encargados de la Seguridad Ocupacional especialmente, deben identificar e inspeccionar de manera regular aquellas áreas o partes críticas del sistema (transformadores, líneas de alta, media y baja tensión, sistemas de extracción, malacates, sistemas eléctricos) que al ser afectadas por daños o fallas, puedan interferir negativamente en la producción de la empresa, en la salud y seguridad del trabajador.

Por regla general se recomienda que estas inspecciones sean realizadas por personal especializado y conocedor de la parte, equipo o instalación a revisar.

### ***Inspecciones especiales***

Se refiere a inspecciones que se planean con motivo de:

- Procesos de ampliación, cambios o modificaciones en equipos o en redes, maquinarias o sistemas de producción, con el fin de detectar y controlar de manera oportuna situaciones de riesgo.
- Procesos de permisos para tareas de alto riesgo, tales como: trabajos en caliente, en espacios confinados y en alturas.
- Investigación de incidentes o accidentes ocurridos.

#### **4.14.3.2 Segundo su periodicidad**

Este tipo de inspecciones presentan la siguiente clasificación:

##### ***De periodicidad determinada***

Se llevan a cabo en períodos predeterminados de tiempo mensual, quincenal o semanal, según un cronograma y un plan de acción definido, de acuerdo con las políticas preventivas de la empresa, la agresividad de los factores de riesgo, y los objetivos y metas del Programa de Salud Ocupacional.

##### ***Intermitentes***

Éstas se realizan a intervalos irregulares de tiempo, sin un plan ni cronograma específico y sin reportar a las áreas objeto de la inspección.

Tienen la intención de lograr que los trabajadores y supervisores de cada dependencia, mantengan vivo el interés por conservar todas las zonas de trabajo en las mejores condiciones de salud y seguridad posibles. Pueden ser efectuadas por los Comités Paritarios, el departamento de seguridad, supervisores o trabajadores con entrenamiento específico. Se orientan a maquinarias o áreas en general.

##### ***Continuas***

Estas inspecciones, no planeadas, pueden ser de dos tipos:

- La que hace parte de la rutina de trabajo de toda persona, y que tiene por objetivo determinar cualquier condición de peligro que pueda presentarse durante la labor que realiza. En estos casos,

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

el trabajador puede de inmediato corregir la situación o informar la condición sub-estándar al departamento respectivo.

- La que obedece a un reporte diario de factores de riesgo o incidentes, con un formato predeterminado. Todas las personas de la empresa tienen autorización para reportar cualquier situación potencial de peligro que inmediatamente se detecte.

#### **4.14.4 Situaciones a considerar antes de inspeccionar**

Antes de realizar inspecciones planeadas, las personas deben conocer los siguientes aspectos:

- Los factores de riesgo y la forma como se clasifican.
- Materias primas y elementos usados en la organización y su flujo.
- Las instalaciones locativas y el proceso productivo.
- Los programas de prevención y de vigilancia epidemiológica que se desarrollan en la empresa.
- Los equipos y maquinarias empleadas en los distintos procesos.
- Los procedimientos y estándares de trabajo y seguridad normalizados por la compañía para las distintas actividades realizadas.
- Un conocimiento global de los principales accidentes e incidentes ocurridos en el área.
- Comprender los aspectos contemplados en la lista de chequeo.

##### **4.14.4.1 Quiénes deben inspeccionar**

Los coordinadores de Salud Ocupacional son muchas veces los responsables de la administración de los procesos de inspección, sin embargo, los coordinadores de cada área y los jefes de mantenimiento, son responsables de la ejecución periódica de las mismas, con la participación de los trabajadores y del Comité Paritario de Salud Ocupacional, entre otros.

Las inspecciones de seguridad hechas por los supervisores, son un criterio para la evaluación de su desempeño. Esta es una clara muestra de compromiso con la protección de la salud de los trabajadores.

##### **4.14.4.2 Periodicidad de las inspecciones**

Esto depende directamente del contexto particular de cada área de la organización, de sus procesos, de su tecnología, del desarrollo de sus programas de prevención y control de pérdidas y de las políticas de Salud Ocupacional. Sin embargo, por norma general, se deben establecer cronogramas permanentes para la ejecución de inspecciones planeadas, considerando que si al realizarlas se encuentran muchos riesgos, esto será señal de que los períodos entre una inspección y otra deben reducirse, a fin de ejercer un mayor control.

En todo caso, mientras más frecuentemente se inspeccione, se estará mostrando a los trabajadores de un área, el verdadero interés de la administración por lograr ambientes de trabajo más seguros y saludables.

##### **4.14.4.3 El proceso de inspección**

Existe cierta tendencia a creer que efectuar una inspección es simplemente hacer una visita de revisión de condiciones especiales a un área determinada, para la identificación de riesgos, no obstante, este proceso requiere ser administrado eficientemente para lograr los resultados esperados. Lo anterior

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

implica tener en cuenta las siguientes etapas: preparar, inspeccionar, analizar la información y priorizar los problemas; definir las acciones correctivas y preventivas, hacer seguimiento a la ejecución de las mismas.

### **Preparar**

- Definir un cronograma y un plan de trabajo específico que incluya los parámetros aquí planteados.
- Ponerse en contacto con los supervisores o encargados de las zonas donde se realizarán las inspecciones, para buscar su cooperación y permitir que se programe previamente a la ejecución de la actividad. A su vez éste podrá colaborar con la corrección inmediata de situaciones que así lo ameriten, o asumir compromisos de solucionar otras situaciones que requieran de mayor recurso en tiempo y materiales.
- Toda actividad que vaya a ser ejecutada en instalaciones de ECOPETROL, debe estar claramente definida en un procedimiento y debe ser valorada desde la planeación con la matriz RAM.
- Durante la ejecución de toda Inspección, los ejecutores deben aplicar la metodología de las 3 Qué, en forma verbal, continua, sistemática, juiciosa y permanente, independientemente de que se cuente o no con un documento de análisis de riesgos formal y escrito (ANÁLISIS DE RIESGOS o 3 Qué) que respalde la realización de la misma.
- Una actividad que se ejecute bajo el esquema de Permiso de Trabajo escrito, debe contar un Análisis de Riesgos formal y escrito (ANÁLISIS DE RIESGOS o 3 Qué).
- Cada Gerencia definirá cuáles de sus actividades que no son cubiertas por Permisos de Trabajo escritos requieren de la elaboración previa de un análisis de riesgos formal y escrito (ANÁLISIS DE RIESGOS o 3 Qué).
- Los controles establecidos en los análisis de riesgos buscan llevar el nivel de riesgo a un nivel ALARP, mas no modifican la valoración de riesgos RAM establecida desde un comienzo para la actividad, a no ser que se cambie el escenario inicialmente valorado, como por ejemplo, decidir realizar el trabajo con la planta fuera de servicio.
- Todas las actividades que para su ejecución requieran de la elaboración de un análisis de riesgos formal y escrito deben tener un adecuado proceso de planeación que garantice el cumplimiento de lo establecido en este instructivo.
- En los análisis de riesgos deben definirse, entre otros, controles que posteriormente deben ser consignados en el formato del Permiso de Trabajo, como por ejemplo: Riesgos Ambientales, Precauciones Adicionales, EPP Específicos, Pruebas de Gases y su Tiempo de Validez, etc.
- Antes de firmar por primera vez o revalidar un Permiso de Trabajo, el Emisor y el Ejecutor de la inspección deben realizar una visita al sitio donde se ejecutará el trabajo para evaluar los riesgos, verificar los controles establecidos en el Análisis de Riesgos y en los demás documentos asociados con el Permiso de Trabajo, revisar las condiciones del sitio del trabajo y discutir la forma de realizar la actividad. Si alguna de las condiciones de seguridad no se han cumplido, el emisor deberá abstenerse de emitir el permiso de trabajo escrito correspondiente.
- Establecer un sentido de orden al recorrido que se realizará, para evitar confusiones y tener la certeza de hacer un barrido sistemático y completo a toda la instalación, sobre todo cuando ésta es muy grande.
- 

### **Inspeccionar**

- Aplicar la lista de chequeo definida con anterioridad al proceso de inspección.
- Escribir observaciones al aspecto evaluado para aclarar el factor de riesgo o, resaltar lo positivo cuando se encuentre algo satisfactorio y la situación así lo amerite.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

- En algunas ocasiones es recomendable el uso de cámaras fotográficas o de video, para hacer registros visuales de condiciones particularmente llamativas. En estas situaciones se tendrá máximo cuidado de utilizar flash en áreas de alto riesgo de explosividad o en presencia de químicos altamente inflamables. Esta metodología permitirá usar las imágenes no sólo como material de apoyo a la inspección, sino como recurso didáctico para ser utilizado en los entrenamientos con los trabajadores.
- Cuando se descubra cualquier peligro inminente, se deben tomar decisiones de inmediato y notificar al superior como una falla de control o incidente.
- Recordar que durante la inspección se deben tener en cuenta todas las medidas de seguridad establecidas por la empresa, al igual que las recomendaciones establecidas por el RETIE, y normas establecidas en Salud Ocupacional para trabajos en equipos eléctricos y electrónicos.

#### **Analizar la información y priorizar los problemas**

- Analizar y evaluar la información recogida, permite determinar prioridades y un plan de acción. Esto implica usar una metodología para valorar cuantitativa o cualitativamente los riesgos y determinar las prioridades.
- Elaborar los informes respectivos, para ponerlos en conocimiento de las personas y dependencias interesadas. (Nivel administrativo o gerencial, jefes, supervisores y trabajadores de la zona inspeccionada, áreas de mantenimiento, salud ocupacional, entre otros).
- Definir el tipo de situaciones que ameriten ser analizadas con el equipo de trabajo del área, mediante metodologías participativas de solución de problemas (momento sincero).
- El trabajo interdisciplinario en esta etapa, surtirá efectos positivos, debido a que se podrán combinar todas las variables de producción, costos, calidad, confort, seguridad, y otros, con lo cual se garantizará mayor acierto en las recomendaciones sugeridas.

#### **4.14.5 Definir las acciones correctivas y preventivas**

Elaborar un plan de acción en el que participen todas las áreas implicadas en el asunto, asignando responsabilidades concretas, fechas de cumplimiento y presupuestos disponibles para acometer la solución a los problemas o manejo de las situaciones encontradas.

#### **4.14.6 Hacer seguimiento a la ejecución de las acciones**

- Establecer un mecanismo de seguimiento y evaluación sobre la eficacia de las medidas de control implementadas.
- Mantener un registro actualizado con la información de todo el proceso.
- Hacer seguimiento y divulgar periódicamente los indicadores de gestión definidos.

#### **4.14.7 Los informes de inspección**

Una vez recopilada la información en las diferentes zonas de trabajo inspeccionadas, se procede a elaborar el informe que se hará conocer a las áreas implicadas.

Se sugiere que el informe tenga la siguiente estructura:

- Fecha de la inspección.
- Dependencia o sección.
- Número de trabajadores de la sección.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

- Número de accidentes ocurridos en el último periodo en la sección.
- Participantes en la inspección.
- Factores de riesgo encontrados.
- Fuentes generadoras del riesgo y controles actuales.
- Resaltar aspectos positivos.
- Listado de prioridades de acción.
- Recomendaciones.
- Responsables de las mejoras.
- Fechas para verificar las soluciones asumidas.
- Observaciones.

#### **4.14.8 LISTA DE CHEQUEO PARA DIAGNÓSTICOS DE RIESGOS ELÉCTRICOS**

Las listas de chequeo para diagnóstico de los elementos fundamentales de control del riesgo eléctrico de las instalaciones de Ecopetrol S.A, y que se relacionaran en este manual son las mismas establecidas en el RETIE, indicados como Formatos para Dictamen de inspección y los cuales fueron usados de igual manera en el inventario de Brechas RETIE realizado por Ecopetrol en la gran mayoría de sus instalaciones con una firma contratista y la cual entrego estos formatos con un sinnúmero de no conformidades halladas y las cuales hacen parte del Plan de seguridad eléctrica de Ecopetrol y son objeto de seguimiento mediante el indicador de cierre de brechas RETIE. Estos formatos están incluidos en un software en Excel diseñado al interior de Ecopetrol como listas de chequeo para auditar el cumplimiento RETIE de las instalaciones y como uso para auditar sus instalaciones

En cada área de trabajo es necesario adaptar los formatos anteriores de acuerdo a la instalación a auditar y una vez preparada la lista, es necesario mantenerla actualizada añadiendo o quitando cosas, a medida que las situaciones cambian o se gana experiencia en el manejo de las mismas.

Para el Sistema de Aislamiento Eléctrico Seguro - SAES, se cuenta con la lista de verificación de acuerdo a los parámetros establecidos en el Instructivo SAES

Las principales ventajas de la utilización de los Formatos para Dictamen o listas de chequeo son:

- Evita que se omitan algunas condiciones o situaciones potencialmente peligrosas.
- Se asegura la confiabilidad del proceso.
- Se posibilita la estandarización del proceso, de tal suerte que cualquier persona pueda conducir inspecciones completas y bajo parámetros técnicos previamente definidos.
- Proporciona documentación escrita de la forma como se dirigió la actividad y los problemas detectados.

El Formato de inspección para las condiciones eléctricas, derivadas de la aplicación de los requerimientos técnicos del RETIE y de la norma NTC 2050 a utilizar es el GHS-F-086: *Formatos para identificar condiciones de riesgo en las instalaciones eléctricas bajo el marco del RETIE y la Norma NTC 2050.*

#### **4.15 DISTANCIAS DE SEGURIDAD**

Las múltiples aplicaciones de la electricidad hacen que hoy en día esta energía sea indispensable para la sociedad, y que se generen continuos aumentos de consumo, que requieren la construcción de

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

nuevas subestaciones y líneas eléctricas de baja, media y alta tensión para distribución y transmisión de la energía eléctrica, desde los centros de generación hasta los de consumo.

Los cables aéreos, los postes y las subestaciones forman parte de un sistema que distribuye la electricidad a los diferentes usuarios; sin embargo, es necesario tener en cuenta que este sistema, por tener partes energizadas expuestas, presenta peligro de accidentes cuando ocurren arcos eléctricos debido a acercamientos al disminuirse las distancias de seguridad establecidas de acuerdo con el nivel de tensión del sistema, o por contactos eléctricos directos si el contacto se tiene con partes eléctricas que normalmente se encuentran energizadas, o contactos eléctricos indirectos al tocar elementos metálicos que queden energizados en caso de fallas.

En este apartado del manual MASE se fijan las distancias mínimas que deben guardarse entre líneas o redes eléctricas y elementos físicos existentes a lo largo de su trazado (carreteras, edificaciones, piso del terreno destinado a sembrados, pastos o bosques, etc.), con el objeto de evitar contactos accidentales.

Todas las tensiones dadas en estas tablas son entre fases, para circuitos con neutro puesto a tierra sólidamente y otros circuitos en los que se tenga un tiempo despeje de falla a tierra acorde con el presente manual.

Es responsabilidad del diseñador de la instalación eléctrica verificar que en la etapa preconstructiva este requisito se cumpla. El diseñador y constructor de la instalación tendrá que vigilar que dichas instalaciones no violen las distancias de seguridad.

A las instalaciones que se les modifique la construcción deben cumplir con distancias mínimas de seguridad.

#### **4.15.1 Preceptos básicos de seguridad para realizar trabajos cerca de partes energizadas**

En razón de lo anterior, para la realización de actividades en proximidades de redes eléctricas energizadas, se deben tener en cuenta normas de seguridad entre las que se tienen:

La técnica más efectiva de prevención, siempre será guardar una distancia respecto a las partes energizadas, puesto que el aire es un excelente aislante, en este apartado se fijan las distancias mínimas que deben guardarse entre líneas o redes eléctricas y elementos físicos existentes a lo largo de su trazado (carreteras, edificaciones, piso del terreno destinado a sembrados, pastos o bosques, etc.), con el objeto de evitar contactos accidentales

- Para la medición de distancias de seguridad, los accesorios metálicos normalmente energizados serán considerados como parte de los conductores de línea y las bases metálicas de los terminales del cable o los dispositivos similares, deben ser tomados como parte de la estructura de soporte. La precisión en los elementos de medida no podrá tener un error de más o menos 0,5%.
- Las distancias verticales y horizontales que se presentan en las siguientes tablas, se adoptaron de la norma ANSI C2; todas las tensiones dadas en estas tablas son entre fases, para circuitos con neutro puesto a tierra sólidamente y otros circuitos en los que se tenga un tiempo despeje de falla a tierra acorde con el RETIE

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

- Los constructores y en general quienes presenten proyectos a las curadurías, oficinas de planeación del orden territorial y demás entidades responsables de expedir las licencias o permisos de construcción, deben manifestar por escrito que los proyectos que solicitan dicho trámite cumplen a cabalidad con las distancias mínimas de seguridad establecidas en el RETIE.
- Es responsabilidad del diseñador de la instalación eléctrica verificar que en la etapa preconstructiva este requisito se cumpla. No se podrá dar la conformidad con el RETIE a instalaciones que violen estas distancias. El profesional competente responsable de la construcción de la instalación o el inspector que viole esta disposición, sin perjuicio de las acciones penales o civiles, debe ser denunciado e investigado disciplinariamente por el consejo profesional respectivo
- El propietario de una instalación que al modificar la construcción viole las distancias mínimas de seguridad, será objeto de la investigación administrativa correspondiente por parte de las entidades de control y vigilancia por poner en alto riesgo de electrocución no sólo a los moradores de la construcción objeto de la violación, sino a terceras personas y en riesgo de incendio o explosión a las edificaciones contiguas
- A menos que se indique lo contrario, todas las distancias de seguridad deben ser medidas de superficie a superficie. Para la medición de distancias de seguridad, los accesorios metálicos normalmente energizados serán considerados como parte de los conductores de línea y las bases metálicas de los terminales del cable o los dispositivos similares, deben ser tomados como parte de la estructura de soporte. La precisión en los elementos de medida no podrá tener un error de más o menos 0,5%.

Para mayor claridad del presente apartado, se deben tener en cuenta las siguientes observaciones explicativas, así como las figuras y las tablas presentadas en este documento:

- Las distancias de seguridad establecidas en las siguientes tablas, aplican a conductores desnudos.
- En el caso de tensiones mayores a 57,5 KV entre fases, las distancias de aislamiento eléctrico especificadas en las tablas se incrementarán en un 3% por cada 300 m que sobrepasen los 900 m sobre el nivel del mar.
- Las distancias verticales se toman siempre desde el punto energizado más cercano al lugar de posible contacto.
- La distancia horizontal "b" se toma desde la parte energizada más cercana al sitio de posible contacto, es decir, trazando un círculo desde la parte energizada, teniendo en cuenta la posibilidad real de expansión vertical que tenga la edificación y que en ningún momento la red quede encima de la construcción.
- Un techo, balcón o área es considerado fácilmente accesible para los peatones si éste puede ser alcanzado de manera casual a través de una puerta, rampa, ventana, escalera o una escalera a mano permanentemente utilizada por una persona, a pie, alguien que no despliega ningún esfuerzo físico extraordinario ni emplea ningún instrumento o dispositivo especial para tener acceso a éstos. No se considera un medio de acceso a una escalera permanentemente utilizada si es que su peldaño más bajo mide 2,45 m o más desde el nivel del piso u otra superficie accesible fija*
- Si se tiene un tendido aéreo con cable aislado y con pantalla, no se aplican estas distancias. No se aplica para conductores aislados para Baja Tensión.

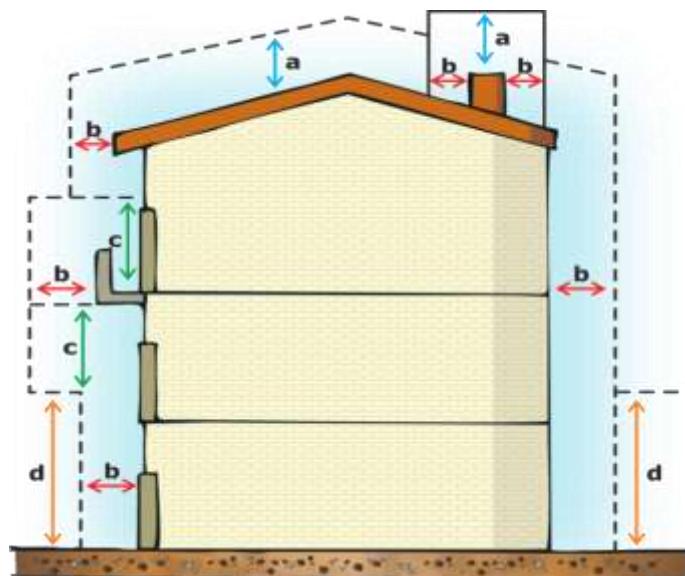
	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

- En techos metálicos cercanos o en casos de redes de conducción que van paralelas o que cruzan las líneas de media, alta y extra alta tensión, se debe verificar que las tensiones inducidas no generen peligro o no afecten el funcionamiento de otras redes.
- Donde el espacio disponible no permita cumplir las distancias horizontales de la Tabla 13.1 para redes de media tensión, tales como edificaciones con fachadas o terrazas cercanas, la separación se puede reducir hasta en un 30%, siempre y cuando, los conductores, empalmes y herrajes tengan una cubierta que proporcione suficiente rigidez dieléctrica para limitar la probabilidad de falla a tierra, tal como la de los cables cubiertos con tres capas para red compacta. Adicionalmente, deben tener espaciadores y una señalización que indique que es cable no aislado. En zonas arborizadas urbanas se recomienda usar esta tecnología para disminuir las podas.
- Si se tiene una instalación con una tensión diferente a las contempladas en el presente manual, debe cumplirse el requisito exigido para la tensión inmediatamente superior.
- Cuando los edificios, chimeneas, antenas o tanques u otras instalaciones elevadas no requieran algún tipo de mantenimiento, como pintura, limpieza, cambio de partes o trabajo de personas cerca de los conductores; la distancia horizontal "b", se podrá reducir en 0, 6 m.
- En general los conductores de la línea de mayor tensión deben estar a mayor altura que los de la de menor tensión.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b> <b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>	

#### 4.15.2 Distancias mínimas de seguridad en zonas con construcciones

Las distancias mínimas de seguridad que deben guardar las partes energizadas respecto de las construcciones, serán las establecidas en la siguiente figura y para su interpretación se deben tener en cuenta las mismas.



Tensión nominal entre fases (kV)	Distancia (m)	Tensión nominal entre fases (kV)	D
<b>a</b> 44/34,5/33 13,8/13,2/11,4/7,6 <1	3,8 3,8 0,45	<b>C</b> 44/34,5/33 13,8/13,2/11,4/7,6 <1	
<b>b</b> 66/57,5 44/34,5/33 13,8/13,2/11,4/7,6 <1	2,5 2,3 2,3 1,7	<b>d</b> 115/110 66/57,5 44/34,5/33 13,8/13,2/11,4/7,6 <1	

**FIGURA 42 - DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD EN ZONAS CON CONSTRUCCIONES**

**Distancia vertical "a":** Distancia vertical "a" sobre techos y proyecciones, aplicable solamente a zonas de muy difícil acceso a personas y siempre que el propietario o tenedor de la instalación eléctrica tenga absoluto control tanto de la instalación como de la edificación.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

**Distancia horizontal “b”:** Distancia horizontal “b” a muros, balcones, salientes, ventanas y diferentes áreas independientemente de la facilidad de accesibilidad de personas.

**Distancia vertical “c”:** Distancia vertical “c” sobre o debajo de balcones o techos de fácil acceso a personas, y sobre techos accesibles a vehículos de máximo 2,45 m de altura.

**Distancia vertical “d”:** Distancia vertical “d” a carreteras, calles, callejones, zonas peatonales, áreas sujetas a tráfico vehicular. (Figura 45) para vehículos de más de 2,45 m de altura.

Igualmente, en instalaciones construidas bajo criterio de la norma **IEC 60364**, para tensiones mayores de **1 KV**, se deben tener en cuenta y aplicar las distancias de la **IEC 61936 -1**.

Únicamente se permite el paso de conductores por encima de construcciones (distancia vertical “a”) cuando el tenedor de la instalación eléctrica tenga absoluto control, tanto de la instalación eléctrica como de las modificaciones de la edificación o estructura de la planta. Entendido esto como la administración, operación y mantenimiento, tanto de la edificación como de la instalación eléctrica.

En ningún caso se permitirá el paso de conductores de redes o líneas del servicio público, por encima de edificaciones donde se tenga presencia de personas.

En redes públicas o de uso general no se permite la construcción de edificaciones debajo de los conductores; en caso de presentarse tal situación el OR solicitará a las autoridades competentes tomar las medidas pertinentes. Tampoco será permitida la construcción de redes para uso público por encima de las edificaciones

#### **4.15.3 Distancias mínimas de seguridad para diferentes lugares y situaciones**

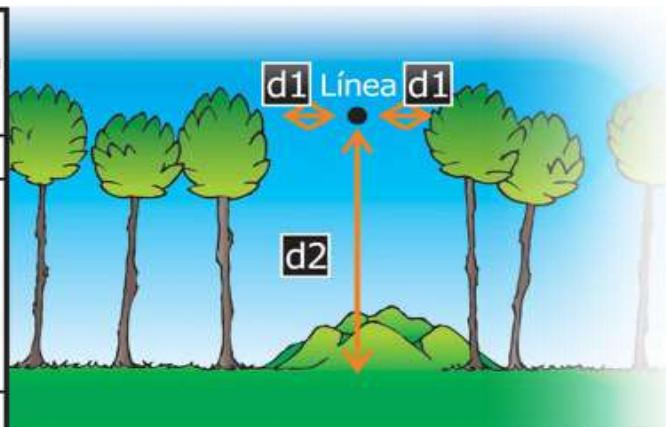
En líneas de transmisión o redes de distribución, la altura de los conductores respecto del piso o rodamiento de la vía, no podrá ser menor a las establecidas en este capítulo.

A continuación se presentan las figuras que ilustran los diferentes lugares y situaciones en las que se pueden encontrar las líneas de transmisión o redes de distribución.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	Código GHS-M-001	Elaborado 22/06/2016	Versión: 2

**a) Distancias mínimas a árboles y al suelo con líneas en áreas cultivadas**

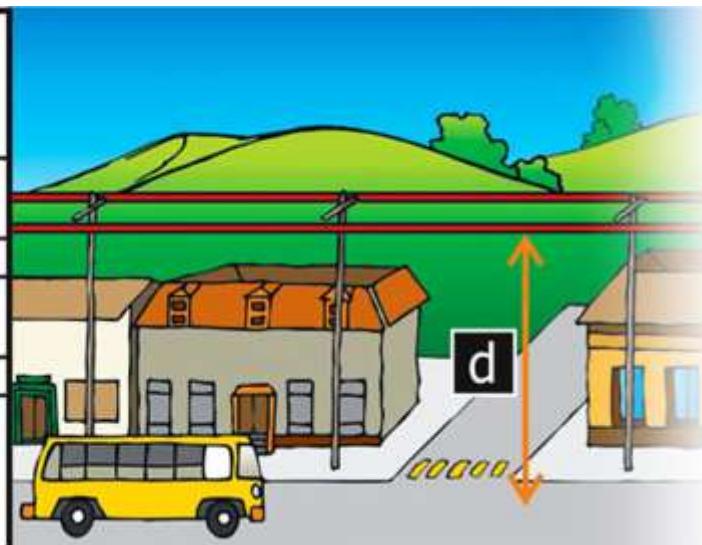
Tensión nominal entre fases (kV)	Distancia "d1" (m)	Distancia "d2" (m)
500	8,6	8,6
230/220	6,8	6,8
115/110	2,8	6,1
66/57,5	2,5	5,8
44/34,5/33	2,3	5,6
13,8/13,2/11,4/7,6	2,3	5,6
<1	1,7	5



**FIGURA 43 - DISTANCIAS MÍNIMAS A ÁRBOLES Y AL SUELO CON LÍNEAS EN ÁREAS CULTIVADAS**

**b) Distancia mínima al suelo "d" desde líneas que recorren avenidas, carreteras y calles**

Tensión nominal entre fases (kV)	Distancia "d" (m)
500	11,5
230/220	8,0
115/110	6,1
66/57,5	5,8
44/34,5/33	5,6
13,8/13,2/11,4/7,6	5,6
<1	5,0

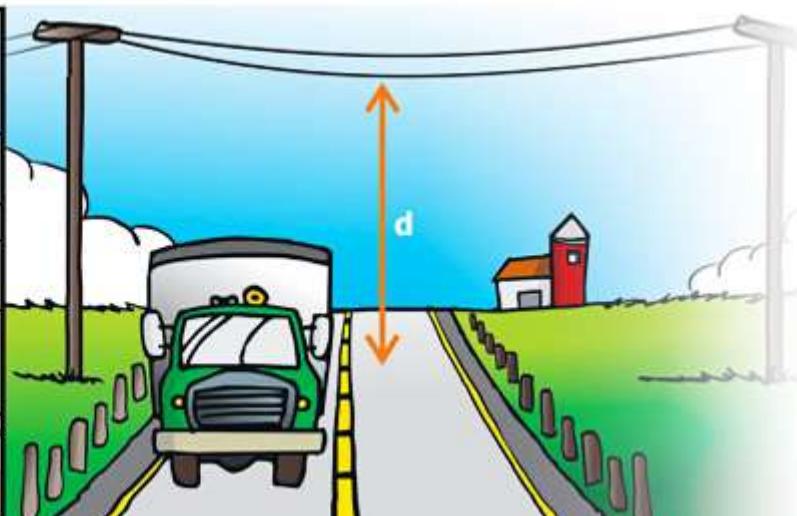


**FIGURA 44 - DISTANCIAS MÍNIMAS AL SUELO CON LÍNEAS QUE RECORREN VÍAS**

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	Código GHS-M-001	Elaborado 22/06/2016	Versión: 2

- c) Distancia mínima al suelo "d" en cruces con carreteras, calles, callejones, zonas peatonales, áreas sujetas a tráfico vehicular

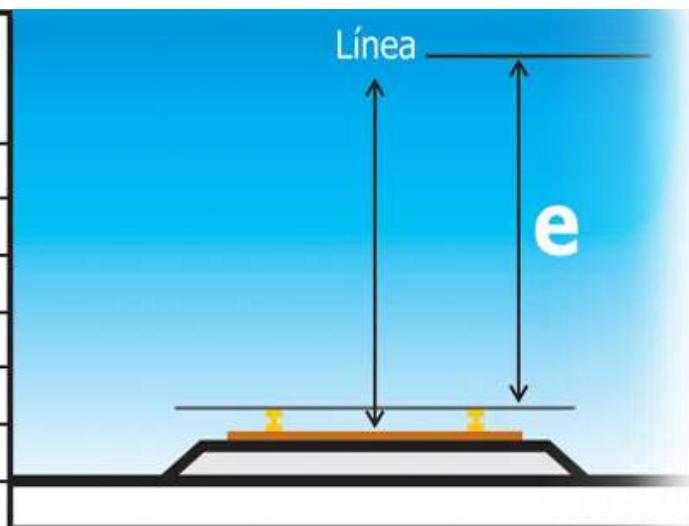
Tensión nominal entre fases (kV)	Distancia "d" (m)
500	11,5
230/220	8,5
115/110	6,1
66/57,5	5,8
44/34,5/33	5,6
13,8/13,2/11,4/7,6	5,6
<1	5 (Zonas peatonales sujetas a tráfico vehicular) 5,6 (Grandes avenidas)



**FIGURA 45 - DISTANCIAS MÍNIMAS AL SUELO A LAS REDES EN CRUCE DE VÍAS**

- d) En áreas de bosques y huertos donde se dificulta el control absoluto del crecimiento de estas plantas y sus copas puedan ocasionar acercamientos peligrosos, se requiera el uso de maquinaria agrícola de gran altura o en cruces de ferrocarriles sin electrificar, se debe aplicar como distancia "e" estos valores

Tensión nominal entre fases (kV)	Distancia "e" (m)
500	11,1
230/220	9,3
115/110	8,6
66/57,5	8,3
44/34,5/33	8,1
13,8/13,2/11,4/7,6	8,1
<1	7,5

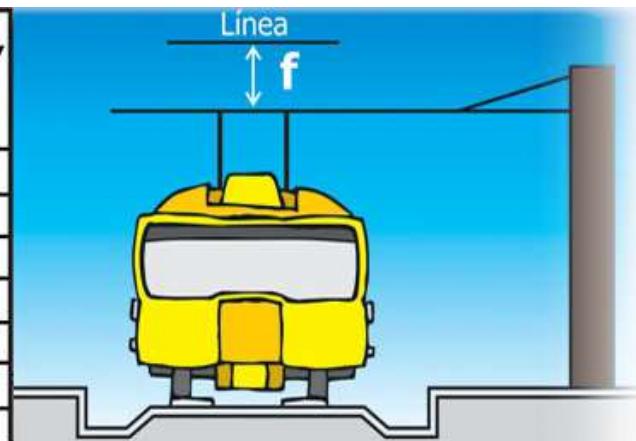


**FIGURA 49 - DISTANCIAS MÍNIMAS AL SUELO CON LÍNEAS EN CRUCES CON FERROCARRIL**

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b> <b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>	

- e) Distancia mínima vertical en el cruce "f" a los conductores alimentadores de ferrocarriles electrificados, teleféricos, tranvías y trole-buses

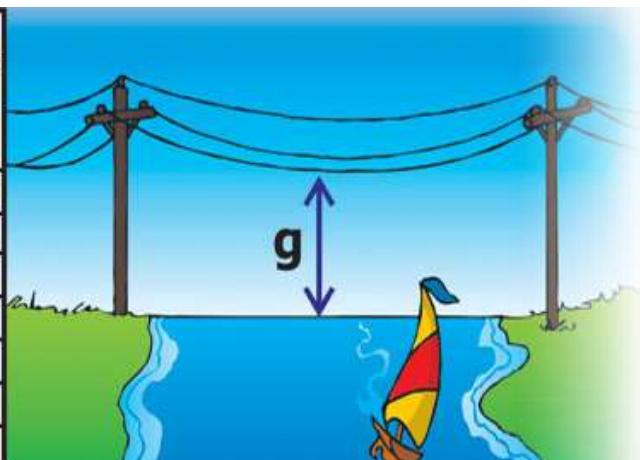
Tensión nominal entre fases (kV)	Distancia "f" (m)
500	4,8
230/220	3,0
115/110	2,3
66/57,5	2,0
44/34,5/33	1,8
13,8/13,2/11,4/7,6	1,8
<1	1,2



**FIGURA 46 - DISTANCIAS VERTICALES DE LÍNEAS EN CRUCE CON FERROCARRILES ELECTRIFICADOS**

- f) Distancia mínima vertical respecto del máximo nivel del agua "g" en cruce con ríos, canales navegables o flotantes adecuados para embarcaciones con altura superior a 2 m y menor de 7 m

Tensión nominal entre fases (kV)	Distancia "g" (m)
500	12,9
230/220	11,3
115/110	10,6
66/57,5	10,4
44/34,5/33	10,2
13,8/13,2/11,4/7,6	10,2
<1	9,6

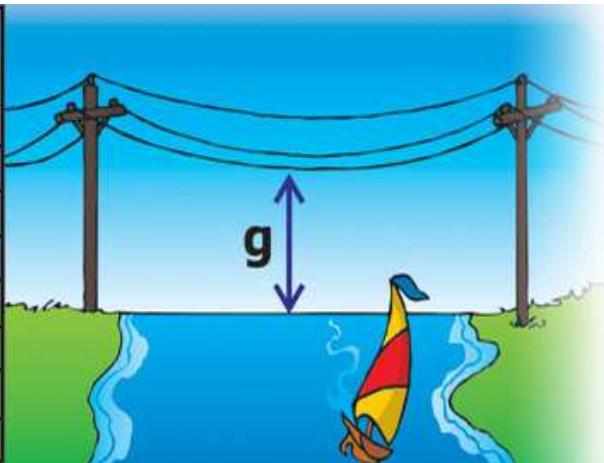


**FIGURA 47 - DISTANCIAS VERTICALES DE LÍNEAS EN CRUCE CON RÍOS PARA EMBARCACIONES CON ALTURAS ENTRE 2 m Y 7 m**

- g) Distancia mínima vertical respecto del máximo nivel del agua "g" en cruce con ríos, canales navegables o flotantes, no adecuadas para embarcaciones con altura mayor a 2 m.

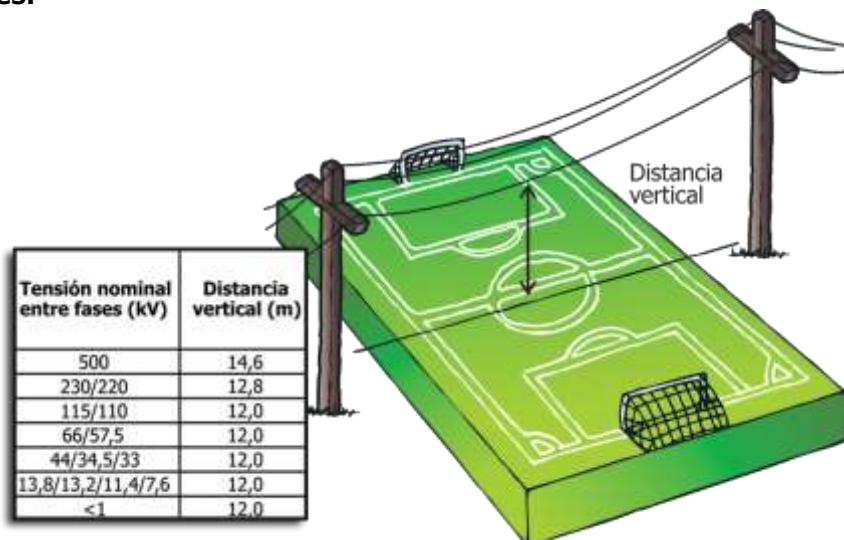
	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	Código GHS-M-001	Elaborado 22/06/2016	Versión: 2

Tensión nominal entre fases (kV)	Distancia "g" (m)
500	7,9
230/220	6,3
115/110	5,6
66/57,5	5,4
44/34,5/33	5,2
13,8/13,2/11,4/7,6	5,2
<1	4,6



**FIGURA 48 - DISTANCIAS VERTICALES DE LÍNEAS EN CRUCE CON RÍOS PARA EMBARCACIONES CON ALTURA MENOR A 2 m**

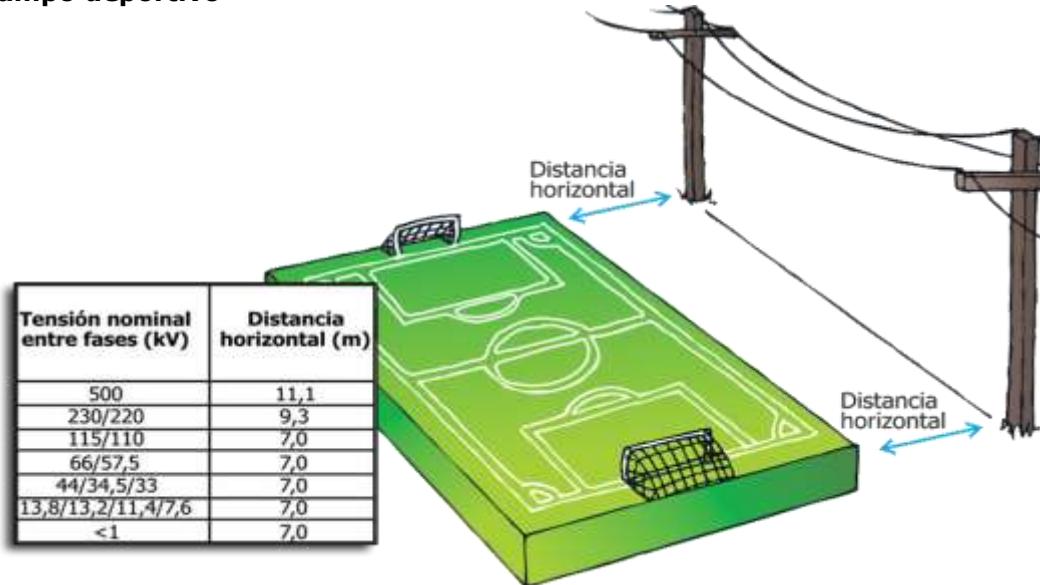
- h) Distancia mínima vertical al piso en cruce por espacios usados como campos deportivos abiertos, sin infraestructura en la zona de servidumbre, tales como graderías, casetas o cualquier tipo de edificaciones ubicadas debajo de los conductores.



**FIGURA 49 - DISTANCIAS VERTICALES AL PISO CON LÍNEAS EN CRUCE POR CAMPOS DEPORTIVOS O RECREATIVOS ABIERTOS**

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>

- i) Distancia mínima horizontal en cruce cercano a campos deportivos que incluyan infraestructura, tales como graderías, casetas o cualquier tipo de edificación asociada al campo deportivo



**FIGURA 50 - DISTANCIA HORIZONTAL EN CRUCE POR CAMPOS DEPORTIVOS ABIERTOS**  
j) Distancias mínimas verticales en cruces de líneas

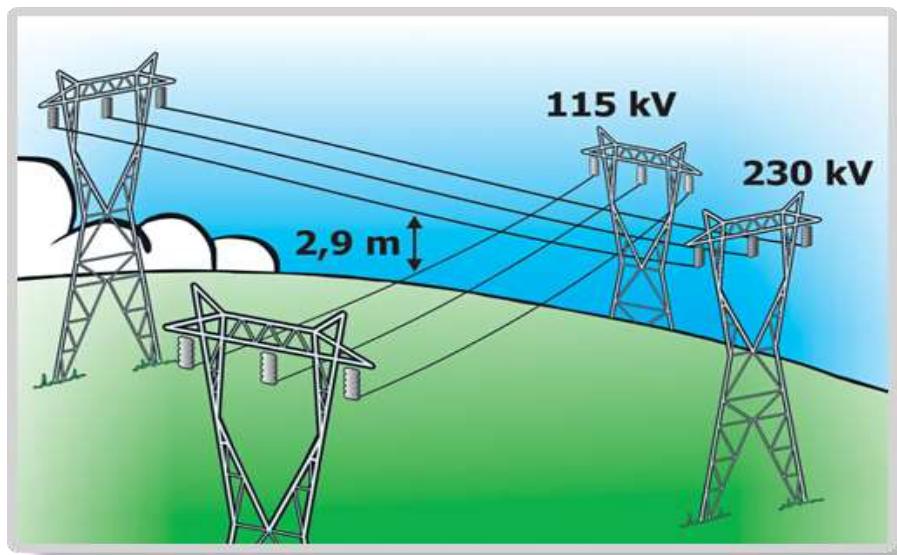
En la TABLA 15 se presentan las distancias verticales mínimas en vanos, con líneas de diferentes tensiones.

**TABLA 15- DISTANCIAS VERTICALES MÍNIMAS EN VANOS, CON CRUCES DE LÍNEAS DE DIFERENTES TENSIONES**

Tensión Nominal entre Fases de la Línea Superior (kV)	Distancia (m)									
	500	230/220	115/110	66	57,5	44/34,5/33	13,8/13,2/11,4/7,6	<1	Comunicación	500
	4,8	4,2	4,2	4,2	4,3	4,3	4,6	5,3	7,1	
500										
230/220	3,0	2,4	2,4	2,4	2,5	2,6	2,9	3,6		
115/110	2,3	1,7	1,7	1,7	1,8	1,9	2,2			
66	2,0	1,4	1,4	1,4	1,5	1,5				
57,5	1,9	1,3	1,3	1,3	1,4					
44/34,5/33	1,8	1,2	1,2	1,3						
13,8/13,2/11,4/7,6	1,8	1,2	0,6							
<1	1,2	0,6								
Comunicación	0,6									
	Comunicación	<1	13,8/ 13,2/ 11,4/ 7,6	44/ 34,5/ 33	57,5	66	115/ 110	230/ 220	500	
	Tensión Nominal entre Fases de la Línea Inferior (kV)									

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>	

En la FIGURA 51 se ilustra a manera de ejemplo la distancia vertical en el cruce de una línea de 230 KV con una línea de 115 KV.



**FIGURA 51 - DISTANCIAS VERTICALES EN VANOS, CON CRUCES DE LÍNEAS**

#### **4.15.4 Distancias mínimas entre conductores en la misma estructura**

Los conductores instalados sobre apoyos fijos, deben tener distancias horizontales y verticales entre cada uno, no menores a las establecidas en la TABLA 16 y TABLA 17 respectivamente

##### **4.15.4.1 Distancia horizontal entre conductores soportados en la misma estructura de apoyo**

Cuando se tienen conductores de diferentes circuitos, la tensión considerada debe ser la diferencia fasorial entre los conductores considerados (suma en valor absoluto, de las tensiones de fase – tierra de cada circuito de diferente tensión involucrado).

Cuando se utilicen aisladores de suspensión y su movimiento no esté limitado, la distancia horizontal de seguridad entre los conductores debe incrementarse de tal forma que la cadena de aisladores pueda moverse transversalmente hasta su máximo ángulo de balanceo de diseño, sin reducir los valores indicados en la TABLA 16. El desplazamiento de los conductores debe incluir la deflexión de estructuras flexibles y accesorios, cuando dicha deflexión pueda reducir la distancia horizontal de seguridad entre los conductores.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>

**TABLA 16- DISTANCIA HORIZONTAL ENTRE CONDUCTORES SOPORTADOS EN LA MISMA ESTRUCTURA DE APOYO**

CLASE DE CIRCUITO Y TENSIÓN ENTRE LOS CONDUCTORES CONSIDERADOS	DISTANCIAS HORIZONTALES DE SEGURIDAD (cm)
Conductores de comunicación expuestos	15 <sup>(1)</sup> 7,5 <sup>(2)</sup>
Alimentadores de vías férreas	
0 a 750 V (No. 4/0 AWG o mayor calibre)	15
0 a 750 V (calibre menor de No. 4/0 AWG)	30
Entre 750 V y 8,7 kV	30
Conductores de suministro del mismo circuito	
0 a 8,7 kV	30
Entre 8,7 y 50 kV	30 más 1 cm por kV sobre 8,7 kV
Más de 50 kV	Debe atender normas internacionales
Conductores de suministro de diferente circuito <sup>(3)</sup>	
0 a 8,7 kV	30
Entre 8,7 y 50 kV	30 más 1 cm por kV sobre 8,7 kV
Entre 50 kV y 814 kV	71,5 más 1 cm por kV sobre 50 kV

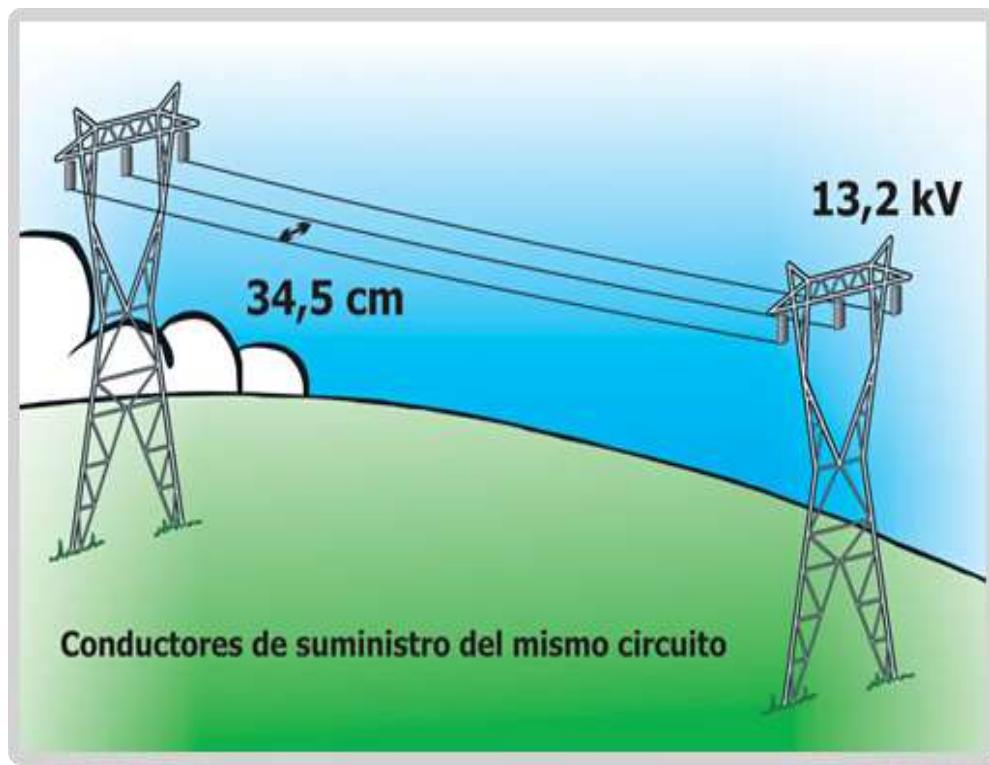
**Nota 1:** No se aplica en los puntos de transposición de conductores.

**Nota 2:** Permitido donde se ha usado regularmente espaciamiento entre pines, menor a 15 cm. No se aplica en los puntos de transposición de conductores.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>	

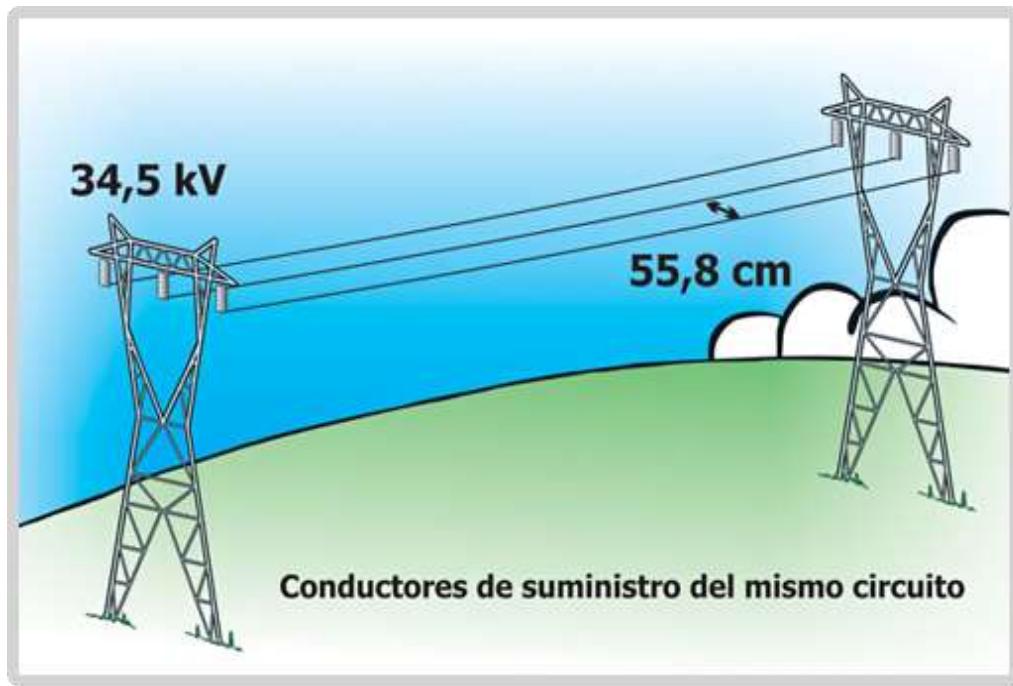
**Nota 3:** Para las tensiones que excedan los 57,5 KV, la distancia de seguridad debe ser incrementada en un 3% por cada 300 m en exceso de 1000 m sobre el nivel del mar. Todas las distancias de seguridad para tensiones mayores de 50 KV se basarán en la máxima tensión de operación.

A continuación en la FIGURA 52 y FIGURA 53, se ilustran a manera de ejemplo los requerimientos de la TABLA 16.



**FIGURA 52 - EJEMPLO PARA DISTANCIAS MÍNIMAS HORIZONTALES ENTRE CONDUCTORES ELÉCTRICOS SOPORTADOS EN LA MISMA ESTRUCTURA DEL MISMO CIRCUITO. LÍNEA DE 13,2 KV. DISTANCIA MÍNIMA: (13,2 KV – 8,7 KV) \* 1 cm + 30 cm = 34,5 cm**

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>



**FIGURA 53 - EJEMPLO PARA DISTANCIAS MÍNIMAS HORIZONTALES ENTRE CONDUCTORES ELÉCTRICOS SOPORTADOS EN LA MISMA ESTRUCTURA DEL MISMO CIRCUITO. LÍNEA DE 34,5 KV. DISTANCIA MÍNIMA: (34,5 KV – 8,7 KV) \* 1 cm + 30 cm = 55,8 cm**

#### **4.15.4.2 Distancia vertical mínima entre conductores de diferentes circuitos sobre la misma estructura**

En la TABLA 17 se describen las distancias mínimas que se deben considerar para la instalación de conductores de diferentes circuitos que estén instalados en la misma estructura y en la FIGURA 54 se presenta un esquema básico para la aplicación de la TABLA 17.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>

**TABLA 17- DISTANCIA VERTICAL MÍNIMA ENTRE CONDUCTORES DE DIFERENTES CIRCUITOS SOBRE LA MISMA ESTRUCTURA**

CONDUCTORES Y CABLES A MENOR ALTURA		CONDUCTORES Y CABLES A MAYOR ALTURA (m)	
		CONDUCTORES DE SUMINISTRO A LA INTEMPERIE (TENSIÓN EN kV)	
		HASTA 1 kV	ENTRE 7,6 Y 66 kV
			0,4 más 0,01 m por kV sobre 7,6 kV
<b>CONDUCTORES Y CABLES A MENOR ALTURA</b>	<b>Conductores de suministro eléctrico a la intemperie</b>	Hasta 1 kV	0,4
		Entre 1 kV y 7,6 kV	No permitido
		Entre 11,4 kV y 34,5 kV	No permitido
		Entre 44 kV y 66 kV	No permitido
			0,6 más 0,01 m por kV sobre 7,6 kV

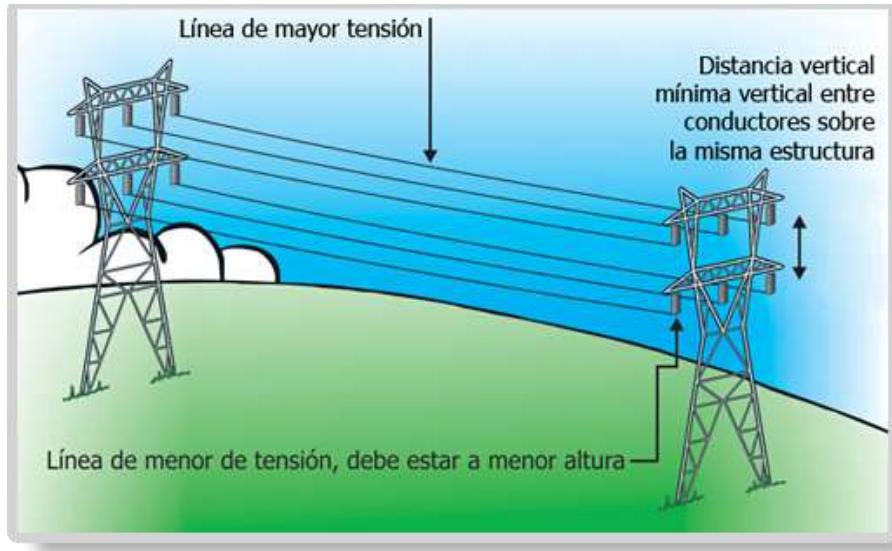
Estas distancias son para circuitos de una misma empresa operadora. Para circuitos de diferentes empresas la distancia se debe aumentar en 0,6 m.

Para las tensiones que excedan los 66 KV, la distancia de seguridad vertical entre conductores debe ser incrementada por el factor de corrección por altura.

Los conductores del mismo circuito de una red compacta con cables cubiertos o semiaislados, no deben tener una separación menor a 18 cm para tensiones menores de 15 KV, ni menor a 27 cm para tensiones entre 15 KV y 34,5 KV.

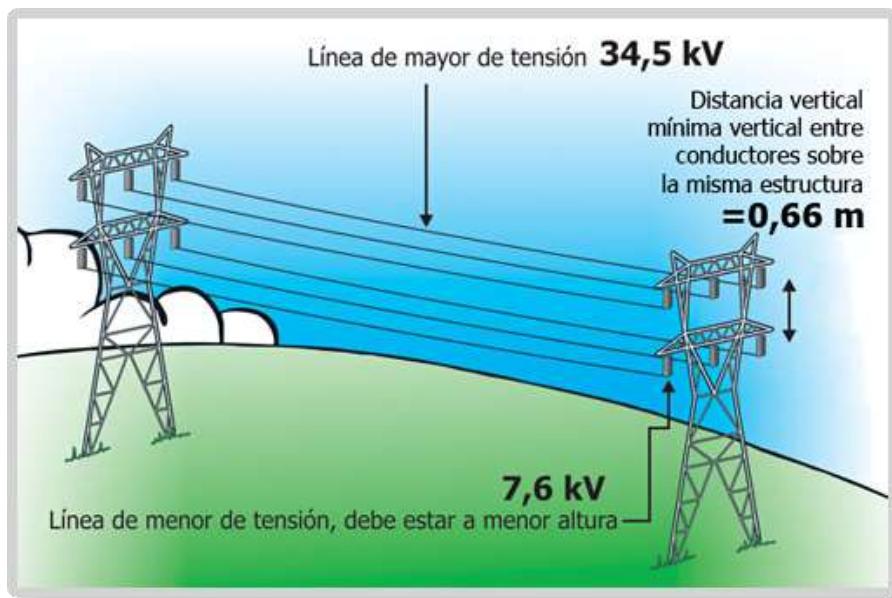
Se podrá usar tecnología de líneas compactas para una línea o varias líneas en la misma estructura, siempre que se cumplan las distancias de seguridad definidas en normas internacionales, de reconocimiento internacional como IEEE o recomendaciones del CIGRE para este tipo de configuraciones.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>



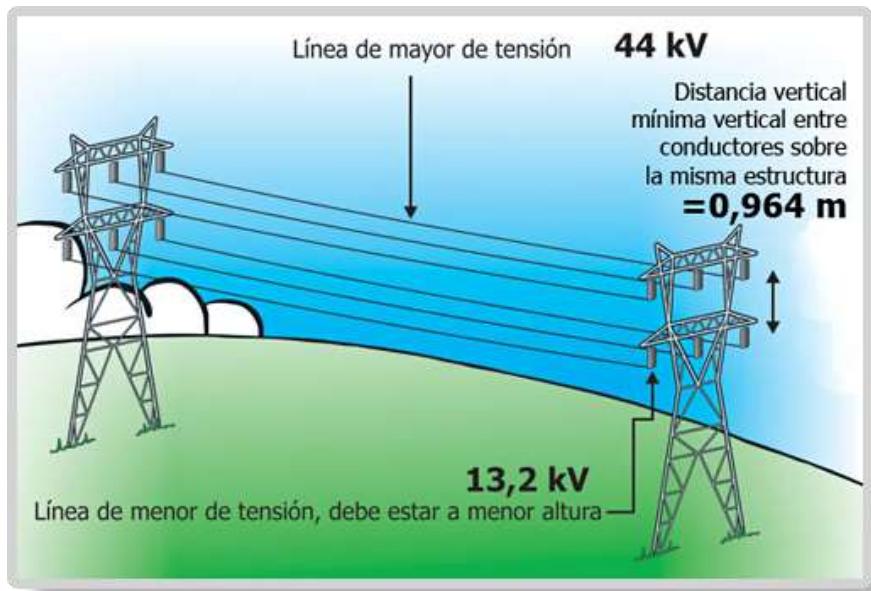
**FIGURA 54 - ESQUEMA BÁSICO PARA DISTANCIA DE SEPARACIÓN ENTRE CONDUCTORES SOBRE LA MISMA ESTRUCTURA**

A continuación se presentan las FIGURA 59 y FIGURA 55 con una serie de ejemplos que ilustran los requerimientos de la TABLA 17 y que dan mayor claridad en su utilización.



**FIGURA 59 - EJEMPLO DE DISTANCIA VERTICAL: LÍNEA INFERIOR 7,6 KV Y LÍNEA SUPERIOR 34,5 KV. DISTANCIA MÍNIMA DE  $0,4 \text{ m} + (34,5\text{KV} - 7,6\text{KV}) * 0,01 \text{ m} = 0,66 \text{ m}$**

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>			
<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>	



**FIGURA 55 - EJEMPLO DE DISTANCIA VERTICAL: LÍNEA INFERIOR 13,2 KV Y LÍNEA SUPERIOR 44 KV. DISTANCIA MÍNIMA 0,6 M + (44 KV – 7,6 KV) \* 0,01 = 0,964 m**

#### 4.15.5 Distancias mínimas para trabajos en o cerca de partes energizadas

Un arco eléctrico es un haz luminoso producido por el flujo de corriente eléctrica a través de un medio aislante, que produce radiación y gases calientes. En la FIGURA 56 se ilustra un arco eléctrico en alta tensión.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>



**FIGURA 56 - ARCO ELÉCTRICO EN MEDIA TENSIÓN**

La característica física que hace peligroso el arco eléctrico es la alta temperatura, la cual genera una radiación de calor que puede ocasionar quemaduras graves a una distancia de hasta 3 m.

Las partes energizadas a las que el trabajador pueda estar expuesto, se deben poner en condición de trabajo eléctricamente seguro antes de trabajar en o cerca de ellas, a menos que se demuestre que desenergizar introduzca riesgos adicionales.

Actualmente se han incrementado los accidentes por arcos eléctricos, originados en cortocircuitos, fallas a tierra, contacto de herramientas con partes energizadas, choque térmico, acumulación de polvos, pérdidas de aislamiento, depósitos de material conductor o la ionización del medio. El arco genera radiación térmica hasta de 20000 °C, presenta un aumento súbito de presión hasta de 30 t/m<sup>2</sup> con niveles de ruido por encima de 120 dB y expide vapores metálicos tóxicos por desintegración de productos. Se debe tomar como frontera de protección contra arco eléctrico, para sistemas mayores a 5 voltios, la distancia a la cual la energía incidente es igual a 5 J/cm<sup>2</sup> (1,2 cal/cm<sup>2</sup>).

Para actividades tales como cambio de interruptores o partes de él, intervenciones sobre transformadores de corriente, mantenimiento de barajes, instalación y retiro de medidores, apertura de condensadores, macromediciones, medición de tensión y corriente, entre otras; deben cumplirse procedimientos seguros como los establecidos en la NFPA 70 E o IEC 60364. En todo caso se deben cumplir los siguientes requisitos:

- Realizar un análisis de riesgos donde se tenga en cuenta la tensión, la potencia de cortocircuito y el tiempo de despeje de la falla, para definir la categoría del riesgo que determina el elemento de protección a utilizar. El análisis de arco debe revisarse en períodos no mayores a cinco años o cuando se realicen modificaciones mayores.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

- b. Fijar etiquetas donde se indique el nivel de riesgo y el equipo requerido.
- c. Realizar una correcta señalización del área de trabajo y de las zonas aledañas a ésta.
- d. Tener un entrenamiento apropiado para trabajar en tensión, si es el caso.
- e. Tener un plano actualizado y aprobado por un profesional competente
- f. Tener una orden de trabajo firmada por la persona que lo autoriza.
- g. Usar equipos de protección personal certificados para el nivel de tensión y energía incidente involucrados, los cuales no deben tener nivel de protección menor al establecido en la TABLA 18

**TABLA 18- NIVEL MÍNIMO DE PROTECCIÓN TÉRMICA SEGÚN NFPA 70E**

<b>CATEGORÍA</b>	<b>NIVEL MÍNIMO DE PROTECCIÓN Cal/cm<sup>2</sup></b>
0	Prenda normal de algodón
1	4
2	8
3	25
4	40

- h. Las personas no calificadas, no deben sobrepasar el límite de aproximación seguro. Los OR atenderán las solicitudes de cubrimiento o aislamiento temporal para redes de media tensión y baja tensión que haga el usuario cuando requiera intervenir sus fachadas, el costo estará a cargo del usuario.
- i. El límite de aproximación restringida debe ser señalizado ya sea con una franja visible hecha con pintura reflectiva u otra señal que brinde un cerramiento temporal y facilite al personal no autorizado identificar el máximo acercamiento permitido.
- j. Cumplir las distancias mínimas de aproximación a equipos energizados de la
- k. TABLA 19 o TABLA 20 y la FIGURA 57 según corresponda, las cuales son adaptadas de la NFPA 70 e IEEE 1584. Estas distancias son barreras que buscan prevenir lesiones al trabajador y son básicas para la seguridad eléctrica.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>

**TABLA 19- DISTANCIAS MÍNIMAS PARA TRABAJOS EN O CERCA DE PARTES ENERGIZADAS EN CORRIENTE ALTERNA**

Tensión nominal del sistema (fase - fase)	Límite de aproximación seguro (m)		Límite de aproximación restringida (m) Incluye movimientos involuntarios	Límite de aproximación técnica (m)
	Parte móvil expuesta	Parte fija expuesta		
<b>51 V – 300 V</b>	<b>3,0</b>	<b>1,0</b>	Evitar contacto	Evitar contacto
<b>301 V – 750 V</b>	<b>3,0</b>	<b>1,0</b>	<b>0,3</b>	<b>0,025</b>
<b>751 V – 15 kV</b>	<b>3,0</b>	<b>1,5</b>	<b>0,7</b>	<b>0,2</b>
<b>15,1 kV – 36 kV</b>	<b>3,0</b>	<b>1,8</b>	<b>0,8</b>	<b>0,3</b>
<b>36,1 kV – 46 kV</b>	<b>3,0</b>	<b>2,5</b>	<b>0,8</b>	<b>0,4</b>
<b>46,1 kV – 72,5 kV</b>	<b>3,0</b>	<b>2,5</b>	<b>1,0</b>	<b>0,7</b>
<b>72,6 kV – 121 kV</b>	<b>3,3</b>	<b>2,5</b>	<b>1,0</b>	<b>0,8</b>
<b>138 kV - 145 kV</b>	<b>3,4</b>	<b>3,0</b>	<b>1,2</b>	<b>1,0</b>
<b>161 kV - 169 kV</b>	<b>3,6</b>	<b>3,6</b>	<b>1,3</b>	<b>1,1</b>
<b>230 kV - 242 kV</b>	<b>4,0</b>	<b>4,0</b>	<b>1,7</b>	<b>1,6</b>
<b>345 kV - 362 kV</b>	<b>4,7</b>	<b>4,7</b>	<b>2,8</b>	<b>2,6</b>
<b>500 kV – 550 kV</b>	<b>5,8</b>	<b>5,8</b>	<b>3,6</b>	<b>3,5</b>

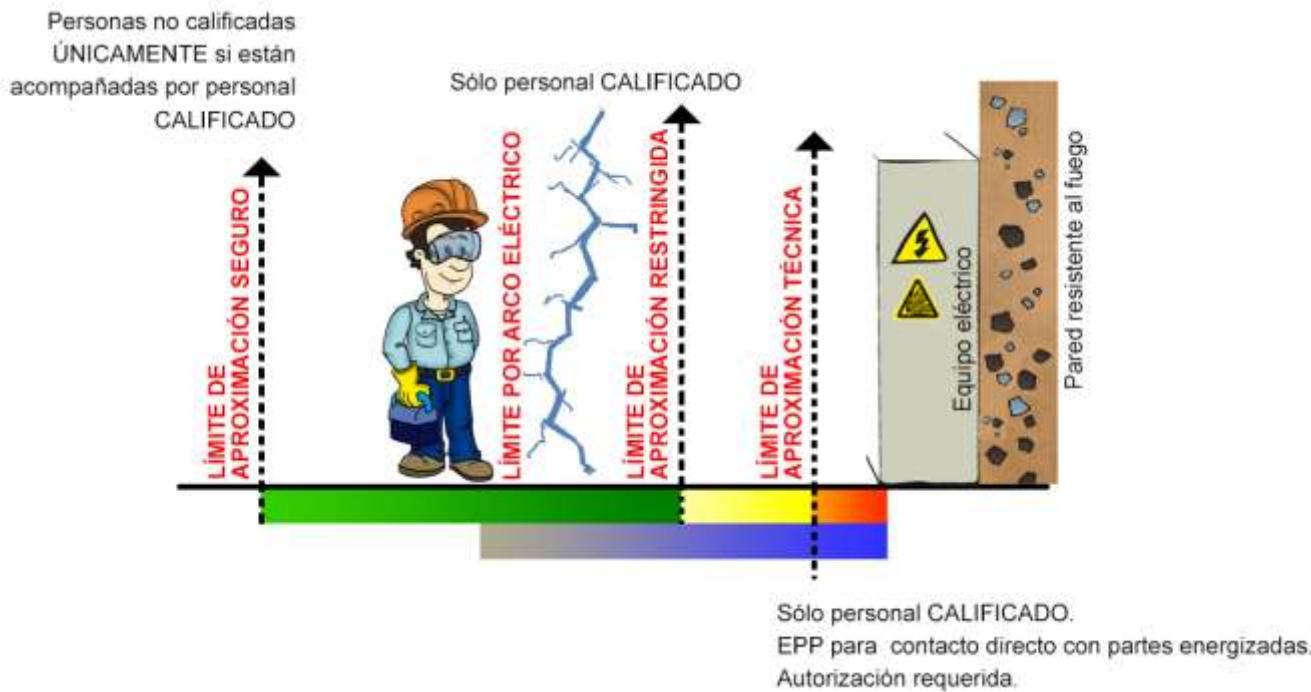
**TABLA 20- DISTANCIAS MÍNIMAS PARA TRABAJOS EN O CERCA DE PARTES ENERGIZADAS EN CORRIENTE CONTINUA**

Tensión nominal	Límite de aproximación seguro [m]		Límite de aproximación restringida (m) Incluye movimientos involuntarios.	Límite de aproximación técnica (m)
	Parte móvil expuesta	Parte fija expuesta		
<b>100 V – 300 V</b>	<b>3,0</b>	<b>1,0</b>	Evitar contacto	Evitar contacto
<b>301 V – 1 KV</b>	<b>3,0</b>	<b>1,0</b>	<b>0,3</b>	<b>0,25</b>
<b>1,1 KV – 5 KV</b>	<b>3,0</b>	<b>1,5</b>	<b>0,5</b>	<b>0,1</b>
<b>5,1 KV – 15 KV</b>	<b>3,0</b>	<b>1,5</b>	<b>0,7</b>	<b>0,2</b>
<b>15,1 KV – 45 KV</b>	<b>3,0</b>	<b>2,5</b>	<b>0,8</b>	<b>0,4</b>
<b>45,1 KV – 75 KV</b>	<b>3,0</b>	<b>2,5</b>	<b>1,0</b>	<b>0,7</b>
<b>75,1 KV – 150 KV</b>	<b>3,3</b>	<b>3,0</b>	<b>1,2</b>	<b>1,0</b>
<b>150,1 KV – 250 KV</b>	<b>3,6</b>	<b>3,6</b>	<b>1,6</b>	<b>1,5</b>
<b>250,1 KV – 500 KV</b>	<b>6,0</b>	<b>6,0</b>	<b>3,5</b>	<b>3,3</b>
<b>500,1 KV – 800 KV</b>	<b>8,0</b>	<b>8,0</b>	<b>5,0</b>	<b>5,0</b>

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b> <b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>	

#### 4.15.5.1 Límites de aproximación

Los límites de aproximación a partes de energizadas de equipos se presentan en la siguiente figura:



**FIGURA 57 -LÍMITES DE APROXIMACIÓN**

Los límites de aproximación de la FIGURA 57 se definen de la siguiente manera:

- **LÍMITE DE APROXIMACIÓN SEGURA:** Es la distancia mínima, desde el punto energizado más accesible del equipo, hasta la cual el personal no calificado puede situarse sin riesgo de exposición al arco eléctrico
- **LÍMITE DE APROXIMACIÓN RESTRINGIDA:** Es la distancia mínima hasta la cual el profesional competente puede situarse sin llevar los elementos de protección personal certificados contra riesgo por arco eléctrico.
- **LÍMITE DE APROXIMACIÓN TÉCNICA:** Es la distancia mínima en la cual solo el profesional competente que lleva elementos de protección personal certificados contra arco eléctrico realiza trabajos en la zona de influencia directa de las partes energizadas de un equipo.

#### 4.15.5.2 Etiqueta de seguridad para riesgo de arco eléctrico y electrocución

Dado que el arco eléctrico es un hecho frecuente en trabajos eléctricos, de alta radiación térmica, que presenta un aumento súbito de presión hasta de 30 Ton/m<sup>2</sup>, con niveles de ruido por encima de 120

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>

dB y que expide vapores metálicos tóxicos por desintegración de productos, se establecen los siguientes requisitos frente a este riesgo:

Realizar un estudio de arco eléctrico que determine el nivel de riesgo que se presenta en la instalación. Instalar etiquetas de señalización de riesgo por arco eléctrico en las cuales se indiquen los diferentes límites de aproximación y los elementos de protección personal que deben utilizarse, tal como se ilustra en la FIGURA 58.



**FIGURA 58 - ETIQUETA DE SEGURIDAD PARA RIESGO DE ARCO**

- Para personas no calificadas, se debe respetar el límite de aproximación seguro. Para trabajos en tensión, cumplir el límite de aproximación técnica.
- Utilizar los elementos de protección personal acordes con el nivel de riesgo y el nivel de entrenamiento para realizar un trabajo que implique contacto directo.
- Cumplir las distancias mínimas de aproximación a equipos adoptadas de la NFPA 70 E.
- Estas distancias son barreras que buscan prevenir lesiones al trabajador y en general a todo el personal y son básicas para la seguridad eléctrica.

#### 4.15.5.3 Requisitos para trabajar cerca de partes energizadas

Al trabajar cerca de partes energizadas se debe cumplir con los siguientes requisitos:

- Antes de iniciar trabajos, verificar si la instalación o equipo está energizado y el nivel de tensión nominal.
- Toda línea o equipo eléctrico se considerará energizado mientras no haya sido conectado a tierra y en cortocircuito, guardándose las distancias de seguridad correspondientes.
- Todas las partes metálicas no aterrizzadas de equipos o dispositivos eléctricos, se consideran como energizadas al nivel de tensión más alto de la instalación.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>

- Al conectar equipotencialmente líneas o equipos, se mantendrán las distancias de seguridad mientras dichas líneas o equipos no hayan sido efectivamente aterrizadas. Estas distancias se mantendrán también respecto a los conectores y conductores de los propios equipos de puesta a tierra, por lo cual se instalarán con pértiga aislante y guantes aislados según el nivel de tensión.
- Deben mantenerse las distancias de seguridad entre las partes energizadas y los objetos que son o contienen materiales considerados conductores de la electricidad (herramientas metálicas, cables, alambres), que los trabajadores manipulen.
- Cuando se instalen o remuevan postes en la cercanía de líneas o equipos energizados, estos se considerarán energizados al voltaje de operación de la línea o equipos, por tal motivo se aplicarán los procedimientos de línea viva (trabajos en tensión).
- Para el cumplimiento de las distancias mínimas de seguridad, se considerarán no solamente los actos voluntarios de los trabajadores, sino los posibles actos involuntarios o accidentales como: resbalones, pérdida del equilibrio, caídas al mismo o diferente nivel, olvido o descuido momentáneo, extensión inconsciente de los brazos, piernas, entre otros.

Cuando se trabaje en líneas o redes cercanas a circuitos energizados (que se cruzan o son paralelos) y no se garanticen las distancias mínimas establecidas, se debe suspender el servicio en el circuito mencionado y se instalará un equipo de puesta a tierra en dicho circuito.

Para alturas superiores a mil metros sobre el nivel del mar, la distancia de seguridad encontrada en las tablas anteriores se multiplica por el factor de corrección por altura (FA), (Tomada de la Resolución 1348 de 2009), obtenido de la siguiente manera:

$$FA = 1 + (2.25 \times 10^{-4} \times (H - 1000))$$

Donde H es la altura sobre el nivel del mar en metros.

Se debe considerar un factor equivale a un incremento del 2,25% a las distancias mínimas de seguridad por cada 100 m por encima de los 1.000 m sobre el nivel medio del mar en el sitio de trabajos. En la TABLA 21 se muestran los factores de corrección para diferentes alturas.

**TABLA 21- SE ENCUENTRA EL FACTOR FA PARA DIFERENTES ALTURAS**

H (msnm)	FA
<b>1500</b>	<b>1,1125</b>
<b>2000</b>	<b>1,2250</b>
<b>2500</b>	<b>1,3375</b>
<b>3000</b>	<b>1,4500</b>
<b>3500</b>	<b>1,5625</b>
<b>4000</b>	<b>1,6750</b>
<b>4500</b>	<b>1,7875</b>

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>	

**Notas:**

Podrán reducirse las distancias calculadas aplicando los cuadros y correcciones establecidas anteriormente, únicamente en los siguientes casos:

- Cuando entre el trabajador y la parte energizada se haya colocado previamente un elemento aislante de la clase adecuada.
- Cuando el trabajador se encuentra aislado eléctricamente de todo punto que no sea precisamente al que se aproxime o toca, mediante el uso de cubiertas protectoras y guantes aislantes de la clase adecuada, y canastillas, plataformas u otro medio de aproximación o sustentación.
- Deben adoptarse las medidas necesarias para garantizar que personal no especialista o que desconozca las instalaciones eléctricas, como puede ser el caso de los trabajadores de aseo y sostenimiento en salas de interruptores, patios de subestaciones y de centrales de generación de energía eléctrica, no sobrepase (es decir no reducir) las distancias que se detallan en la TABLA 22.

**TABLA 22- DISTANCIAS PARA PERSONAL NO ESPECIALISTA O QUE DESCONOZCA INSTALACIONES ELÉCTRICAS**

Tensión Nominal entre Fases (KV)	Distancia Mínima de Seguridad (m)
<b>Entre 1 y 66</b>	<b>3</b>
<b>Mayor de 66 y hasta 220</b>	<b>5</b>
<b>Superior a 220 y hasta 500</b>	<b>7</b>

- En caso de que estas distancias no puedan mantenerse y no puedan adoptarse medidas complementarias que garanticen la seguridad del trabajo, tales como interposición de pantallas aislantes, protectores y vigilancia constante del jefe de trabajo, éste deberá solicitar la consignación de las instalaciones próximas en tensión, o utilizar personal competente en los riesgos eléctricos aplicables al sitio de trabajo, debidamente certificado.
- Si la instalación está en consignación, deben mantenerse estas distancias, mientras no se haya verificado la ausencia de tensión y colocado los equipos de puesta a tierra y en cortocircuito.

#### **4.15.6 Zonas de servidumbre**

Para efectos del presente manual, las zonas de servidumbre deben ceñirse a las siguientes consideraciones:

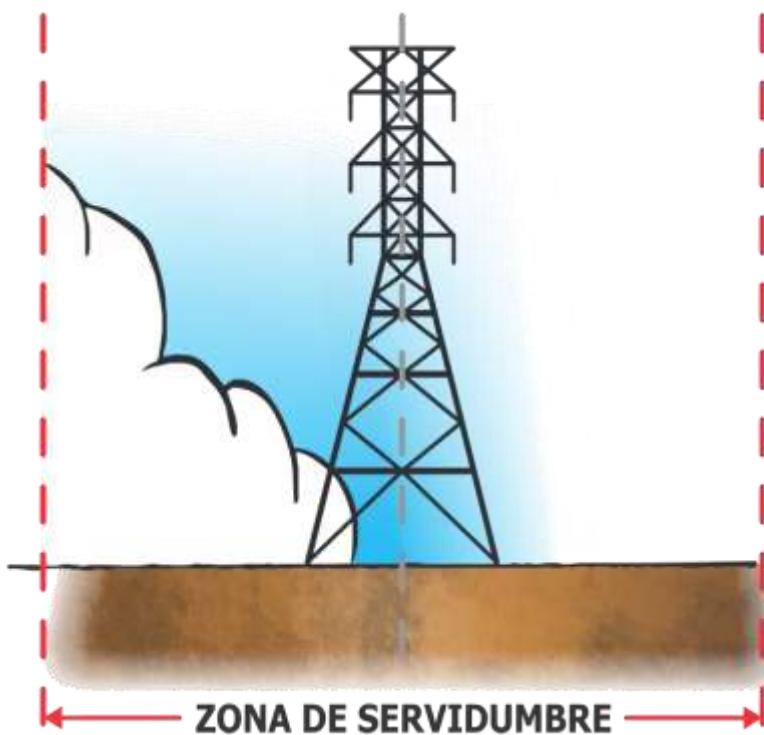
- a. Toda línea de transmisión aérea con tensión nominal igual o mayor a 57,5 KV, debe tener una zona de seguridad o derecho de vía. Esta zona debe estar definida antes de la construcción de la línea, para lo cual se deben adelantar las gestiones para la constitución de la servidumbre, ya sea por mutuo acuerdo con los propietarios del terreno o por vía judicial. El propietario u operador de la línea debe hacer uso periódico de la servidumbre ya sea con el mantenimiento de la línea o poda de la vegetación y debe dejar evidencia de ello. En los casos que la servidumbre se vea amenazada, en particular con la construcción de edificaciones, debe solicitar el amparo policial y demás figuras que tratan las leyes.
- b. Dentro de la zona de servidumbre se debe impedir la siembra o crecimiento natural de árboles o

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

arbustos que con el transcurrir del tiempo comprometan la distancia de seguridad y se constituyan en un peligro para las personas o afecten la confiabilidad de la línea.

- c. No se deben construir edificios, edificaciones, viviendas, casetas o cualquier tipo de estructuras para albergar personas o animales. Tampoco se debe permitir alta concentración de personas en estas áreas de servidumbre, o la presencia permanente de trabajadores o personas ajenas a la operación o mantenimiento de la línea, ni el uso permanente de estos espacios como lugares de parqueo, o reparación de vehículos o para el desarrollo de actividades comerciales o recreacionales. Las oficinas de planeación municipal y las curadurías deben abstenerse de otorgar licencias o permisos de construcción en dichas áreas y los municipios atender sus responsabilidad en cuanto al control del uso del suelo y el espacio público de conformidad con la Ley.
- d. En los Planes de Ordenamiento Territorial (POT) se debe respetar las limitaciones en el uso del suelo por la infraestructura eléctrica existente. Igualmente, los POT deben tener en cuenta los planes de expansión para poder garantizar la prestación del servicio de energía eléctrica.
- e. En los casos en que los Planes de Ordenamiento Territorial no permitan la construcción de una línea aérea en la zona urbana o las afectaciones por campos electromagnéticos o distancias de seguridad, superen los valores establecidos en el RETIE, la línea debe ser subterránea, teniendo en cuenta los espacios adecuados para la operación y el mantenimiento.
- f. El Operador de Red debe negar la conexión a la red de distribución local, a una instalación que invada la zona de servidumbre, por el riesgo que representa para la vida de las personas.
- g. En la zona de servidumbre a un metro de altura del piso los campos electromagnéticos no deben superar los valores establecidos en el artículo 14º del RETIE, para exposición ocupacional. En los alrededores de las áreas de servidumbre los valores a considerar serán los de exposición del público en general y si se tienen edificaciones deben medirse a un metro de altura del piso donde permanezcan las personas.
- h. Para efectos del presente manual y de acuerdo con las tensiones normalizadas en el país, en la FIGURA 59 se fijan los valores mínimos requeridos en el ancho de la zona de servidumbre, cuyo centro es el eje de la línea.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>			
<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>	



TIPO DE ESTRUCTURA	TENSIÓN (kV)	ANCHO MÍNIMO (m)
Torres	500	60
Torres	220/230 (2 ctos)	32
	220/230 (1 cto)	30
Postes	220/230 (2 ctos)	30
	220/230 (1 cto)	28
Torres	110/115 (2 ctos)	20
	110/115 (1 cto)	20
Postes	110/115 (2 ctos)	15
	110/115 (1 cto)	15
Torres/postes	57,5/66	15

**FIGURA 59 –VALORES MÍNIMOS PARA EL ANCHO DE SERVIDUMBRE**

- i. Servidumbre en líneas compactas: El ancho mínimo de la servidumbre en los tramos compactos de una línea nueva, se determinará como la distancia entre los puntos a ambos lados de la línea a partir de los cuales a un metro de altura del suelo o el piso donde se tenga presencia humana, el campo eléctrico y el campo magnético no superan los valores establecidos en el artículo 14º del RETIE, para exposición del público en general, incluyendo las condiciones más críticas de temperatura, vientos o fuerzas electromagnéticas a que puedan estar sujetos los conductores en la línea de transmisión. Dicha servidumbre nunca podrá ser menor que la que resulte de considerar las distancias de seguridad establecidas en el literal "j" del presente numeral.
- j. Para líneas de transmisión con tensión nominal menor o igual a 500 KV que crucen zonas urbanas o áreas industriales y para las cuales las construcciones existentes imposibilitan dejar el ancho de la zona de servidumbre establecido en la FIGURA 59, se acepta construir la línea aérea, bajo los siguientes requisitos:
  - a) Que el Plan de Ordenamiento Territorial existente en el momento de la planeación del proyecto así lo permita,
  - b) Que un estudio de aislamiento del caso en particular, demuestre que no hay riesgos para las personas o bienes que se encuentran en las edificaciones,
  - c) Que en la edificación los valores de campos electromagnéticos para público en general no sean superados,

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

- d) Que los valores de radiointerferencia ni ruido acústico supere los valores establecidos por la autoridad competente,
- e) Que se asegure cumplir distancias de seguridad horizontales de por lo menos 3,5 m para 57,5 KV, 4 m para 115 KV, 6 m para 230 KV y 8,6 m para 500 KV, teniendo en cuenta los máximos movimientos de acercamiento a la edificación que pueda tener el conductor, estas distancias se deben medir entre la proyección vertical más saliente del conductor y el punto más cercano de la edificación.

Para estos casos se recomienda el uso de líneas compactas y podrá utilizar corredores de líneas de otras tensiones, montando varias líneas en la misma estructura ya sea torre o poste. En ningún caso la línea podrá ser construida sobre edificaciones o campos deportivos que tengan asociado algún tipo de construcción.

#### **4.16 CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS**

En este apartado del MANUAL “MASE” se establece valores de máxima intensidad de campo eléctrico y la densidad de flujo magnético para las zonas donde puedan permanecer personas, independientemente del tiempo de permanencia, con base en los requisitos del RETIE, y los criterios de la OMS (Organización Mundial de la Salud) y de la institución internacional para la protección de la población y el medio ambiente, frente a las radiaciones no-ionizantes, ICNIRP (revisión 2009) y, donde en particular, se proporcionan guías y recomendaciones para evitar la exposición a dichas radiaciones (referirse al documento Evaluación de Campos Electromagnéticos).

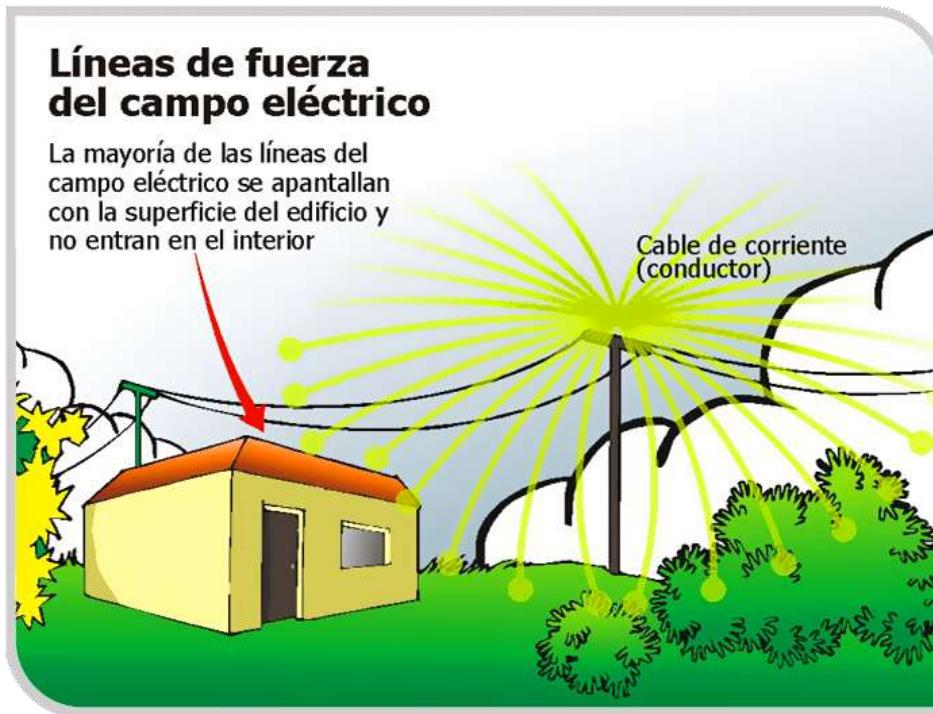
El campo electromagnético es una modificación del espacio debida a la interacción de fuerzas eléctricas y magnéticas simultáneamente, producidas por un campo eléctrico y uno magnético que varían en el tiempo, por lo que se le conoce como campo electromagnético variable. Es producido por diferencias de potencial y cargas eléctricas en movimiento y tiene la misma frecuencia de la corriente eléctrica que lo produce. Se ha demostrado que los campos electromagnéticos de bajas frecuencias (0 a 300Hz) no producen efectos nocivos en los seres vivos. Las instalaciones del sistema eléctrico a 60 Hz producen campos electromagnéticos a esta frecuencia, lo que permite medir o calcular el campo eléctrico y el campo magnético en forma independiente.

##### **4.16.1 Campo eléctrico**

Es una alteración del espacio, que hace que las partículas cargadas, experimenten una fuerza debido a su carga, es decir, si en una región determinada una carga eléctrica experimenta una fuerza, entonces en dicha región hay un campo eléctrico. A este campo también se le conoce como campo electrostático debido a que su intensidad en un punto no depende del tiempo. La intensidad del campo eléctrico en un punto depende del nivel de tensión de la instalación y de la distancia a ésta, así: A mayor tensión mayor intensidad de campo eléctrico, y a mayor distancia menor intensidad de campo eléctrico.

La intensidad del campo eléctrico se mide en (V/m) o (KV/m). Esta medida representa el efecto eléctrico sobre una carga presente en algún punto del espacio.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>			
<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>	

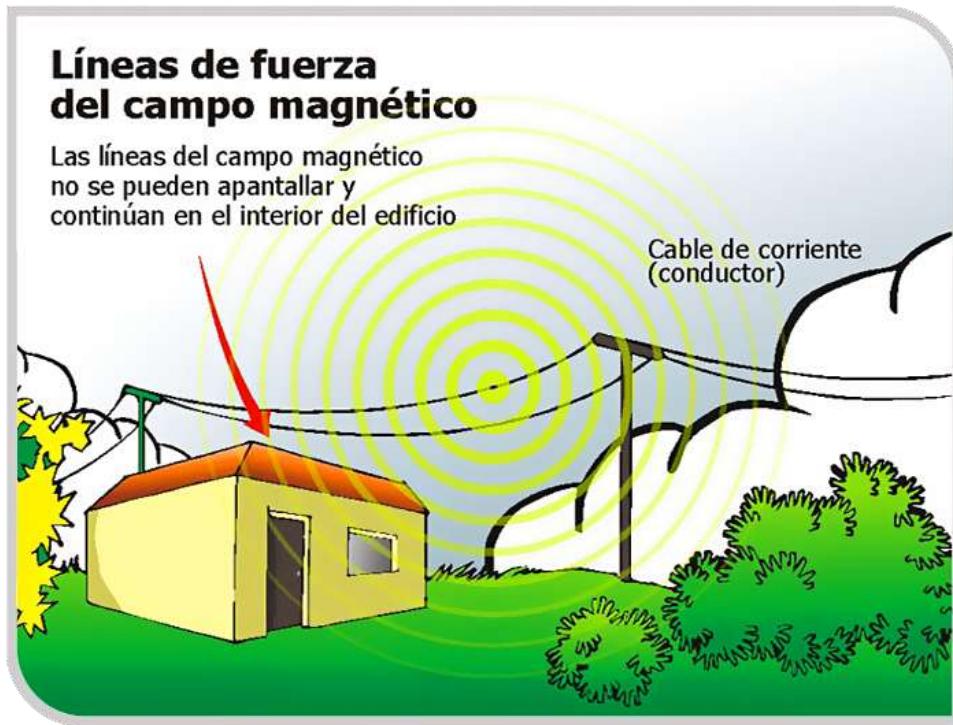


**FIGURA 60 - LÍNEAS DEL CAMPO ELÉCTRICO**

#### 4.16.2 Campo magnético

Es una alteración del espacio que hace que en las cargas eléctricas en movimiento (corrientes) se genere una fuerza proporcional a su velocidad y a su carga. También se le conoce como magnetostático debido a que su intensidad en un punto no depende del tiempo. En teoría, se debería hablar siempre de intensidad de campo magnético, pero en la práctica se toma la densidad de flujo magnético, que se representa con la letra **B** y se mide en **teslas** (el gauss ya no se toma como unidad oficial), la cual tiene la siguiente equivalencia: 1 tesla = 1 N/(A.m) = 1 V.s/ m<sup>2</sup> = 1 Wb/m<sup>2</sup> = 10000 gauss.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>			
<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>	



**FIGURA 61 - LÍNEAS DEL CAMPO MAGNÉTICO**

#### 4.16.3 Campo electromagnético

Es una modificación del espacio debido a la interacción de fuerzas eléctricas y magnéticas simultáneamente, producidas por un campo eléctrico y uno magnético que varían en el tiempo, por lo que se le conoce como campo electromagnético variable.

El campo electromagnético es producido por cargas eléctricas en movimiento (corriente alterna) y tiene la misma frecuencia de la corriente eléctrica que lo produce. Por lo tanto, un campo electromagnético puede ser originado a muy bajas frecuencias (0 Hz a 300 Hz) o a más altas frecuencias.

Los campos electromagnéticos de baja frecuencia son cuasiestacionarios (casi estacionarios) y pueden tratarse por separado como si fueran estáticos, tanto para medición como para modelamiento.

Las instalaciones del sistema eléctrico de energía producen campos electromagnéticos a 60 Hz. Este comportamiento permite medir o calcular el campo eléctrico y el campo magnético en forma independiente mediante la teoría cuasi estacionaria, es decir, que el campo magnético no se considera acoplado al campo eléctrico.

#### 4.16.4 Los campos electromagnéticos y la salud humana

Desde hace algunas décadas, con el uso de la electricidad, la comunidad científica ha estado preguntándose por los efectos nocivos que pueden tener los campos electromagnéticos (CEM) producidos por la electricidad en la salud humana, los animales y el medio ambiente, dados los niveles

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

de contaminación, cada vez mayores, a los que se somete a las personas. El campo eléctrico ambiental, variable con el tiempo, puede producir corrientes eléctricas por el cuerpo, que es conductor de electricidad, y generar molestias en el vello de la piel y posiblemente descargas electroestáticas, si las condiciones ambientales lo facilitan. El campo magnético al atravesar el cuerpo, interactúa con el agua y con otras moléculas con características magnéticas, cuyo efecto depende de la magnitud del campo magnético incidente, su duración, su frecuencia, además del tamaño y forma de la región afectada y de la reacción de los tejidos del organismo. Estas condiciones ameritan estudiar el efecto que estos campos puedan presentar sobre la salud y el desarrollo de enfermedades.

#### **4.16.5 Fuentes de contaminación electromagnética**

En la actualidad muchos de los dispositivos que el hombre utiliza funcionan con energía eléctrica. En la industria: motores, máquinas de uso industrial, control electrónico de potencia; además de todos los accesorios sobre el cuerpo, utilizados en la modernidad como: celulares, radios de comunicación, reproductores de música, entre otros. Todos estos equipos trabajan con corriente eléctrica y producen campos eléctricos y magnéticos de diferentes frecuencias de oscilación que contaminan el medio ambiente.

En la mayoría de los equipos se presentan campos más intensos en su cercanía (cerca del cuerpo el campo presenta magnitud inversa con el cubo de la distancia), pero a medida que se aleja el campo se va atenuando hasta valores despreciables.

#### **4.16.6 Estudios sobre el tema a nivel nacional e internacional**

Sobre este tema han trabajado diferentes grupos de personas y organizaciones en el mundo, con distintas metodologías, pero los resultados no han logrado aún ofrecer un aceptable grado de certeza sobre los efectos que puedan producir los CEM en el largo plazo, cuando sus magnitudes no los hacen perceptibles en corto tiempo (no producen calor, ni dolor, ni ninguna sensación aparente), llegándose a conclusiones bastante diferentes y en algunos casos contradictorias entre ellas.

En Colombia, la Universidad Nacional en algunas de sus sedes y otras instituciones, ha adelantado algunos estudios, todavía precarios, en lo referente a niveles de contaminación de CEM a frecuencia industrial (60 Hz), donde además se ha desarrollado software de cálculo y procesos de medición normalizados; no obstante, hasta el momento no se tienen conclusiones sobre el verdadero nivel de riesgo de los CEM en los seres humanos y en consecuencia el punto de referencia para definir la tolerancia son los valores indicativos del RETIE.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>

#### 4.16.7 Normas nacionales e internacionales sobre exposición a CEM

Existen normas internacionales que limitan la exposición del público y de los trabajadores a los CEM, las cuales se basan en los niveles de sensación y calentamiento de los tejidos y hacen uso del principio de precaución, debido a la incertidumbre sobre el tema.

En Colombia, para exposición a CEM de frecuencias usadas en telecomunicaciones, se sugiere adoptar los valores recomendados por la UIT. Con respecto a los CEM a frecuencia industrial, en el RETIE se establecen los valores máximos admisibles de CEM que se presentan en la TABLA 23 que a continuación se presenta:

**TABLA 23- NIVELES MÁXIMOS DE EXPOSICIÓN DE CAMPO ELÉCTRICO Y MAGNÉTICO AL PÚBLICO GENERAL Y A NIVEL OCUPACIONAL DE ACUERDO CON EL RETIE Y AL ICNIRP**

<b>Tipo de público</b>	<b>Campo Eléctrico en KV/m</b>	<b>Campo Magnético en µT</b>
Exposición ocupacional en un día de trabajo de ocho horas.	8,3	1000
Exposición del público en general hasta ocho horas continuas	4,16	200

*Nota: La población expuesta ocupacionalmente consiste de adultos que generalmente están expuestos a campos electromagnéticos bajo condiciones conocidas y que son entrenados para estar conscientes del riesgo potencial y para tomar las protecciones adecuadas. En contraste, el público en general comprende individuos de todas las edades y de estados de salud variables, y puede incluir grupos o individuos particularmente susceptibles. En muchos casos no están conscientes de sus exposición a los CEM."*

Cabe resaltar que de la mayoría de estudios sobre campos de muy baja frecuencia como los de 60 Hz, producidos por las líneas de transmisión y las redes de distribución en general no sobrepasan, los límites máximos establecidos por las recomendaciones internacionales.

Debe anotarse también que en general es de esperarse que los campos magnéticos a 60 Hz sean mayores en las instalaciones de potencia de baja tensión, donde es común encontrar corrientes nominales por fase de cientos y miles de amperios a distancias cortas, en relación con la circulación de personas.

Las líneas y redes de transmisión y distribución de energía eléctrica, por su tamaño, localización, niveles de corriente que transportan (cientos de amperios) pueden contaminar amplias áreas a su alrededor con CEM de frecuencia industrial -60Hz- ya que el campo se atenúa en distancias muy grandes (Ver TABLA 24).

Cabe anotar que el campo eléctrico se atenúa fuertemente al interponer una pared, aunque no sea muy conductora, entre la fuente y la zona que se mide, mientras que el campo magnético atraviesa la pared como si esta no existiera, por lo que es muy difícil atenuarlo a costos razonables.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>

En la TABLA 24 se observa que los sitios donde los valores de CM (Campo Magnético) se esperan superiores a los que exige el RETIE, no corresponden normalmente con sitios "usuales" de permanencia de las personas; sin embargo, eludir sitios donde el CM sea superior a 0,2 µT será muy costoso (téngase en cuenta que la tierra produce un campo de muy baja frecuencia, del orden de 30 µT).

**TABLA 24- SITUACIONES COMUNES Y DISTANCIAS A LAS QUE SE TIENE CM MENORES A LOS INDICADOS**

Situación	Distancia en metros, desde el hilo más cercano, para tener:		
	0,2 µT	83,3 µT	500µT
Línea de transmisión aérea a 115 KV. que lleva una corriente del orden de 1200 A	60	1,8	0,5
Línea de transmisión a 115 KV subterránea, que lleva una corriente de 1000 A	30	1,15	0,3
Red de distribución aérea de 120 voltios, que lleva una corriente del orden de 480 A	14	0,5	0,14
Red de distribución subterránea de 120 V, a 480 A	4,3	0,2	0,09
cable doble de una ducha eléctrica o estufa que consumen cerca de 30 A	0,3	0,015	0,006
Cable doble de una plancha que consume 12 A	0,2	0,01	0,004

#### **4.16.8 Recomendaciones para disminuir los campos magnéticos ambientales**

##### **4.16.8.1 Para los electricistas**

- No dejar los cables de retorno de la corriente (neutros) por ductos diferentes a los de las fases, así sean de PVC; en lo posible, entramar los cables de las fases con paso pequeño ya que los cables entramados producen una disminución importante del CM a distancias mayores que la longitud del paso entramado.
- En los tableros de protección y distribución, tratar de llevar el cable del neutro paralelo sin multi-aterrizarlos y preferiblemente entramado a su respectiva fase en todos los trayectos; al paso por los interruptores de protección tratar de mantener el paralelismo entre el neutro y las fases en cada uno de los circuitos, la idea es que no se formen espiras de gran área. Dejar los tableros en sitios lo más alejados posibles a los que la gente utiliza para permanecer mucho tiempo: Puestos de trabajo, oficinas, talleres; debe tenerse en cuenta que a 50 cm de un tablero bien alambrado con corrientes de acometida del orden de 20 A, la densidad de flujo magnético puede llegar fácilmente a ser de 0,3 µT.
- Cuando se instalen tubos fluorescentes siempre devolver los cables de tal manera que se forme la espira de mínima área con el tubo.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

#### **4.16.8.2 Para los usuarios**

- No permanecer mucho tiempo con cables que lleven alta corriente eléctrica en la mano o cerca de la cabeza (circuitos de potencia).
- Con los equipos de soldadura eléctrica de corriente alterna (sin rectificadores) mantener los cables alejados del cuerpo, especialmente de la cabeza y el tronco.

#### **4.16.9 Valores límites de exposición a campos electromagnéticos para seres humanos**

Para efectos del presente MANUAL "MASE" se debe tener en cuenta el tiempo y tipo de personas que son expuestas a campos electromagnéticos generados en la instalación eléctrica y la frecuencia de la señal eléctrica.

Para el caso de las instalaciones objeto de este MANUAL "MASE", las personas que por sus actividades están expuestas a campos electromagnéticos o el público en general, no debe ser sometido a campos que superen los valores establecidos en la TABLA 23.

En las instalaciones objeto del presente MANUAL "MASE" se deben evaluar los valores de campo eléctrico a la mayor tensión de la instalación y la densidad de flujo magnético a la mayor corriente de operación y si los valores calculados en sitios donde pueda estar expuesto el público o una persona durante varias horas, superan los establecidos en la TABLA 23, se deben tomar las medidas para corregir tal situación.

Para líneas de transmisión los valores de exposición ocupacional no deben ser superados a 1 m de altura dentro de la zona de servidumbre y el valor de exposición al público en general en el límite exterior de la servidumbre. Para circuitos de distribución, el valor de exposición al público debe medirse a partir de las distancias de seguridad o donde se tenga la posibilidad de permanencia prolongada (hasta 8 horas) de personas, que no puedan tomar medidas para contrarrestar posibles efectos.

#### **4.16.10 Cálculos y medición de campos electromagnéticos**

Los diseños de líneas o subestaciones de tensión superior a 57,5 KV, en zonas donde se tengan en las cercanías edificaciones ya construidas, deben incluir un análisis del campo electromagnético en los lugares donde se vaya a tener la presencia de personas.

Los diseños de edificaciones aledañas a las zonas de servidumbre, deben incluir memorias de cálculo de campos electromagnéticos que se puedan presentar en cada piso. Para este efecto, el propietario u operador de la línea o subestación debe entregar al diseñador o al propietario del proyecto los máximos valores de tensión y corriente. La medición siempre debe hacerse a un metro de altura del piso donde esté ubicada la persona (lugar de trabajo) o domicilio.

En el caso de líneas de transmisión el campo electromagnético se debe medir en la zona de servidumbre en sentido transversal al eje de la misma; el valor de exposición al público en general se tomará como el máximo que se registre en el límite exterior de la zona de servidumbre.

Para redes de distribución y uso final, el valor de exposición al público debe medirse a partir de las distancias de seguridad, donde se tenga la posibilidad de permanencia prolongada de personas (hasta 8 horas) o en zonas de amplia circulación del público. Para lugares de trabajo se debe medir en el lugar asignado por la empresa para cumplir el horario habitual del trabajador.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

El equipo con el que se realicen las mediciones debe poseer un certificado de calibración vigente y estar sometidos a un control metrológico. Para la medición se pueden usar los métodos de la **IEEE 644** o la **IEEE 1243**.

## 4.17 PUESTAS A TIERRA

### 4.17.1 Definición

Un Sistema de Puesta a Tierra (SPT) es un conjunto de elementos conductores continuos de un sistema eléctrico específico, sin interrupciones, que conectan los equipos eléctricos con el suelo o terreno. Comprende la puesta a tierra (elementos enterrados) y la red equipotencial de cables y barras que normalmente no conducen corriente.

El objetivo básico del Sistema de Puesta a Tierra es garantizar la equipotencialidad del ser humano y de los equipos de la instalación ante eventos que logren incrementar el potencial de elementos metálicos expuestos a la electricidad.

El Sistema de Puesta a Tierra para instalaciones eléctricas cubre el sistema eléctrico como tal y las estructuras metálicas que ante una sobretensión, resultado de una falla o descarga, puedan presentar diferencias de tensión peligrosas para las personas o equipos.

El Sistema de Puesta a Tierra de una instalación eléctrica debe garantizar que cuando se presenta una falla o descarga, cualquier punto, interior o exterior de la instalación eléctrica, normalmente accesible a personas que puedan transitar o permanecer allí, no esté sometido a tensiones de paso, de contacto o transferidas, que superen los umbrales de soportabilidad del ser humano.

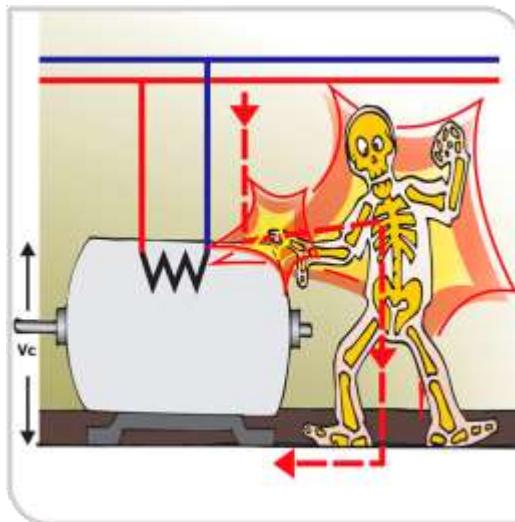
La tensión que adquiere el SPT respecto de la tierra remota (sitio distante del Sistema de Puesta a Tierra que representa el verdadero cero Voltios), durante eventos a frecuencia industrial, se conoce como Incremento del Potencial de Tierra (GPR por sus siglas en inglés – Ground Potencial Rise) y la proporción entre el GPR y la corriente que lo produce, se conoce como Resistencia de Puesta a tierra (Rpt), la cual mide qué tanto el SPT se deja modificar el voltaje, ante un evento de fallas eléctricas dentro del sistema.

En la FIGURA 62 y FIGURA 63 que a continuación se presentan, se observan usuarios expuestos a contactos indirectos debido a la ausencia de conexión al Sistema de Puesta a Tierra de equipos.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>



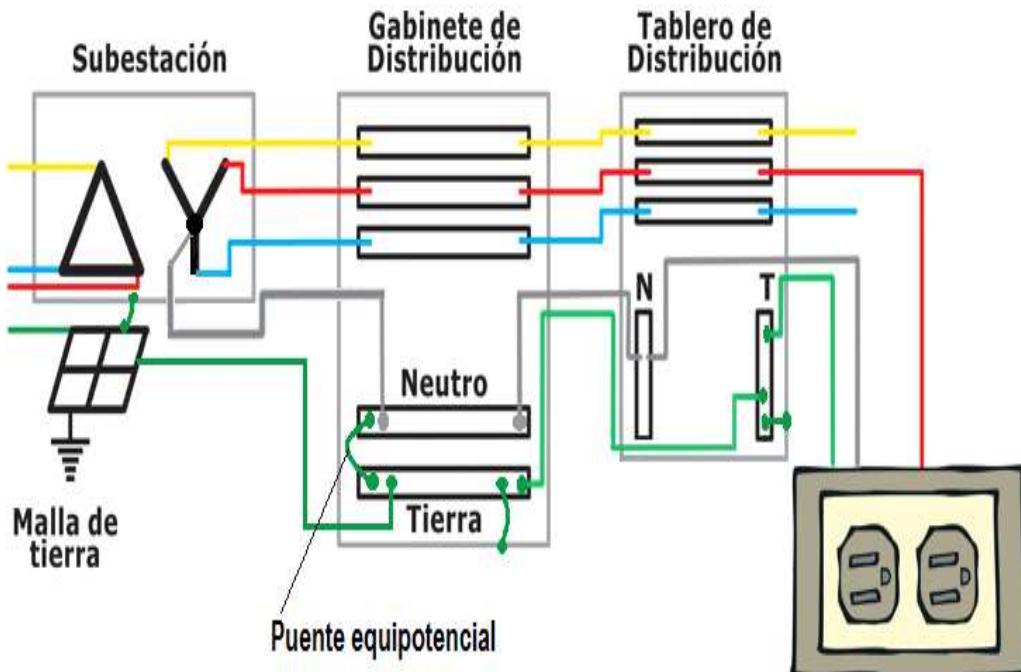
**FIGURA 62 - CONTACTO PELIGROSO POR AUSENCIA DE CONEXIÓN AL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA**



**FIGURA 63 - CONTACTO PELIGROSO POR AUSENCIA DE CONEXIÓN AL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA**

En la FIGURA 69 se observa un circuito eléctrico con Sistema de Puesta a Tierra y el sistema de conductores y barras equipotenciales en los circuitos y cargas finales, con lo cual se garantiza la protección para las personas y equipos ante eventos de sobretensiones y/o sobrecorrientes en la red eléctrica.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b> <b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>	



**FIGURA 69 - SISTEMAS CON PUESTAS A TIERRA INTERCONECTADAS**

#### 4.17.2 Objetivos del sistema de puestas a tierra

El Sistema de Puesta a Tierra tiene 3 objetivos fundamentales:

- La seguridad de las personas (el SPT sirve para garantizar la protección de las personas ante tensiones peligrosas de contacto, de paso y transferidas).
- La protección de las instalaciones (el SPT sirve para despejar las corrientes de falla cuando se presentan cortocircuitos en la red o frente a sobretensiones que puedan generar daños en los aislamientos).
- La compatibilidad electromagnética (en este caso la utilidad del SPT se centra en garantizar que los equipos funcionen en forma correcta cuando se presenten interferencias de origen electromagnético).

#### 4.17.3 Funciones de un sistema de puesta a tierra

El Sistema de Puesta a Tierra cumple las siguientes funciones principales:

- Garantizar condiciones de seguridad a los seres vivos.
- Permitir a los equipos de protección despejar rápidamente las fallas.
- Servir de referencia común al sistema eléctrico.
- Conducir y disipar con suficiente capacidad, las corrientes de falla, electrostática y de rayo.
- Transmitir señales de radiofrecuencia en onda media y larga.
- Realizar una conexión de baja resistencia y con diferencias de tensiones aceptables, con la tierra y con puntos de referencia de los equipos.

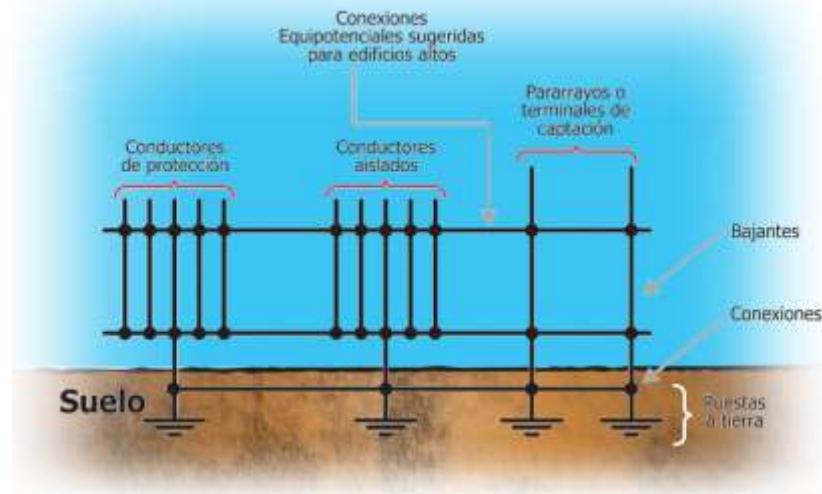
	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

#### 4.17.4 Requisitos generales de las puestas a tierra

Las puestas a tierra deben cumplir los siguientes requisitos:

- Los elementos metálicos que no forman parte de las instalaciones eléctricas, no podrán ser incluidos como parte de los conductores de puesta a tierra. Este requisito no excluye el hecho de que se deben conectar a tierra, cuando sean susceptibles de ser tocados o puedan conducir a flameos indeseados. Para efectos prácticos se debe entender como elemento metálico a toda estructura, carcasa, envolvente o cubierta metálica que haga parte de una red eléctrica, pero que en condiciones normales no esté energizada, como ejemplos se puede citar: estructuras de pórticos, soportes, rieles metálicos, puertas, ventanas, bandejas portacables, carcasa o cubiertas de equipos (motores, transformadores, etc.).
- Los elementos metálicos principales que actúan como refuerzo estructural de una edificación deben tener conexión eléctrica permanente con el sistema de puesta a tierra general, pero es importante que se analicen las posibles condiciones de corrosión por la presencia de pares galvánicos. Debido a la complejidad que implica garantizar continuidad eléctrica en todas las estructuras de refuerzo, la práctica recomendada sería conectar una varilla del refuerzo estructural de la edificación, con la malla de puesta a tierra de la subestación.
- Las conexiones que van bajo el nivel del suelo en puestas a tierra, deben ser realizadas mediante soldadura exotérmica o conector certificado para enterramiento directo y demás condiciones de uso conforme a la guía IEEE 837 o la norma NTC 2206. En este aspecto debe considerarse siempre como primera opción el uso de soldadura exotérmica y dejar el empleo de conectores para aquellas aplicaciones de puesta a tierra al interior de zonas clasificadas en las cuales no se pueda usar soldadura por el riesgo de incendio o explosión.
- Para verificar que las características del electrodo de puesta a tierra y su unión con la red equipotencial cumplan con el presente MANUAL "MASE", se pueden dejar puntos de conexión y mediciones accesibles e inspeccionables al momento de la medición. Cuando para este efecto se construyan cajas de inspección, sus dimensiones deben ser mínimo de 30 cm x 30 cm, o de 30 cm de diámetro si es circular, y su tapa debe ser removible. No obstante, el uso de cajas de inspección debe supeditarse a sitios en los cuales el acceso de personal no calificado sea restringido para evitar daños o deterioro de estas conexiones.
- No se permite el uso de aluminio en los electrodos de Puestas a Tierra, debido a que el aluminio enterrado es un material que sufre de corrosión.
- En sistemas trifásicos de instalaciones de uso final con cargas no lineales, el conductor de neutro debe ser dimensionado por lo menos al 173% de la capacidad de corriente de fase, para evitar sobrecargarlo. Esta condición se debe cumplir para compensar el efecto de los armónicos en las redes eléctricas.
- Cuando por requerimientos de una instalación existan varias puestas a tierra, todas ellas deben estar interconectadas eléctricamente, según criterio adoptado de IEC-61000-5-2, tal como aparece en la FIGURA 69, sin embargo, no debe entenderse esta práctica como obligatoria, ya que lo que debe realizarse es un análisis de las tensiones, las sobretensiones y todos los efectos que se deriven de fenómenos y eventos que ocurran en las redes eléctricas y las estructuras que estén asociadas con la instalación bajo estudio.

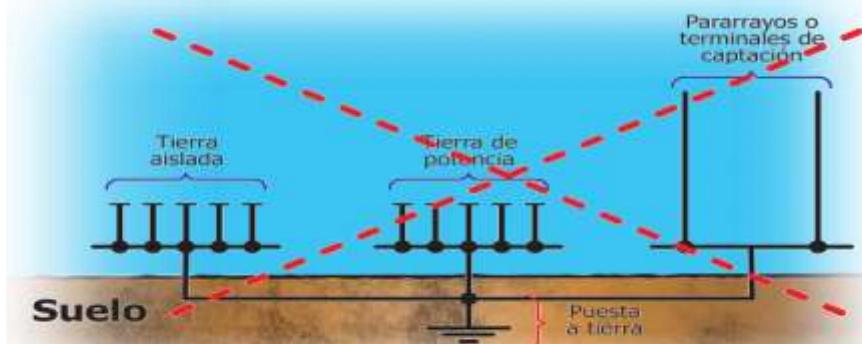
	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b> <b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>	



**FIGURA 64 - SISTEMAS CON PUESTAS A TIERRA DEDICADAS E INTERCONECTADAS**

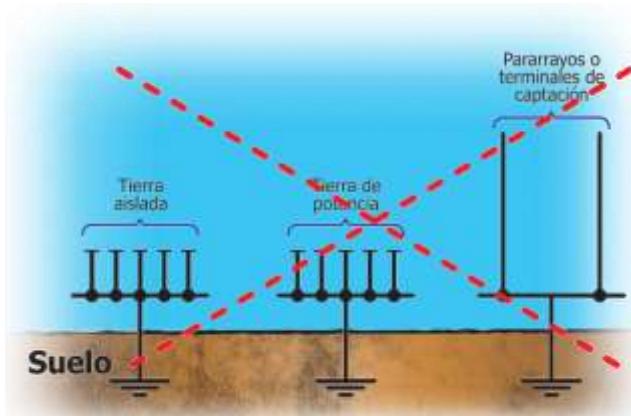
- Para una misma instalación no se permite los sistemas de puesta a tierra que aparecen en la FIGURA 64 y FIGURA 65, según criterio adoptado de la IEC 61000-5-2. En el caso de la FIGURA 64 se está usando un solo electrodo de puesta a tierra para cumplir con todas las funciones del SPT, condición que no resulta adecuada para todas las aplicaciones, ya que frente a los fenómenos de origen atmosférico, de baja frecuencia, los campos electromagnéticos conducidos o radiados, entre otros, la respuesta y la funcionalidad del SPT que se requiere es totalmente diferente y en consecuencia los criterios de diseño son distintos para cada caso.

En cuanto a la FIGURA 65 se aprecia el uso de puestas a tierra independientes, práctica que no es permitida por las normas nacionales e internacionales sobre el tema debido al riesgo de daño de los equipos y las instalaciones y a los peligros de diferencias de tensión sobre las personas.



	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>

**FIGURA 65 - UNA SOLA PUESTA A TIERRA PARA TODAS LAS NECESIDADES**



**FIGURA 66 - PUESTAS A TIERRA SEPARADAS O INDEPENDIENTES**

Las anteriores figuras aclaran que se deben interconectar todas las puestas a tierra de una instalación, es decir, aquellas componentes del sistema de puesta a tierra que están bajo el nivel del terreno y diseñadas para cada aplicación particular, tales como fallas a tierra de baja frecuencia, evacuación de carga electrostática, protección contra rayos o protección catódica. Este criterio está establecido igualmente en la NTC 2050.

#### **4.17.5 Criterio fundamental de los sistemas de puesta a tierra para garantizar la seguridad de los seres humanos**

Se debe tener presente que el criterio fundamental para garantizar la seguridad de los seres humanos, es la máxima energía eléctrica que pueden soportar, debida a las tensiones de paso, de contacto o transferidas y que el valor de resistencia de puesta a tierra tomado aisladamente no tiene mayor relevancia dentro del tema de seguridad eléctrica. Sin embargo, un bajo valor de la resistencia de puesta a tierra es siempre deseable para disminuir la máxima elevación de potencial GPR (Ground Potential Rise).

La máxima tensión de contacto aplicada al ser humano (que se supone para fines de cálculo, como una resistencia equivalente de  $1000 \Omega$ ), está dada en función del tiempo de despeje de la aplicación de esa tensión y del peso de la persona.

Para efectos del presente MANUAL “MASE”, la tensión máxima de contacto aplicada entre dos partes del cuerpo humano, no debe superar los valores dados en la TABLA 25.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>

**TABLA 25- MÁXIMA TENSIÓN DE CONTACTO ADMISIBLE PARA UN SER HUMANO**

<b>Tiempo de despeje de la falla</b>	<b>Máxima tensión de contacto admisible (rms C.A.) según IEC para 95% de la población (Público en general)</b>	<b>Máxima tensión de contacto admisible (rms c.a.) según IEE para 50 Kg (Ocupacional)</b>
Mayor a dos segundos	50 voltios	82 Voltios
Un segundo	55 voltios	116 Voltios
700 milisegundos	70 voltios	138 Voltios
500 milisegundos	80 voltios	164 Voltios
400 milisegundos	130 voltios	183 Voltios
300 milisegundos	200 voltios	211 Voltios
200 milisegundos	270 voltios	259 Voltios
150 milisegundos	300 voltios	299 Voltios
100 milisegundos	320 voltios	366 Voltios
50 milisegundos	345 voltios	518 Voltios

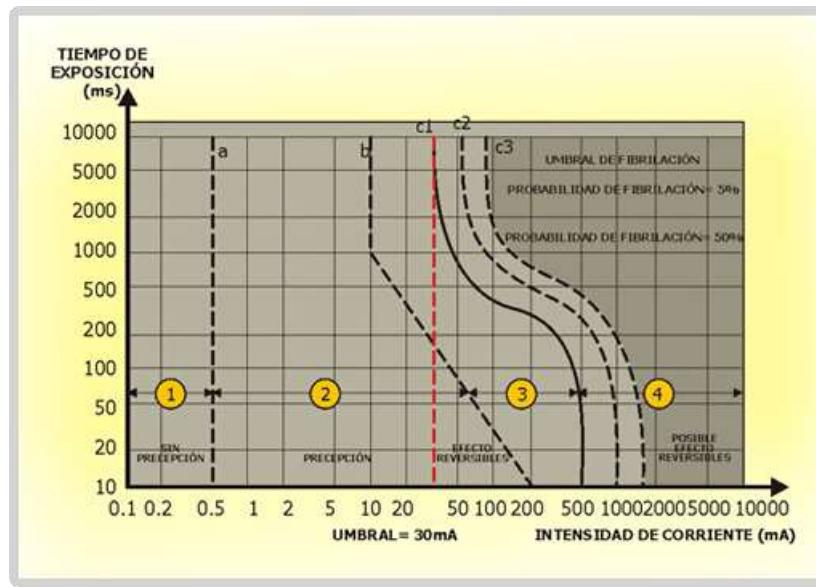
Los valores indicados en la FIGURA 67 se refieren a valores máximos de soportabilidad del ser humano con respecto a la circulación de corriente a través del cuerpo y consideran la resistencia o impedancia promedio netas del cuerpo humano entre mano y pie, sin que se presenten perforaciones en la piel y sin el efecto de las resistencias externas adicionalmente involucradas entre la persona y la estructura puesta a tierra o entre la persona y la superficie del terreno en la que está parada.

Debido a que los umbrales de soportabilidad de los seres humanos, tales como el de paso de corriente (1,1 mA), de reacción a soltarse (10 mA) y de rigidez muscular o de fibrilación (25 mA) son valores muy bajos, la superación de dichos valores puede ocasionar accidentes como la muerte o la pérdida de algún miembro o función del cuerpo humano.

Para entender las zonas indicadas en la FIGURA 67, se presenta una breve explicación:

- Zona 1: Representa el área en la cual el ser humano no percibe los efectos de la corriente eléctrica.
- Zona 2: En esta zona el ser humano experimenta efectos por el paso de la corriente eléctrica a través de su cuerpo pero en general no hay consecuencias fisiológicas peligrosas.
- Zona 3: En esta área hay implicaciones de riesgos fisiológicos como quemaduras, laceraciones, tetanización de músculos, pero aún no hay riesgo de fibrilación.
- Zona 4: Representa el área en la cual el ser humano tiene riesgos de fibrilación.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>



**FIGURA 67 - ZONAS DE TIEMPO/CORRIENTE DE LOS EFECTOS DE LAS CORRIENTES ALTERNAS DE 15 Hz A 100 Hz**

Adicionalmente, al considerar el uso masivo de la electricidad y que su utilización es casi permanente a nivel residencial, comercial, industrial, la frecuencia de exposición al riesgo podría alcanzar niveles altos, si no se adoptan las medidas adecuadas.

Se concluye entonces que el riesgo asociado con la electricidad para los seres humanos debe ser abordado desde el análisis de la corriente que pueda circular a través del cuerpo como consecuencia de las tensiones que se presenten en la red eléctrica, producto de la manipulación de la electricidad.

#### 4.17.6 Diseño del sistema de puesta a tierra

El diseñador de Sistemas de Puesta a Tierra para centrales de generación, líneas de transmisión de extra alta, alta, media y baja tensión y subestaciones, deberá comprobar mediante el empleo de un procedimiento de cálculo reconocido por la práctica de la ingeniería actual, que los valores máximos de las tensiones de paso y de contacto a que puedan estar sometidos los seres humanos, no superen los umbrales de soportabilidad.

Para efectos del diseño de un Sistema de Puesta a Tierra, se deben calcular las tensiones máximas admisibles de paso, de contacto y transferidas, las cuales deben tomar como base una resistencia del cuerpo de  $1000\ \Omega$  y cada pie como una placa de  $200\text{ cm}^2$  aplicando una fuerza de 250 N.

#### El procedimiento básico de diseño es el siguiente:

- Investigar las características del suelo, especialmente la resistividad.
- Determinar la corriente máxima de falla a tierra, que debe ser entregada por el Operador de Red, en

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

media y alta tensión para cada caso particular.

- c. Determinar el tiempo máximo de despeje de la falla para efectos de simulación.
- d. Investigar el tipo de carga.
- e. Calcular de forma preliminar la resistencia de puesta a tierra.
- f. Calcular de forma preliminar las tensiones de paso, contacto y transferidas en la instalación.
- g. Evaluar el valor de las tensiones de paso, contacto y transferidas calculadas con respecto a la soportabilidad del ser humano.
- h. Investigar las posibles tensiones transferidas al exterior, debidas a tuberías, mallas, conductores de neutro, blindaje de cables, circuitos de señalización, además del estudio de las formas de mitigación.
- i. Ajustar y corregir el diseño inicial hasta que se cumpla los requerimientos de seguridad.
- j. Presentar un diseño definitivo.

En instalaciones de uso final con subestación tipo poste, el diseño de la puesta a tierra puede simplificarse, pero deben tenerse en cuenta los parámetros de resistividad del terreno, corrientes de falla que se puedan presentar y los tipos de cargas a instalar. En todo caso se deben controlar las tensiones de paso y contacto.

#### **4.17.7 Materiales de los sistemas de puesta a tierra**

Los materiales para sistemas de puesta a tierra deben ser certificados y cumplir los siguientes requisitos:

##### **4.17.7.1 Electrodos de puesta a tierra**

El electrodo de tierra es el componente del sistema de puesta a tierra que está en contacto directo con el terreno y así proporciona un medio para conducir cualquier tipo de corrientes de fuga a tierra. En sistemas sólidamente puestos a tierra, es decir, aquellos en los cuales la conexión del neutro de la fuente (transformador o generador) se hace a través de un conductor, se requerirá normalmente llevar una corriente de falla bastante grande y, en consecuencia, se necesitará tener una sección suficientemente grande como para ser capaz de llevar esta corriente en forma segura.

Los electrodos deben tener propiedades mecánicas y eléctricas adecuadas para continuar respondiendo las solicitudes durante un periodo de tiempo relativamente largo, en el cual es difícil efectuar ensayos reales o inspección. El material debe tener buena conductividad eléctrica y no corroerse dentro de un amplio rango de condiciones de suelo.

Para efectos del presente manual, los electrodos de puesta a tierra, deben cumplir los requisitos:

- a. La puesta a tierra debe estar constituida por uno o varios de los siguientes tipos de electrodos: Varillas, tubos, placas, flejes, alambres o cables desnudos.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>

- b. No se permite el uso de aluminio en los electrodos de las puestas a tierra.
- c. Los productores de electrodos de puesta a tierra deben garantizar que la resistencia a la corrosión del electrodo, sea de mínimo 15 años contados a partir de la fecha de instalación. Para certificar este requisito se debe utilizar el método de la inmersión en cámara salina durante 1000 horas o usando muestras de suelo ácido, preparadas en laboratorio o en electrolitos de solución ácida con débil concentración, que permita simular los suelos más corrosivos donde se prevea instalar los electrodos de acuerdo con la norma **ASTM G 162** o la **ASTM G 1**. Para electrodos en cables de acero galvanizado, no es suficiente el ensayo de cámara salina, adicionalmente se debe probar con muestras del suelo similar a donde se pretenda instalar.
- d. El recubrimiento exigido en la TABLA 26, en ningún punto debe ser inferior a los valores indicados.
- e. Debe probarse la adherencia y doblado del electrodo con recubrimiento, conforme a lo establecido en la norma **NTC 2206** o equivalente.
- f. El electrodo tipo varilla o tubo debe tener mínimo 2,4 m de longitud.
- g. Los electrodos deben cumplir las dimensiones y valores de la TABLA 26, los cuales son adaptados de las normas **IEC 62305-3, IEC 60364, BS 7430, AS 1768, UL 467, UNESA 6501F, NTC 4552, NTC 2206, NTC 2050, ASTM F 1136y DIN ISO 10683**.

**TABLA 26- REQUISITOS PARA ELECTRODOS DE PUESTA A TIERRA (TOMADA DEL RETIE ART.15.2)**

Tipo de electrodo	Materiales	Dimensiones Mínimas			
		Diámetro mm	Área mm <sup>2</sup>	Espesor mm	Recubrimiento µm
<b>Varilla</b>	Cobre o aleaciones de Cobre	12,7			
	Acero inoxidable	15			
	Acero galvanizado en caliente	16			70
	Acero con recubrimiento electrodepositado de cobre	14			250
	Acero con recubrimiento total en cobre	15			2000
<b>Tubo</b>	Cobre	20		2	
	Acero inoxidable	25		2	
	Acero galvanizado en caliente	25		2	55
<b>Fleje o cinta sólida</b>	Cobre		50	2	
	Acero inoxidable		100	3	
	Cobre cincado		50	2	40

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>				
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>				
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>		

Tipo de electrodo	Materiales	Dimensiones Mínimas			
		Diámetro mm	Área mm <sup>2</sup>	Espesor mm	Recubrimiento µm
<b>Cable trenzado</b>	Cobre o cobre estañado	1,8 para cada hilo	50		
	Acero galvanizado en caliente	1,8 para cada hilo	70		
<b>Alambre redondo</b>	Cobre	8	50		
	Acero galvanizado	10	78,5		70
	Acero inoxidable	10			
	Acero recubierto de cobre	10			250
<b>Placa sólida</b>	Cobre		250000	1,5	
	Acero inoxidable		360000	6	

h. Marcación: el electrodo tipo varilla, debe estar identificado con la razón social o marca registrada del fabricante y sus dimensiones; esto debe hacerse dentro los primeros 30 cm medidos desde la parte superior.

i. Para la instalación de los electrodos se deben considerar los siguientes requisitos:

- El productor debe informar al usuario si existe algún procedimiento específico para su instalación y adecuada conservación.
- La unión entre el electrodo y el conductor a tierra, debe hacerse con soldadura exotérmica o con un conector certificado para enterramiento directo.
- Cada electrodo debe quedar enterrado en su totalidad.
- El punto de unión entre el conductor del electrodo de puesta a tierra y la puesta a tierra debe ser accesible y la parte superior del electrodo enterrado debe quedar a mínimo 15 cm de la superficie. Este ítem no aplica a electrodos enterrados en las bases de estructuras de líneas de transmisión ni a los instalados horizontalmente.
- El electrodo puede ser instalado en forma vertical, con una inclinación de 45° o de forma horizontal (a 75 cm de profundidad), siempre que garantice el cumplimiento de su objetivo, conforme al numeral 3 del literal c del de la sección 250-83de la **NTC 2050**.

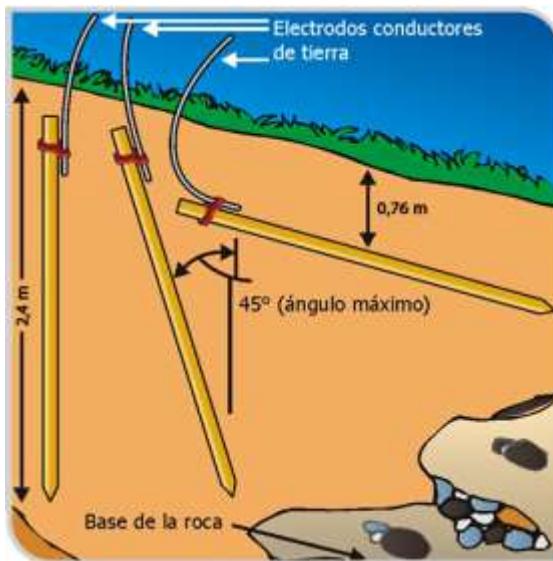
Para la instalación de los electrodos se deben considerar los siguientes requisitos:

- El fabricante debe informar al usuario si existe algún procedimiento específico para su instalación y adecuada conservación. La unión entre el electrodo y el conductor de puesta a tierra, debe hacerse con soldadura exotérmica o con un conector certificado para enterramiento directo. Cada electrodo

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>

debe quedar enterrado en su totalidad. El punto de unión entre el conductor del electrodo de puesta a tierra y la puesta a tierra debe ser accesible y la parte superior del electrodo enterrado debe quedar a mínimo 15 cm de la superficie. Este ítem no aplica a electrodos enterrados en las bases de estructuras de líneas de transmisión ni a electrodos instalados horizontalmente

- El electrodo puede ser instalado en forma vertical, horizontal o con una inclinación adecuada, siempre que garantice el cumplimiento de su objetivo.



**FIGURA 68 - INSTALACIÓN DE ELECTRODOS DE PUESTA A TIERRA**

#### 4.17.7.2 Conductor del electrodo de puesta a tierra o conductor a tierra

Es el conductor que une el electrodo o malla de la puesta a tierra con el barraje principal de puesta a tierra. Para baja tensión, se debe seleccionar con la **Tabla 250-94** de la **NTC 2050** o con la siguiente ecuación de la **IEC 60364-5-54**

$$A = \frac{I \sqrt{t}}{K} \quad (\text{mm}^2)$$

Para el conductor del electrodo de puesta a tierra o conductor a tierra, además del cobre, se pueden utilizar otros materiales conductores o aleación de ellos, siempre que se garantice su protección contra la corrosión durante la vida útil de la puesta a tierra y la resistencia del conductor no comprometa la efectividad de la puesta a tierra.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>

**TABLA 27- CONDUCTOR DEL ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA (NORMA NTC 2050, TABLA 250- 94)**

<b>Conductor del electrodo de puesta a tierra (Norma NTC 2050, Tabla 250- 94)</b>		
<b>Sección transversal del mayor conductor de acometida o su equivalente para conductores en paralelo</b>	<b>Sección transversal ( calibre) del conductor al electrodo de puesta a tierra</b>	<b>Cobre (No. AWG)</b>
<b>Cobre</b>	<b>mm<sup>2</sup></b>	<b>mm<sup>2</sup></b>
No. 2 AWG o menor	8,36	8
No. 1 AWG o No. 1/0 AWG	13,29	6
No. 2/0 AWG o No. 3/0 AWG	21,14	4
No. 4/0 AWG hasta 350 kcmil	33,62	2
400 kcmil hasta 600 kcmil	53,50	1/0
650 kcmil hasta 1100 kcmil	67,44	2/0
1200 kcmil	85,02	3/0

El conductor a tierra para media tensión, alta tensión y extra alta tensión, debe ser seleccionado con la siguiente ecuación, la cual fue adoptada de la norma **ANSI/IEEE 80**

$$A_{mm^2} = \frac{IK_f \sqrt{t_c}}{1,9737}$$

En donde:

$A_{mm^2}$  es la sección del conductor en mm<sup>2</sup>.

$I$  es la corriente de falla a tierra, suministrada por el Operador de Red (rms en kA).

$K_f$  es la constante de la TABLA 28 para diferentes materiales y varios valores de Tm.

$T_m$  es la temperatura de fusión o el límite de temperatura del conductor y una temperatura ambiente de 40° C.

$t_c$  es el tiempo de despeje de la falla a tierra.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>

**TABLA 28- CONSTANTES DE MATERIALES**

MATERIAL	CONDUTIVIDAD (%)	T <sub>m</sub> (°C)	K <sub>f</sub>
Cobre blando	100	1083	7
Cobre duro cuando se utiliza soldadura exotérmica.	97	1084	7,06
Cobre duro cuando se utiliza conector mecánico.	97	250	11,78
Alambre de acero recubierto de cobre	40	1084	10,45
Alambre de acero recubierto de cobre	30	1084	14,64
Varilla de acero recubierta de cobre	20	1084	14,64
Aluminio grado EC	61	657	12,12
Aleación de aluminio 5005	53,5	652	12,41
Aleación de aluminio 6201	52,5	654	12,47
Alambre de acero recubierto de aluminio	20,3	657	17,2
Acero 1020	10,8	1510	15,95
Varilla de acero recubierta en acero inoxidable	9,8	1400	14,72
Varilla de acero con baño de zinc (galvanizado)	8,5	419	28,96
Acero inoxidable 304	2,4	1400	30,05

**Nota 1:** De acuerdo con las disposiciones del RETIE no se debe utilizar aluminio enterrado.

**Nota 2:** Se permite el uso de cables de acero galvanizado en sistemas de puestas a tierra en líneas de transmisión, redes de distribución e instalaciones de uso final, para lo cual se podrán utilizar los parámetros de la varilla de acero recubierta en cinc.

**Nota 3:** Se permite el uso de conductores con distinta geometría (platinas en L o en T) y de otros materiales que demuestren su resistencia mecánica y a la corrosión, probados a 1000 horas de cámara salina.

**Nota 4:** El recubrimiento en cobre de la varilla de acero, no debe ser menor a 0,25 mm

#### 4.17.7.3 Conductor de protección o de puesta a tierra de equipos

El conductor de protección también llamado conductor de puesta a tierra de equipos es el conductor de tierra que debe acompañar los conductores de fase y/o de neutro de una acometida, circuito o carga final y debe cumplir los siguientes requisitos:

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>

- a. El conductor para baja tensión, debe seleccionarse con la **Tabla 250-95** de la **NTC 2050** indicada a continuación.

**TABLA 29- CALIBRE MÍNIMO DEL CONDUCTOR DE CONTINUIDAD DE TIERRA PARA CIRCUITOS Y EQUIPOS (NORMA NTC 2050 TABLA 250-95)**

<b>CALIBRE MÍNIMO DEL CONDUCTOR DE CONTINUIDAD DE TIERRA PARA DUCTERÍAS Y EQUIPOS</b> <b>(Norma NTC 2050)</b>		
Corriente nominal o ajuste máximo del dispositivo automático de protección contra sobrecorriente en el circuito antes del equipo, tubos conduit, etc. (amperios)	Sección transversal Conductor de cobre Nº	
	mm <sup>2</sup>	Calibre AWG
15	2,08	14
20	3,3	12
30	5,25	10
40	5,25	10
60	5,25	10
100	8,36	8
200	13,29	6
300	21,14	4
400	26,66	3
500	33,62	2
600	42,20	1
800	53,50	1/0
1000		2/0
1200	85,02	3/0
1600	107,21	4/0

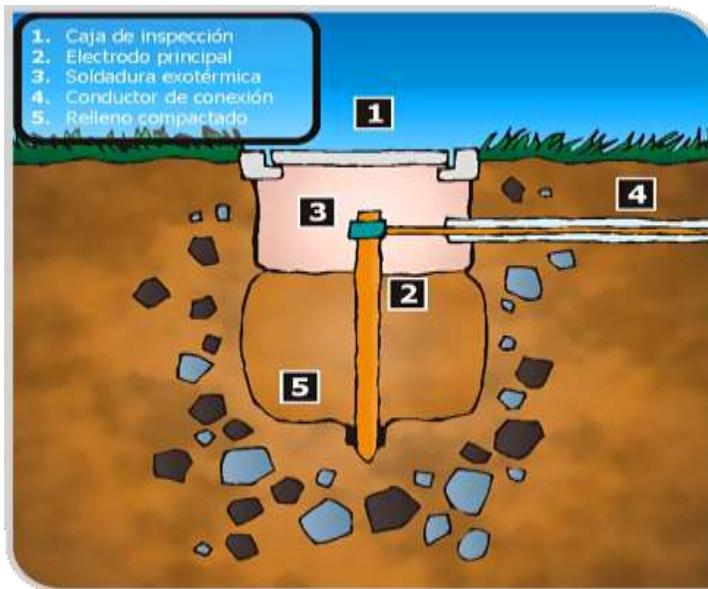
	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>	

- b. El conductor para media tensión, alta tensión y extra alta tensión, debe seleccionarse de forma tal que su temperatura no supere la del aislamiento de los conductores activos alojados en la misma canalización, como se establece en el capítulo 9 de la IEEE 242.
- c. Los conductores del sistema de puesta a tierra deben ser continuos, sin interruptores o medios de desconexión y cuando se empalmen, deben quedar mecánica y eléctricamente seguros mediante soldadura o conectores certificados para tal uso.
- d. El conductor de puesta a tierra de equipos, debe acompañar los conductores activos durante todo su recorrido y por la misma canalización.
- e. Los conductores de los cableados de puesta a tierra que por disposición de la instalación se requieran aislar, deben ser de aislamiento color verde, verde con rayas amarillas o identificados con marcas verdes en los puntos de inspección y extremos.

#### 4.17.7.4 Conectores

Por efectos de mantenimiento y por consideraciones de vida útil de las conexiones, es preferible usar soldadura exotérmica en las conexiones enterradas y solamente en los casos donde por restricciones de tipo operativo (áreas clasificadas con riesgo de explosión, sitios de difícil acceso) se puede emplear conectores de compresión certificados.

Las conexiones entre los diferentes componentes deben ser mecánicamente robustas, tener buena resistencia a la corrosión y baja resistencia eléctrica. Ver FIGURA 68.



**FIGURA 69 - COMPONENTES DE UN SISTEMA DE PUESTA A TIERRA**

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>

#### 4.17.8 Valores de resistencia de puesta a tierra

Un buen diseño de un Sistema de Puesta a Tierra debe garantizar el control de las tensiones de paso, de contacto y transferidas, esto como propósito fundamental. En razón a que la resistencia de puesta a tierra es un indicador que limita directamente la máxima elevación de potencial y puede ayudar en el control de las tensiones transferidas, pueden tomarse como referencia los valores máximos de resistencia de puesta a tierra de la TABLA 30, adoptados de las normas técnicas IEC 60364-4-442, ANSI/IEEE 80, NTC 2050 y NTC 4552, no obstante, el valor de resistencia no debe considerarse como referencia obligatoria ni constituye un parámetro que por sí solo garantice que el SPT está correctamente diseñado, ya que es usual que se confunda un bajo valor de resistencia de puesta a tierra con la calidad del STP, condiciones que son complementarias pero independientes.

Debe tenerse presente que un valor de resistencia de puesta a tierra bajo no es garantía del control de las tensiones de toque, de paso y transferidas.

El valor de resistencia es una condición que depende de las características del terreno y de la geometría de la malla, mientras que las tensiones de toque de paso y transferidas dependen, además del valor de resistencia de puesta a tierra, de la topología de la red eléctrica y en consecuencia para su control se deben considerar aspectos como la distribución de corrientes a tierra, los tiempos de actuación de las protecciones, las condiciones del terreno y el tipo de malla enterrada, factores que en su totalidad deben ser evaluados en el diseño del SPT.

El cumplimiento de estos valores de resistencia de puesta a tierra no libera al diseñador y constructor de garantizar que las tensiones de paso, contacto y transferidas aplicadas al ser humano, en caso de una falla a tierra, no superen las máximas permitidas.

**TABLA 30- VALORES DE REFERENCIA PARA RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA (NO OBLIGATORIOS, SOLO RECOMENDADOS)**

<b>APLICACIÓN</b>	<b>VALORES REFERENCIALES DE RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA (no obligatorios)</b>
Estructuras y torrecillas metálicas de líneas o redes con cable de guarda	20 Ω
Subestaciones de alta y extra alta tensión.	1 Ω
Subestaciones de media tensión.	10 Ω
Protección contra rayos.	10 Ω
Punto neutro de acometida en baja tensión.	25 Ω
Redes para equipos electrónicos sensibles	10 Ω

Cuando existan altos valores de resistividad del terreno, elevadas corrientes de falla a tierra, prolongados tiempos de despeje de las fallas, espacios reducidos para instalación de las mallas de puesta a tierra, se deberán tomar algunas de las siguientes medidas para no exponer a las personas a tensiones por encima de los umbrales de soportabilidad del ser humano:

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

- a) Hacer inaccesibles zonas donde se prevea la superación de los umbrales de soportabilidad para seres humanos.
- b) Instalar pisos o pavimentos de gran aislamiento.
- c) Aislar todos los dispositivos o estructuras que puedan ser tocados por una persona o en su defecto emplear elementos de protección personal que sirvan para aislar (guantes, botas, tapetes).
- d) Emplear dispositivos de control de sobretensiones para garantizar equipotencialidad.
- e) Establecer conexiones equipotenciales (mediante conductores).
- f) Disponer de señalización en las zonas críticas donde pueda actuar personal calificado, siempre que éste cuente con las instrucciones sobre el tipo de riesgo y esté dotado de los elementos de protección personal aislantes

#### **4.17.9 Mediciones**

##### **4.17.9.1 Medición de resistividad aparente**

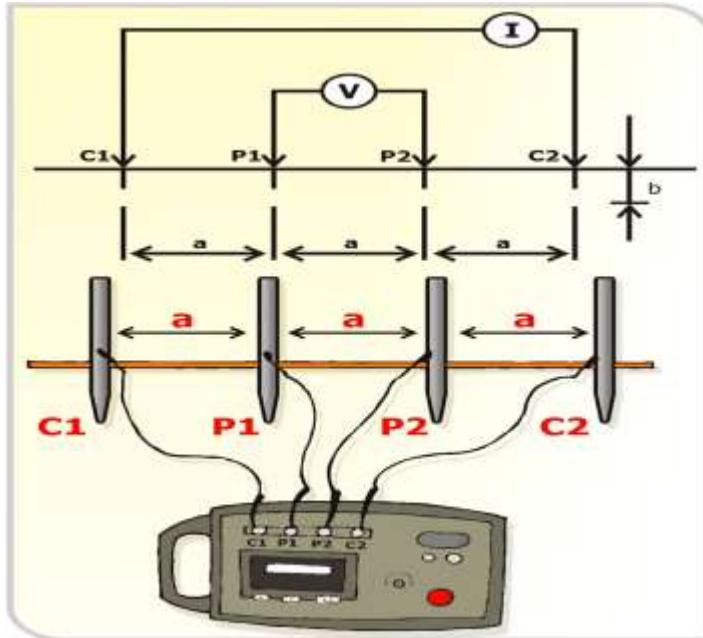
Existen diversas técnicas para medir la resistividad aparente del terreno. Para efectos del presente MANUAL "MASE", se puede aplicar el método tetraelectródico de Wenner, que es el más utilizado para aplicaciones eléctricas. En la siguiente figura se expone la disposición del montaje para su medición. Igualmente, se podrán utilizar otros métodos debidamente reconocidos y documentados en las normas y prácticas de la ingeniería.

##### **Método de Wenner**

En el método de Wenner o método de los cuatro terminales se disponen los electrodos en línea recta uniformemente espaciados como muestra la figura. El equipo de medida inyecta una corriente entre los electrodos C1 y C2 y mide la diferencia de tensión entre los electrodos P1 y P2 (FIGURA 70), y se establece la proporción de Tensión a Corriente a partir de la Ley de Ohm, con lo cual posteriormente se calcula la Resistividad aparente.

Debe tenerse presente que las mediciones de resistividad del terreno tienen aplicación para los diseños de los Sistemas de Puesta a Tierra y para los diseños y mantenimientos de sistemas de protección catódica. Además es importante que se considere que la resistividad no es un parámetro que varíe de manera considerable con el tiempo siempre que las condiciones del suelo no cambien sustancialmente (excavaciones, rellenos con otro material, etc.) por lo cual solo se debe medir en la etapa previa a los diseños. Incluso se puede documentar los estudios de resistividad para mantener un historial en el tiempo.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>



**FIGURA 70 - ESQUEMA DE MEDICIÓN DE RESISTIVIDAD APARENTE**

La ecuación para el cálculo de la resistividad es la siguiente:

$$\rho = \frac{4 \cdot \pi \cdot a \cdot R}{1 + \frac{2 \cdot a}{\sqrt{a^2 + 4b^2}} - \frac{a}{\sqrt{a^2 + b^2}}}$$

$\rho$  es la resistividad aparente del suelo en ohmios metro.

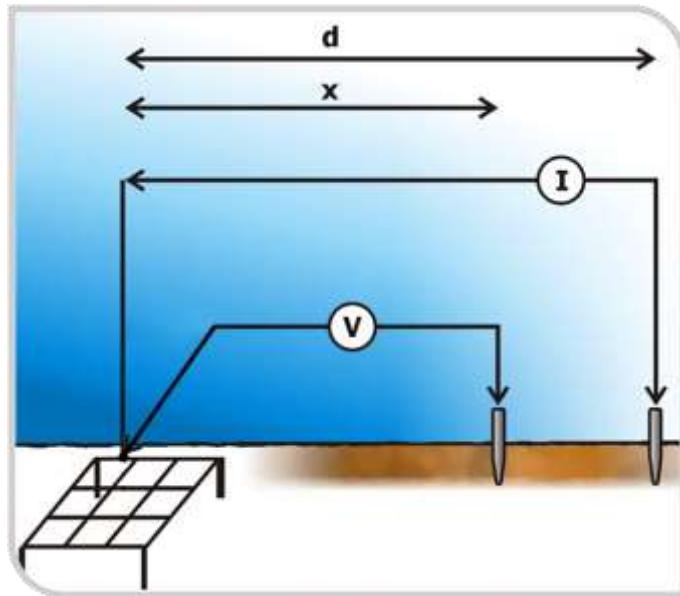
a es la distancia entre electrodos adyacentes en metros.

R es la resistencia eléctrica medida en ohmios, calculada como V/I.

#### 4.17.9.2 Medición de resistencia de puesta a tierra

La resistencia de puesta a tierra debe ser medida antes de la puesta en funcionamiento de un sistema eléctrico, como parte de la rutina de mantenimiento o excepcionalmente como parte de la verificación de un sistema de puesta a tierra. Para su medición se puede aplicar la técnica de Caída de Potencial, cuya disposición de montaje se muestra en la FIGURA 71.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>			
<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>	



**FIGURA 71 - ESQUEMA DE MEDICIÓN DE RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA**

En donde:

**d:** Es la distancia de ubicación del electrodo auxiliar de corriente, la cual debe ser 6,5 veces la mayor dimensión de la puesta a tierra a medir, para lograr una precisión del 95% (según IEEE 81).

**X:** Es la distancia del electrodo auxiliar de tensión.

**RPT:** Es la resistencia de puesta a tierra en ohmios, calculada como  $V/I$ .

El valor de resistencia de puesta a tierra que se debe tomar al aplicar este método, es cuando la disposición del electrodo auxiliar de tensión se encuentra al 61,8 % de la distancia del electrodo auxiliar de corriente, siempre que el terreno sea uniforme. Igualmente, se podrán utilizar otros métodos debidamente reconocidos y documentados en las normas y prácticas de la ingeniería.

En líneas de transmisión con cable de guarda, la medición debe hacerse desacoplando el cable de guarda o usando un telurómetro de alta frecuencia (25 kHz) o soltando los cables de guarda y/o neutros.

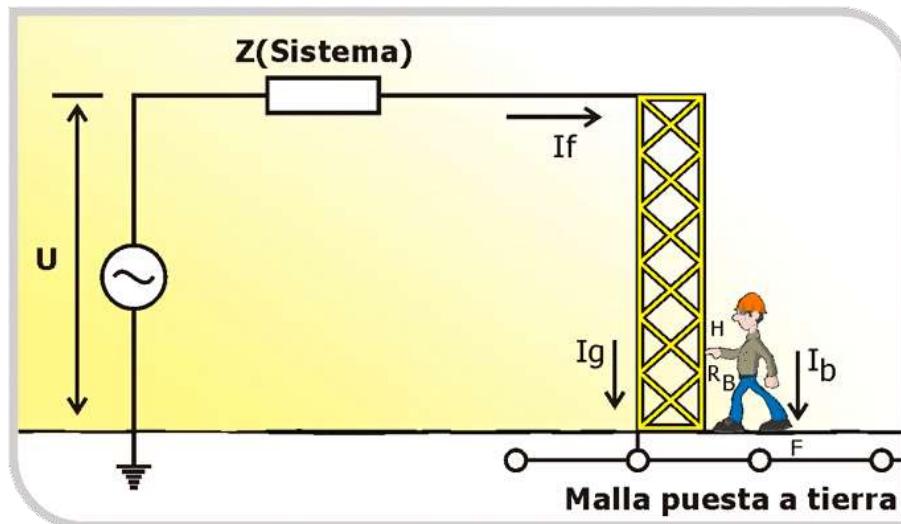
#### 4.17.9.3 Medición de tensiones de paso y contacto

Las tensiones de paso y contacto que se calculen en la fase de diseño, deben medirse antes de la puesta en servicio de subestaciones de alta y extra alta tensión, así como en las estructuras de transmisión de tensiones mayores o iguales a 220 KV, localizadas en zonas urbanas o que estén a menos de 20 m de escuelas o viviendas; para verificar que se encuentren dentro de los límites admitidos.

**Tensión de contacto:** Máxima diferencia de potencial que durante una falla se presenta entre una estructura metálica puesta a tierra y un punto de la superficie del terreno a una distancia de hasta un metro.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b> <b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>	

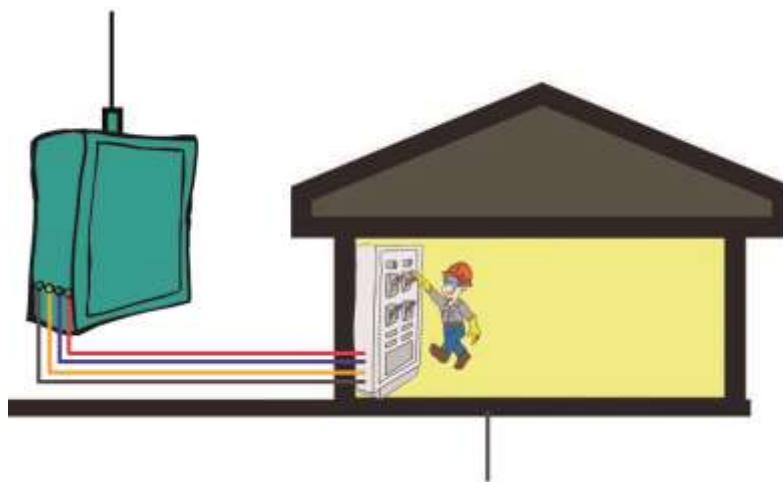
Esta distancia horizontal es equivalente a la máxima que se espera alcanzar al extender un brazo. Ver FIGURA 72.



**FIGURA 72 - TENSIÓN DE CONTACTO, TOMADA DE LA IEEE STD 80-2000**

**Tensión transferida:** Es un caso especial de tensión de contacto en la cual la persona que toca el objeto metálico puesto a tierra, se encuentra a una distancia apreciable de la Puesta Tierra que disipa corrientes en el suelo, de tal forma que sus pies se encuentran a una tensión cercana a cero voltios.

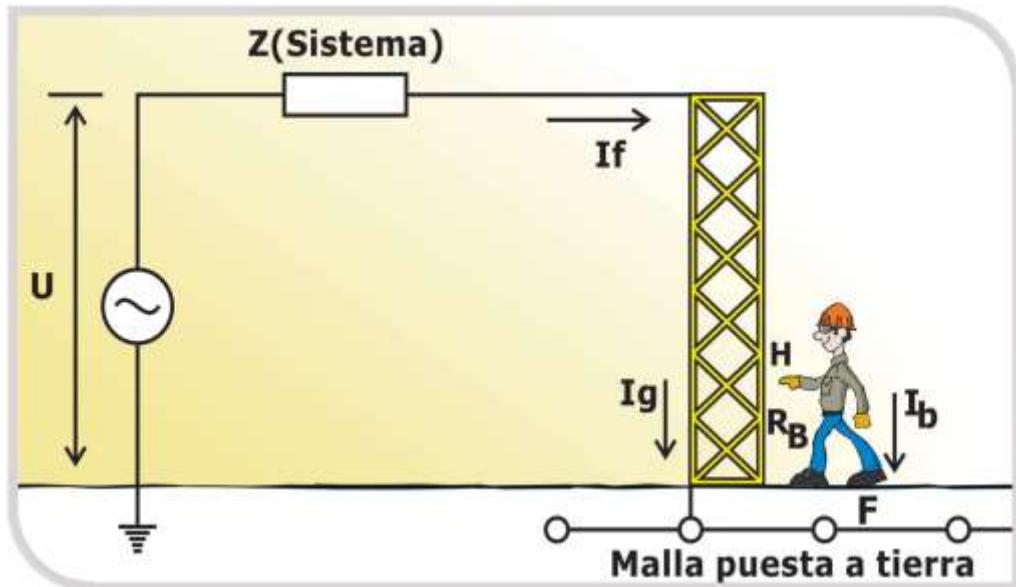
Este tipo de tensión de contacto es el más importante y grave de todos en el sistema de potencia.



**FIGURA 79 - TENSIÓN TRANSFERIDA**

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>

**Tensión de paso:** Diferencia de potencial que durante una falla se presenta entre dos puntos de la superficie del terreno, separados por una distancia de un paso (tomado para fines de cálculo y medida como un metro). Ver FIGURA 73.



**FIGURA 73 - TENSIÓN DE PASO, TOMADA DE LA IEEE STD 80-2000**

Las citadas tensiones de paso y de contacto serán tanto menores cuanto menor sea el valor de la resistencia de tierra, por esta razón los cálculos deben considerar este valor en conjunción con las corrientes a disipar esperadas.

Para determinar la tensión de contacto, se debe comprobar mediante el empleo de algún procedimiento de cálculo, tal como el análisis de circuitos siguiendo los lineamientos de IEC, o el método consignado en la norma IEEE 80, y considerando las restricciones para cada caso.

En el método de la norma IEEE 80 las tensiones de paso y de contacto se calculan como:

$$E_{toque} = \frac{(1000 + 1,5 \cdot Cs \cdot ps) \cdot 0,116}{\sqrt{t}}$$

$$E_{paso} = \frac{(1000 + 6 \cdot Cs \cdot ps) \cdot 0,116}{\sqrt{t}}$$

$$Cs = 1 - \frac{(1 - p/ps)}{2hs + 0,09}$$

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

Donde  $\rho_s$  es la resistividad de la capa superior donde se ubican los pies de la persona y  $\rho$  es la resistividad inferior bajo esa capa (si no hay un terreno diferente bajo la capa de suelo donde se ubican los pies,  $\rho_s = \rho$ ).  $hs$  es la profundidad de la capa superior.

Las tensiones de paso y contacto calculadas deben comprobarse antes de la puesta en servicio de subestaciones de alta tensión y extra alta tensión, así como en las estructuras de transmisión localizadas en zonas urbanas o que estén a menos de 20 m de escuelas o viviendas, para verificar que se encuentren dentro de los límites admitidos. Para subestaciones deben comprobarse hasta un metro por fuera del encerramiento y en el caso de torres o postes a un metro de la estructura.

En la medición deben seguirse los siguientes criterios adoptados de la IEEE 81.2 o los de una norma técnica que le aplique, tal como la IEC 61936-1.

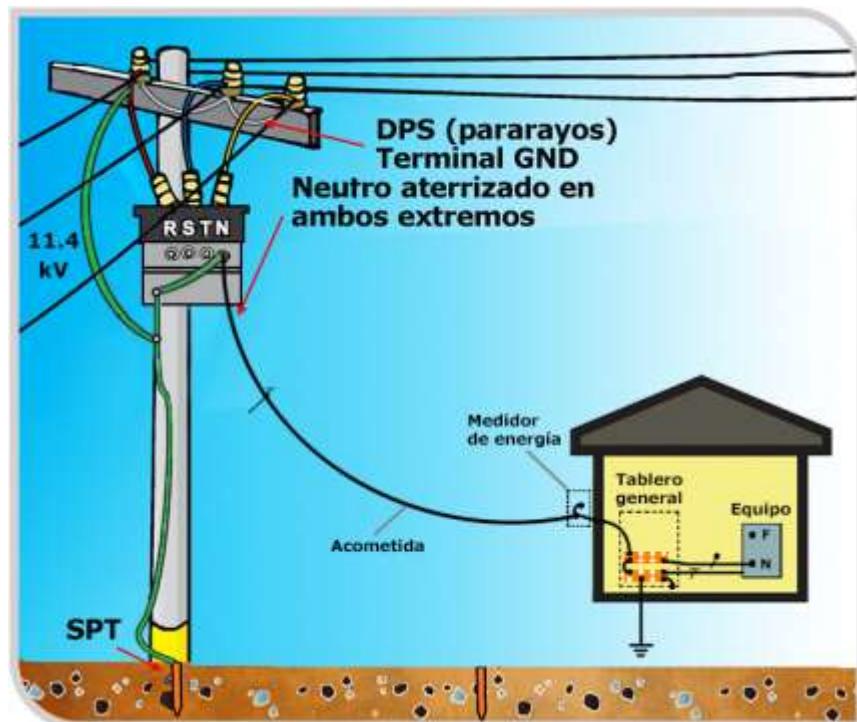
- a. Las mediciones se deben hacer preferiblemente en la periferia de la instalación de la puesta a tierra. Se emplearán fuentes de alimentación de potencia o generador de impulsos, adecuados para simular la falla, de forma que la corriente inyectada sea suficientemente alta, a fin de evitar que las medidas queden falseadas como consecuencia de corrientes espurias o parásitas circulantes por el terreno.
- b. Para subestaciones, deben medirse hasta un metro por fuera del encerramiento y en el caso de torres o postes a un metro de la estructura.
- c. Se debe procurar que la corriente inyectada sea del 1% de la corriente para la cual ha sido dimensionada la instalación y no inferior a 50A.
- d. Los electrodos de medida para simulación de los pies, deben tener cada uno una superficie de 200 cm<sup>2</sup> y ejercer sobre el suelo una fuerza de 250 N.
- e. Los cálculos para determinar las tensiones máximas posibles, se harán asumiendo que existe proporcionalidad.
- f. Se aceptan otros métodos de medición siempre y cuando estén avalados por normas técnicas internacionales, regionales, de reconocimiento internacional o NTC; en tales casos, quien utilice dicho método dejará constancia escrita del método utilizado y la norma aplicada.

#### **4.17.10 Régimen de conexión a tierra (RC) para instalaciones de uso final**

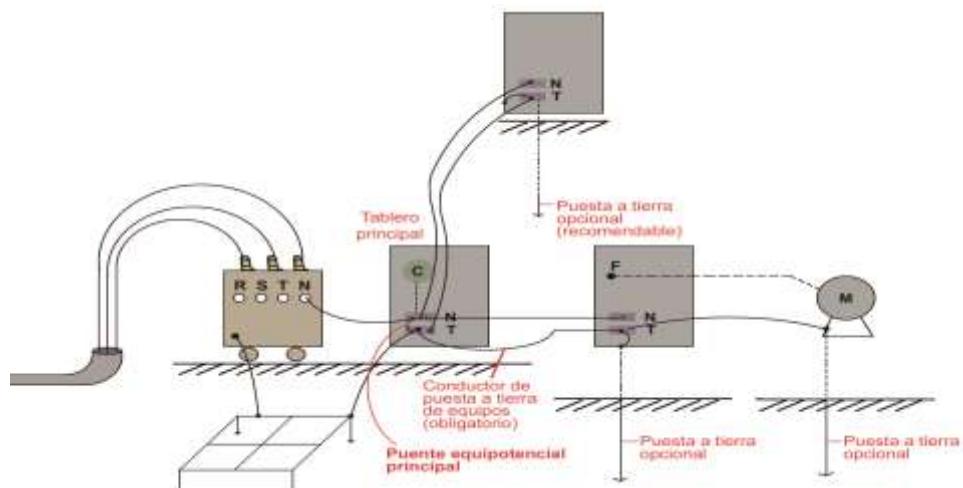
Los regímenes de conexión a tierra (RTC), también llamados “regímenes de neutro”, tienen una clasificación acordada internacionalmente para sistemas eléctricos de baja tensión, los cuales se consideran equivalentes en cuanto a seguridad de personas frente a contactos indirectos, cada uno tiene sus ventajas. Los más universales son TN y TT, cuyo código de letras es aceptado en las normas internacionales.

Salvo las excepciones establecidas en el RETIE y la **NTC 2050**, en la red de baja tensión para servicio domiciliario o similar, sólo se aceptan como regímenes de conexión a tierra, los de conexión sólida (TN-C-S o TN-S) o los de impedancia limitadora TN, esto significa que el punto neutro del transformador debe ser puesto a tierra sólidamente y el usuario debe conectar la masas al conductor puesto a tierra (casi siempre el conductor neutro). La letra S significa que las funciones de neutro (N) y de protección (P) se hacen con conductores separados y la letra C significa que las funciones de neutro y de

protección están combinadas en un solo conductor (PEN). Queda expresamente prohibido el régimen en el cual las funciones de neutro y de protección las cumple el mismo conductor (TN-C). En las siguientes figuras se muestran ejemplos del esquema indicativo del régimen de conexión TN-C-S.



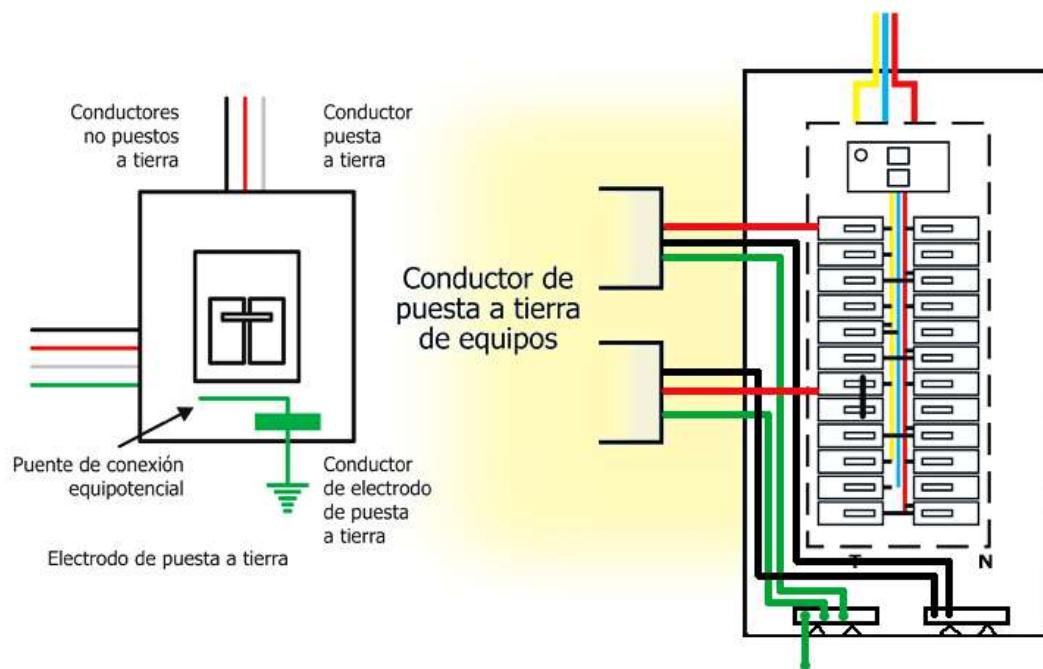
**FIGURA 74-82 - Esquema indicativo del régimen de conexión a tierra TN-C-S**



**FIGURA 75 - Esquema indicativo del régimen de conexión a tierra TN-C-S**

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b> <b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>	

El régimen IT debe ser aplicado a algunas zonas o procesos específicos, no a la conexión de una acometida. Requiere un esquema de detección de fallas a tierra y monitoreo de aislamiento. Como parte fundamental en el estudio de los Sistemas de Puesta a Tierra, se debe tener claridad sobre la identificación de los conductores en el equipo de acometida y de circuitos ramales de una instalación eléctrica. Ver **Error! No se encuentra el origen de la referencia..**



**FIGURA 76 - CONDUCTORES ASOCIADOS A UN EQUIPO DE ACOMETIDA Y CIRCUITOS RAMALES**

#### 4.17.11 Ubicación de las conexiones de puesta a tierra

Para instalar un Sistema de Puesta a Tierra se deben tener en cuenta los planos de instalaciones subterráneas: instalaciones eléctricas, instalaciones sanitarias, instalaciones de acueducto e instalaciones de gas, así como la presencia de combustibles líquidos, combustibles gaseosos, y otras estructuras enterradas para no interferir con ellas.

En general en subestaciones, se debe ubicar el Sistema de Puesta a Tierra exactamente debajo del piso donde se alojará la subestación y cuando la malla enterrada deba ser instalada por fuera del área de la subestación por restricciones de tipo constructivo, entonces se deberá instalar un sistema de puesta a tierra que garantice el control de las tensiones de toque y de paso para lo cual se deben usar mallas embebidas en el piso en concreto o en el suelo del patio (cuando sean subestaciones a la intemperie).

Cuando se trate de Sistemas de Puesta a Tierra para control de estática, la malla se puede instalar en el área de la estructura o en un sitio aledaño.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>			
<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>	

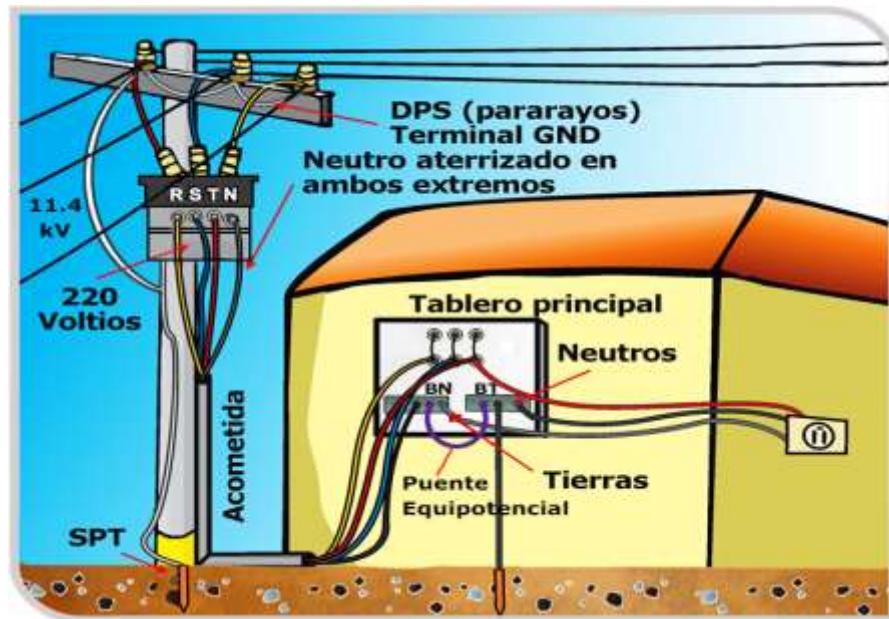
En los casos de las puestas a tierra para sistemas de protección contra rayos, debe tenerse presente que cada bajante debe disponer de al menos un electrodo lo más cercano posible al sitio de terminación de la bajante en el piso.

En mallas de postes de distribución o torres de transmisión, el sistema enterrado debe ser localizado al pie de la estructura o apoyo.

La puesta a tierra de instalaciones eléctricas, circuitos, pararrayos y estructuras y equipos conductores no portadores de corriente, se debe instalar y disponer de modo que se evite el paso de corrientes indeseables por los conductores de puesta a tierra o por las trayectorias de la puesta a tierra.

En los casos de instalaciones de uso final, se tiene la opción de disponer de una red eléctrica alimentada desde un transformador en poste o un transformador externo, caso en el cual se debe aterrizar el neutro en el poste y además se deberá realizar otra conexión de puesta a tierra desde el conductor de la acometida puesto a tierra hasta un electrodo de puesta a tierra localizado en cercanías al sitio de ingreso de la acometida a la instalación. En el gabinete que recibe el circuito de acometida se realiza un puente equipotencial entre el neutro y la tierra y desde allí se distribuyen todos los circuitos con sus propios conductores de neutro y tierra.

En la FIGURA 77 se observa la forma de distribución del cableado de puesta a tierra para esta condición.



**FIGURA 77 - DISTRIBUCIÓN DE CABLEADO DE TIERRA EN SISTEMAS ALIMENTADOS CON TRANSFORMADOR EXTERNO**

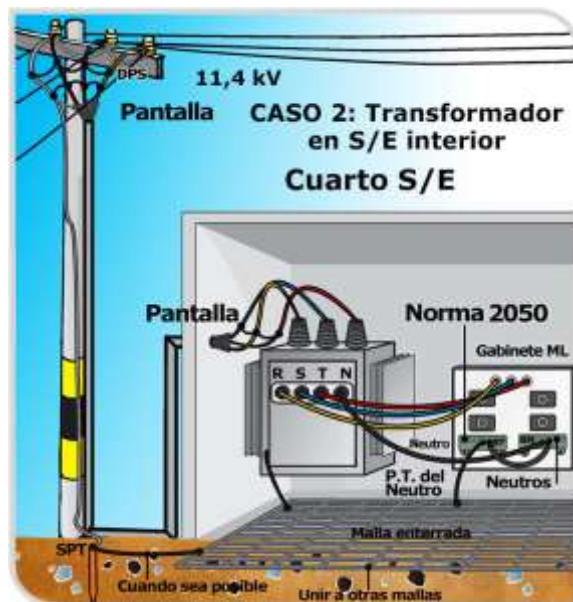
La segunda condición general ocurre cuando se tiene una subestación propia para alimentar la instalación, situación en la cual la malla se debe instalar en el área de la subestación y en este caso se debe hacer distribución del cableado de tierras desde el transformador hasta la celda de circuitos principal y a partir de allí se distribuye cada circuito con su propio conductor de puesta a tierra (y de

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>			
<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>	

neutro si es requerido). Para este caso el único puente equipotencial entre el neutro y la tierra se presentará en el transformador de la subestación. En la FIGURA 78 se observa la forma de distribución del cableado de puesta a tierra para esta condición.

En sistemas eléctricos de corriente alterna los conductores que se deben poner a tierra, son los que se especifican a continuación:

- Instalaciones monofásicas bifilares: el conductor de neutro.
- Instalaciones monofásicas trifilares: el conductor de neutro.
- Instalaciones polifásicas con un conductor común a todas las fases: el conductor común.
- Instalaciones polifásicas en las que se deba poner a tierra una fase: el conductor de una fase.



**FIGURA 78 - DISTRIBUCIÓN DE CABLEADO DE TIERRA EN SISTEMAS ALIMENTADOS CON TRANSFORMADOR INTERNO**

#### 4.17.12 Puentes de conexión equipotencial principal y de equipos

- Material: Los puentes de conexión equipotencial principal y de equipos deben ser de cobre u otro material resistente a la corrosión, debe ser un alambre, barra conductora o conductor similar.
- Construcción: Cuando el puente de conexión equipotencial principal sea un solo tornillo, este se debe identificar mediante un color verde que sea bien visible una vez el tornillo esté instalado.
- Calibre: El puente de conexión equipotencial no debe ser de menor calibre que el establecido en la tabla 250-94 para los conductores del electrodo de puesta a tierra. Cuando los conductores de fase de acometida sean de más de  $557,37 \text{ mm}^2$  (1.100 kcmils) en cobre o  $886,73 \text{ mm}^2$  (1.750 kcmils) en aluminio, el puente de conexión equipotencial debe tener un calibre no menor al 12,5 % del calibre del mayor conductor de fase excepto que, cuando los conductores de fase y el puente de conexión equipotencial sean de distinto material (cobre o aluminio), el calibre mínimo del puente de conexión equipotencial se debe calcular sobre la hipótesis del uso de conductores de fase del mismo

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

material que el puente y con una capacidad de corriente equivalente a la de los conductores de fase instalados. Cuando se monten conductores de acometida en paralelo en dos o más canalizaciones o cables, el puente de conexión equipotencial de los equipos, si discurre con esas canalizaciones o cables, debe instalarse en paralelo. El calibre del puente de conexión equipotencial de cada canalización o cable se debe calcular a partir del calibre de los conductores de acometida en cada cable o conductor. En sistemas de corriente continua, el calibre del puente de conexión equipotencial no debe ser menor al del conductor de puesta a tierra del sistema.

- Calibre del puente de conexión equipotencial en el lado de la carga de la acometida. El puente de conexión equipotencial de los equipos a la salida de los dispositivos de protección contra sobrecorriente de la acometida debe tener un calibre no menor al que aparece en la tabla 250-95. Se permite conectar con un solo puente de conexión equipotencial común continuo, dos o más canalizaciones o cables, si el puente tiene un calibre de acuerdo con la tabla 250-95 para el mayor de los dispositivos de protección contra sobrecorriente que protege los circuitos conectados al mismo.
- Instalación del puente de conexión equipotencial de los equipos: Se permite instalar el puente de conexión equipotencial de los equipos dentro o fuera de una canalización o encerramiento. Si se instala fuera, la longitud del puente no debe superar 1,80 m y debe instalarse con la canalización o armario.

#### **4.17.13 Conexiones de un sistema con neutro puesto a tierra a través de alta impedancia**

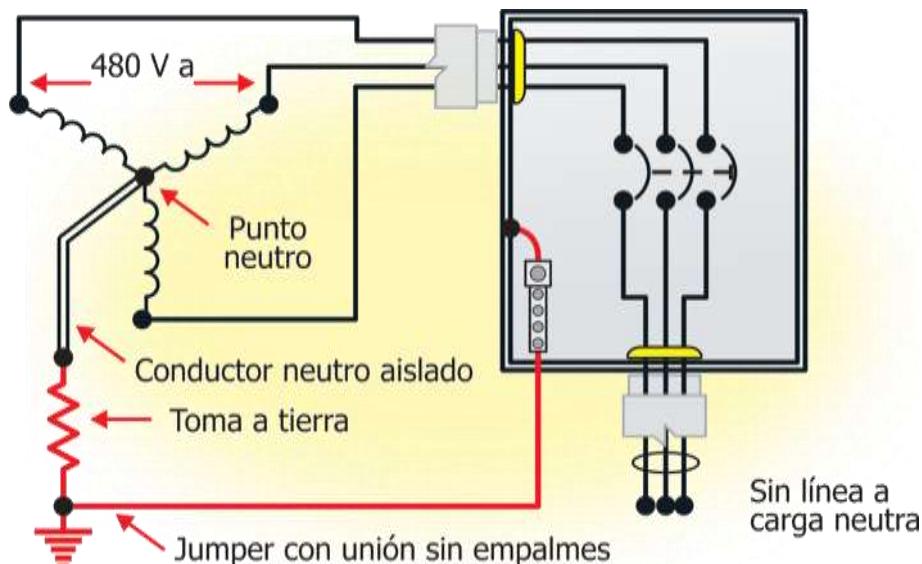
Las instalaciones con neutro puesto a tierra a través de alta impedancia, deben cumplir las siguientes condiciones:

- Ubicación de la impedancia de puesta a tierra: La impedancia de puesta a tierra debe instalarse entre el conductor del electrodo de puesta a tierra y el neutro de la instalación. Cuando no haya neutro, la impedancia de puesta a tierra se debe instalar entre el conductor del electrodo de puesta a tierra y el neutro derivado de un transformador de puesta a tierra.
- Conducto de neutro: El conductor de neutro desde el punto neutro del transformador o generador hasta su punto de conexión con la impedancia de puesta a tierra, debe estar completamente aislado. El conductor neutro debe tener una capacidad de corriente no menor a la corriente máxima nominal de la impedancia de puesta a tierra. En ningún caso el conductor de neutro debe ser de sección transversal menor a 8,36 mm<sup>2</sup> (8 AWG) en cobre o 13,29 mm<sup>2</sup> (6 AWG) en aluminio o aluminio recubierto de cobre.
- Conexión del neutro del sistema: El neutro del sistema no se debe poner a tierra excepto a través de la impedancia de puesta a tierra.
- Nota. La impedancia se elige normalmente para que limite la intensidad de una corriente de falla a tierra a un valor igual o ligeramente superior a la corriente de carga capacitiva del sistema. Ese valor de impedancia debe limitar también las sobretensiones a valores seguros. Para más orientación, véanse los criterios sobre limitación de sobretensiones en Recommended Practice for Grounding of Industrial and Commercial Power Systems, ANSI/IEEE 142-1991.
- Tendido del conductor de neutro: Se permite instalar el conductor que conecta el punto neutro de un transformador o generador a una impedancia de puesta a tierra en una canalización independiente. No es necesario que este conductor vaya con los conductores de fase hasta el primer medio de desconexión o dispositivo contra sobrecorriente de la instalación.
- Puente de conexión equipotencial de los equipos: El puente de conexión equipotencial de los equipos (la conexión entre los conductores de puesta a tierra del equipo y la impedancia de puesta a tierra) debe ser un conductor sin empalmes que vaya desde el primer medio de desconexión del

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b> <b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>	

sistema o dispositivo de protección contra sobrecorriente hasta el lado de puesta a tierra de la impedancia de puesta a tierra.

- Ubicación del conductor del electrodo de puesta a tierra: El conductor del electrodo de puesta a tierra se debe conectar en cualquier punto desde el lado puesto a tierra de la impedancia de puesta a tierra hasta la conexión de puesta a tierra de los equipos en el equipo de la acometida o el primer medio de desconexión del sistema.
- Protección de falla a tierra: En estos sistemas se debe instalar un relé de protección de falla a tierra.
- En la FIGURA 79 se presenta un esquema de conexión neutro puesta a tierra con alta impedancia.



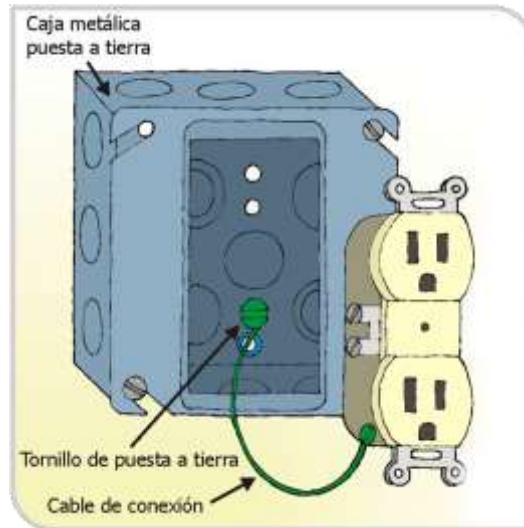
**FIGURA 79 - ESQUEMA DE CONEXIÓN DE NEUTRO PUESTO A TIERRA CON ALTA IMPEDANCIA**

#### 4.17.14 Encerramientos y canalizaciones para conductores

Se deben poner a tierra los cerramientos y canalizaciones metálicos para todos los conductores.

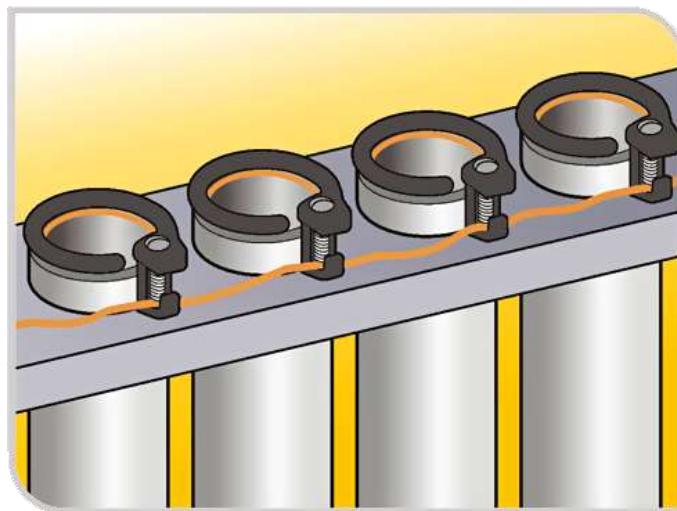
En la FIGURA 80 se presenta un esquema puesta a tierra de cerramiento.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>	



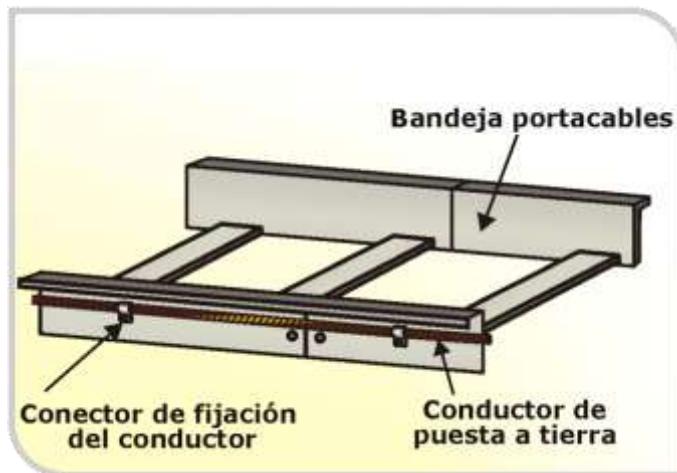
**FIGURA 80 - PUESTA A TIERRA DE CERRAMIENTO**

En la FIGURA 881 se presenta un ejemplo de conexión equipotencial.



**FIGURA 881 - EJEMPLO DE CONEXIÓN EQUIPOTENCIAL**

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>			
<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>	



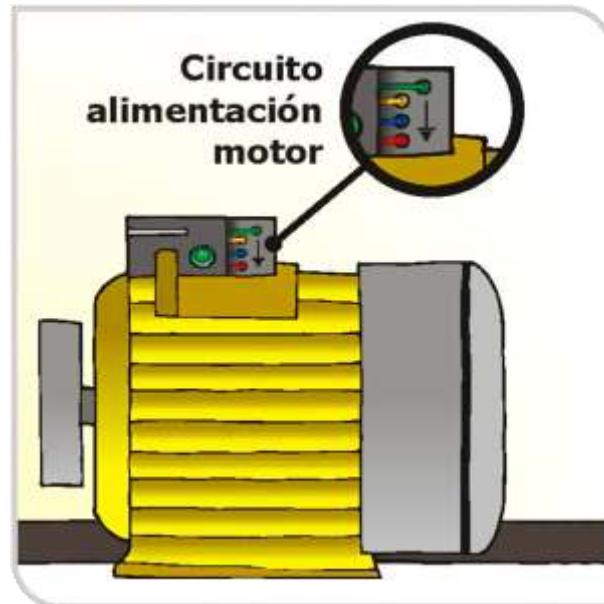
**FIGURA 82 - FORMA DE CONEXIÓN DE PUESTA A TIERRA DE UNA BANDEJA PORTACABLES**

#### 4.17.15 Puesta a tierra de los equipos eléctricos

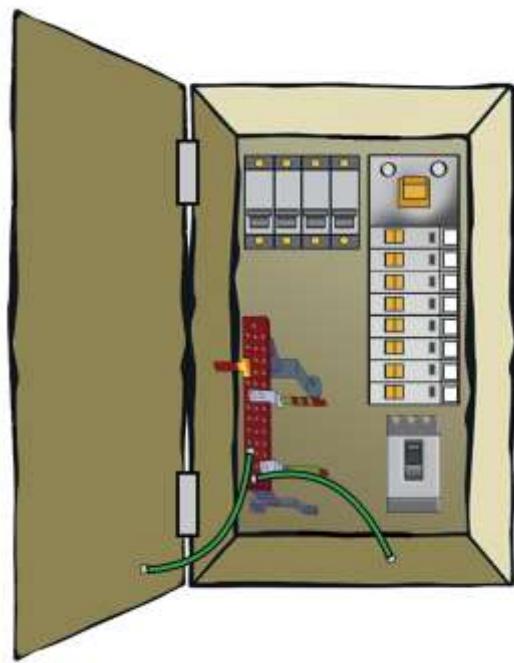
Independientemente de su tensión nominal, se deben poner a tierra las partes metálicas expuestas no portadoras de corriente de los equipos descritos a continuación:

- Los marcos y estructuras de los cuadros (tableros, paneles) de distribución en los que haya instalados equipos de maniobra.
- Los marcos y carcasa de motores y generadores.
- Las carcasa de motores, como establece el Artículo 430-12 de la NTC 2050.
- Los encerramientos de controladores de motores.
- Los equipos eléctricos de grúas y elevadores.
- Los anuncios eléctricos, luces de contorno y equipos asociados, como establece la Sección 600 de la NTC 2050
- Los equipos alimentados por circuitos de potencia limitada Clase 1 y los de control remoto y señalización Clase 1, Clase 2 y Clase 3 y por los circuitos de alarma contra incendios, se deben poner a tierra cuando así lo exija la Parte B de la sección correspondiente en la NTC 2050.
- Los elementos de alumbrado, tal como establece la Parte E de la Sección 410 de la NTC 2050.
- Las bombas de agua a motor, incluso las de tipo sumergible.
- Cuando se use una bomba sumergible en una carcasa metálica dentro de un pozo, la carcasa se debe conectar equipotencialmente al conductor de puesta a tierra de los equipos del circuito de la bomba.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>			
<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>	



**FIGURA 83 - FORMA DE CONEXIÓN DE PUESTA A TIERRA DE UN MOTOR ELÉCTRICO**



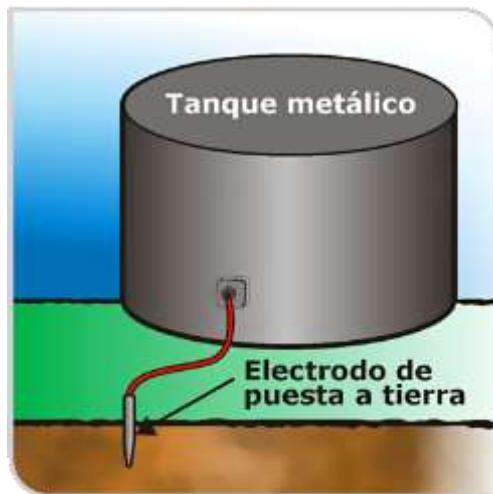
**FIGURA 84 - FORMA DE CONEXIÓN DE PUESTA A TIERRA DE UN TABLERO ELÉCTRICO**

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>	

#### 4.17.16 Equipos no eléctricos

Se deben poner a tierra las partes metálicas de los equipos no eléctricos que se describen a continuación:

- Las estructuras y rieles metálicos de las grúas y elevadores.
- Estructuras y cajas de cabinas de ascensores no eléctricos a las que vayan conectados conductores eléctricos.
- Los cables metálicos manuales de elevación de ascensores eléctricos.
- Los tabiques, rejillas y otros elementos metálicos similares.
- Andamios.
- Tanques.



**FIGURA 85 - FORMA DE CONEXIÓN DE PUESTA A TIERRA DE UN TANQUE O ESTRUCTURA**

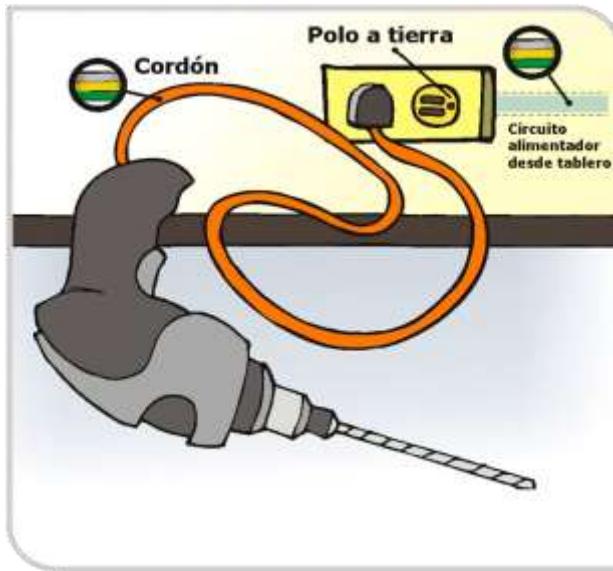
#### 4.17.17 Equipos conectados con cordón y clavija

Se deben poner a tierra las partes metálicas expuestas no portadoras de corriente de equipos conectados con cordón y clavija y que se puedan llegar a energizar, para cualquiera de las condiciones listadas a continuación:

- En los lugares peligrosos (clasificados) (De acuerdo con las Secciones 500 a 517 de la NTC 2050).
- Cuando funcionen a más de 150 V a tierra, excepto los motores cuando estén protegidos y los equipos certificados protegidos por un sistema de doble aislamiento o equivalente. Cuando se utilicen estos sistemas, el equipo debe estar claramente rotulado.
- En las edificaciones: 1) los refrigeradores, congeladores y artefactos de aire acondicionado; 2) las lavadoras y secadoras de ropa, lavavajillas, computadores y equipos electrónicos de procesamiento de datos, bombas de sumideros y equipos eléctricos de acuarios; 3) las herramientas manuales a motor, las herramientas fijas a motor, las herramientas ligeras industriales a motor; 4) los artefactos a motor; 5) los artefactos conectados con cordón y clavija y utilizados en locales húmedos o mojados por personas que permanecen de pie sobre el suelo o sobre suelos metálicos o que trabajan dentro de depósitos o calderas metálicas; 6) las herramientas que se puedan utilizar en lugares mojados o conductores, y 7) las lámparas de mano portátiles.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>	

Los conductos, encerramientos, estructuras y otras partes metálicas de equipos eléctricos no portadores de corriente, se deben mantener alejados como mínimo a 1,80 m de los conductores de las bajantes de los pararrayos; cuando la distancia a los conductores de las bajantes sea menor a 1,80 m, se deben conectar equipotencialmente a dichas bajantes.



**FIGURA 86 - FORMA DE CONEXIÓN A TIERRA DE UN EQUIPO ELÉCTRICO CON CORDÓN Y CLAVIJA**

#### 4.17.18 Métodos de puesta a tierra

Las conexiones de los conductores de puesta a tierra de equipos y circuitos, se deben hacer según los siguientes requisitos:

- La conexión se debe hacer conectando equipotencialmente el conductor de puesta a tierra de los equipos al conductor del electrodo de puesta a tierra.
- En sistemas no puestos a tierra la conexión se debe hacer conectando equipotencialmente el conductor de puesta a tierra de los equipos al conductor del electrodo de puesta a tierra, incluyendo las partes metálicas expuestas no portadoras de corriente.

Se deben garantizar para el camino a tierra desde los circuitos, equipos y encerramientos metálicos de conductores, las siguientes condiciones:

- Que sea permanente y eléctricamente continuo.
- Que tenga capacidad suficiente para conducir con seguridad cualquier corriente de falla que pueda producirse (esto se debe garantizar desde la etapa de diseño mediante un estudio de cortocircuito en la red eléctrica o verificarse para instalaciones existentes).

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

- Que disponga de una impedancia suficientemente baja como para limitar la tensión a tierra dentro de los parámetros de diseño, y para facilitar el funcionamiento de los dispositivos de protección del circuito.

Se debe usar un conductor del electrodo de puesta a tierra para conectar los conductores de puesta a tierra de los equipos, los encerramientos de los equipos de acometida y, si el sistema está puesto a tierra, el conductor puesto a tierra de la acometida con el electrodo de puesta a tierra.

Cuando se conecta una instalación de corriente alterna a un electrodo de puesta a tierra, ese mismo electrodo se debe usar para poner a tierra los armarios y equipos dentro de la instalación o sobre ella. Cuando a la misma edificación lleguen dos acometidas independientes y haya que conectarlas a un electrodo de puesta a tierra, se debe usar el mismo electrodo de puesta a tierra.

Cuando haya que poner a tierra las partes metálicas no portadoras de corriente de los equipos, canalizaciones u otros encerramientos, se puede hacer con los conductores del circuito, utilizando conexiones equipotenciales desde los tableros de alimentación, mediante el conductor de puesta a tierra de los equipos, instalado dentro de la misma canalización, cable o cordón o de cualquier otro modo con los conductores del circuito. Los conductores de puesta a tierra de equipos se permiten desnudos, forrados o aislados. Los conductores de puesta a tierra forrados o aislados individualmente deben tener un acabado exterior continuo verde para tierra de protección o verde con una o más rayas amarillas para tierra aislada.

En las condiciones especificadas a continuación, se considera que las partes metálicas no portadoras de corriente de los equipos están puestas eficazmente a tierra.

- El equipo eléctrico sujeto y en contacto eléctrico con un armazón o estructura metálica diseñado para su soporte y puesto a tierra por uno de los medios indicados anteriormente. No se debe usar la estructura metálica de un edificio como conductor de puesta a tierra de equipos de corriente alterna.
- Las estructuras metálicas de cabinas sujetas a cables metálicos que los elevan, y que están unidos o que circulan sobre carretes o tambores metálicos de la maquinaria de los ascensores deben ser puestas a tierra por alguno de los métodos aceptados para tal fin.

Cuando haya que conectar a tierra partes metálicas no portadoras de corriente de los equipos conectados con cordón y clavija, se deben poner a tierra por alguno de los siguientes tres métodos:

- A través del encerramiento metálico de los conductores que alimentan a dichos equipos, si van conectados mediante una clavija con polo a tierra fijo que se utiliza para poner a tierra el encerramiento metálico y si el encerramiento metálico de los conductores se sujeta a la clavija y al equipo mediante conectores aprobados.
- A través de un conductor de puesta a tierra de equipos instalado junto con los conductores de suministro en un cable o cordón flexible debidamente terminado en una clavija con polo a tierra, con el contacto del polo a tierra fijo. Se permite que haya un conductor de puesta a tierra sin aislar, pero, si se aísla por separado, el forro debe tener un acabado exterior continuo de color verde o verde amarillo.
- A través de alambre o banda flexible independiente, desnudo o aislado, protegido en la medida de lo posible contra daños físicos, cuando forme parte del equipo.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>	

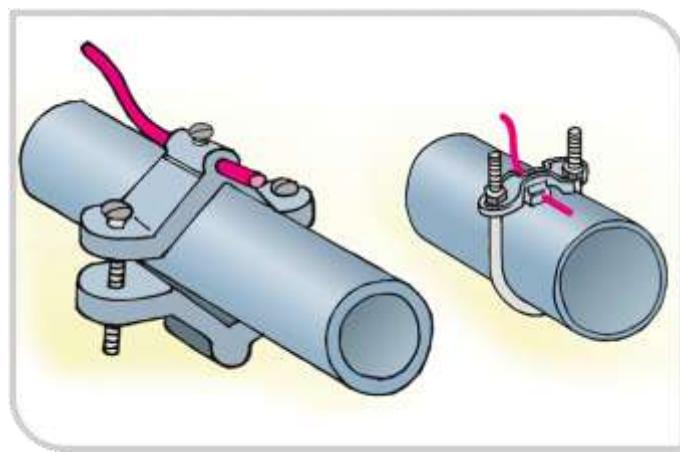
#### 4.17.18.1 Conexiones equipotenciales

Estas conexiones equipotenciales aseguran la continuidad eléctrica y la capacidad de transportar con seguridad cualquier corriente de falla que se pueda producir en una instalación.

Las partes metálicas no portadoras de corriente de los equipos de acometida, se deben conectar equipotencialmente de forma eficaz. Entre las partes a aterrizar se encuentran: las canalizaciones de acometida, bandejas de cables, armaduras de los buses de cables o de los cables de acometidas o blindajes, todos los encerramientos de equipos de acometida que contengan conductores de acometida, accesorios de medidores, cajas o similares, interpuestos en la canalización o blindaje de acometida, todas las canalizaciones metálicas o blindajes por los que discurre un conductor del electrodo de puesta a tierra. La conexión equipotencial se debe hacer en cada extremo y en todas las canalizaciones, cajas y encerramientos que existan entre el equipo de acometida y el electrodo de puesta a tierra.

La continuidad eléctrica debe estar asegurada por alguno de los siguientes métodos:

- Cuando haya tubo metálico rígido o tubo metálico intermedio, las uniones mediante conexiones roscadas o tubos roscados en los armarios y encerramientos se deben realizar con un conductor que se una al tubo mediante un tornillo o un elemento tipo perno.
- Otros dispositivos aprobados, como tuercas y pasacables del tipo de conexión equipotencial. Ver FIGURA 87.



**FIGURA 87 - ELEMENTOS PARA CONEXIONES EQUIPOTENCIALES EN TUBERÍAS**

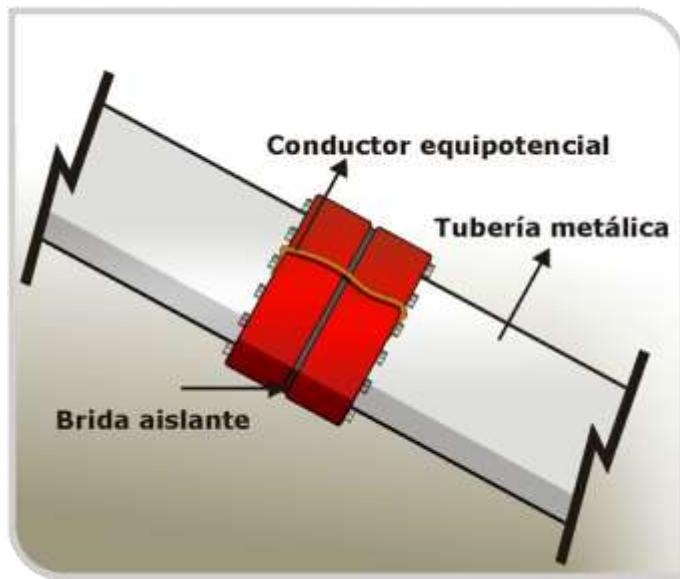
Las canalizaciones metálicas, bandejas de cables, blindajes de cables, armaduras de cables, encerramientos, marcos, accesorios y otras partes metálicas no portadoras de corriente y que puedan servir como conductores de puesta a tierra con o sin conductores suplementarios de puesta a tierra de equipos, se deben conectar equipotencial y eficazmente cuando sea necesario para asegurar la continuidad eléctrica y la capacidad del circuito para soportar con seguridad cualquier corriente que pudiera producirse por cualquier falla en el mismo. Se deben quitar de las roscas, puntos y superficies de contacto, todas las pinturas, barnices o recubrimientos similares no conductores o bien conectarlos por medio de accesorios diseñados de tal manera que hagan innecesaria dicha eliminación.

Las juntas de dilatación y las secciones de las canalizaciones metálicas se deben hacer eléctricamente continuas mediante puentes de conexión equipotencial u otros medios. Se exceptúan aquellos casos en

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>			
<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>	

los cuales no se permita continuidad por restricciones de la instalación tales como tuberías protegidas mediante sistemas de protección catódica.

En la FIGURA 88 se puede observar un detalle típico de conexión equipotencial en una brida aislante.



**FIGURA 88 - DETALLE DE CONEXIÓN EQUIPOTENCIAL EN UNA BRIDA AISLANTE**

Con independencia de la tensión de una instalación eléctrica, se debe asegurar la continuidad eléctrica de las partes metálicas no portadoras de corriente de los equipos, canalizaciones y otros encerramientos en los lugares peligrosos (clasificados) que define la Sección 500 de la NTC 2050, por cualquiera de los medios especificados para las acometidas y que estén aprobados para el método de instalación utilizado.

#### 4.17.18.2 Conexiones de los conductores de puesta a tierra

Cuando entren en una caja dos o más conductores de puesta a tierra de equipos, todos esos conductores se deben empalmar o unir dentro de la caja o unir a la caja con herrajes adecuados para ese uso. Los empalmes se deben hacer según el Artículo 110-14.b) de la NTC 2050. La instalación de las conexiones de puesta a tierra se debe hacer de tal modo que la desconexión o desmontaje de un tomacorriente, accesorio u otro dispositivo alimentado desde la caja, no impida ni interrumpa la continuidad de la puesta a tierra.

En las cajas metálicas se debe hacer una conexión entre el conductor o conductores de puesta a tierra de equipos y la caja metálica, por medio de un tornillo de puesta a tierra, al que no se debe dar ningún otro uso, o de un dispositivo de puesta a tierra certificado.

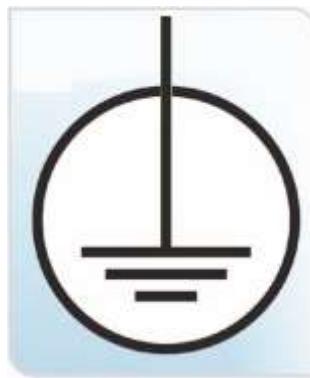
Cuando uno o más conductores de puesta a tierra de equipos lleguen a una caja de salida no metálica, se deben instalar de manera que se puedan conectar a cualquier herraje o dispositivo dentro de la caja que se deba poner a tierra.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>	

Se deben eliminar las capas no conductoras (como pinturas, barnices y lacas) de las roscas y otras superficies de contacto de los equipos que se pongan a tierra, para asegurar la continuidad eléctrica, o también se pueden conectar por medio de herrajes hechos de tal modo que hagan innecesaria dicha eliminación.

Los terminales de conexión de los conductores de puesta a tierra de los equipos se deben identificar:

- 1) mediante un tornillo terminal de cabeza hexagonal o similar, pintada de color verde, que no se pueda quitar fácilmente;
- 2) mediante una tuerca terminal hexagonal o similar, pintada de color verde, que no se pueda quitar fácilmente o
- 3) mediante un conector a presión pintado de verde. Si el terminal del conductor de puesta a tierra no es visible, se debe rotular el orificio de entrada del conductor de puesta a tierra con la palabra "verde" ("green") o "tierra" ("ground"), o con el símbolo de puesta a tierra o con las letras "G" o "GR" o identificado por un color verde visible.



**FIGURA 89 - SÍMBOLO DE PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN**

#### **4.17.18.3 Transformadores de instrumentos, relés, etc.**

Los circuitos secundarios de transformadores de corriente y tensión para instrumentos deben ponerse a tierra cuando el bobinado del primario vaya conectado a circuitos de 300 V o más a tierra y, en los cuadros de distribución, independientemente del valor de la tensión. Las carcassas o armazones de transformadores de instrumentos se deben poner a tierra siempre que sean accesibles a personas no calificadas.

Los instrumentos, medidores y relés que funcionen con bobinas o partes a menos de 1.000 V, se deben poner a tierra como se especifica en los siguientes a continuación:

- Los instrumentos, medidores y relés que no estén situados en cuadros de distribución y que funcionen con bobinas o partes a 300 V o más a tierra y sean accesibles a personal no calificado, deben tener puestas a tierra las carcassas y otras partes metálicas expuestas.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

- En cuadros de distribución de frente muerto. Los instrumentos, medidores y relés, tanto si están alimentados por transformadores de corriente y tensión como si están conectados directamente al circuito, en cuadros de distribución que no tengan partes energizadas en la parte delantera de los paneles, deben tener sus carcasa puestas a tierra.
- En cuadros de distribución de frente energizado. Los instrumentos, medidores y relés, sea que estén alimentados por transformadores de corriente y tensión o conectados directamente al circuito, en cuadros de distribución con partes energizadas expuestas en la parte delantera de los paneles, no deben tener sus carcasa puestas a tierra. Cuando la tensión a tierra supere los 150 V debe haber alfombras de goma u otro material aislante para las personas que manipulen el tablero.

Cuando los instrumentos, medidores y relés tengan partes portadoras de corriente que operen a 1 KV y más a tierra, se deben aislar elevándolas o protegiéndolas mediante barreras, cajas metálicas puestas a tierra o tapas o protectores aislantes adecuados. Sus carcasa no se deben poner a tierra a menos que así lo exija el fabricante.

El conductor de puesta a tierra de los circuitos secundarios de transformadores de instrumentos y de las carcasa de los instrumentos no debe ser de calibre menor a 3,3 mm<sup>2</sup> (12 AWG) en cobre o 5,25 mm<sup>2</sup> (10 AWG) en aluminio. Se considera que las carcasa de transformadores de instrumentos, medidores y relés que vayan montados directamente sobre superficies o armarios metálicos puestos a tierra o paneles de instrumentos metálicos puestos a tierra, están también puestas a tierra y no se requiere usar un conductor adicional.

#### **4.17.18.4 Puesta a tierra de instalaciones y circuitos de tensión 1 KV o superiores**

Se permite usar como puesta a tierra de sistemas de alta tensión, el neutro de un sistema derivado de un transformador de puesta a tierra.

El nivel mínimo de aislamiento de conductores de neutro para sistemas sólidamente puestos a tierra debe ser de 600 V. También se permite usar conductores de cobre desnudos como neutro de la acometida y de las partes directamente enterradas de los circuitos de alimentación.

Se permite que el neutro de un sistema con neutro sólidamente puesto a tierra esté puesto a tierra en más de un punto en el caso de:

- Acometidas.
- Partes directamente enterradas de alimentadores cuyo neutro sea de cobre desnudo.
- Partes aéreas instaladas en el exterior.
- Es permitido que el conductor de puesta a tierra o de neutro sea un conductor desnudo si está aislado de los conductores de fase y protegido contra daños físicos.

#### **4.17.18.5 Puesta a tierra de sistemas de alimentación a equipos portátiles o móviles**

Los sistemas que alimenten equipos portátiles o móviles de alta tensión, distintos de las subestaciones provisionales, deben cumplir los siguientes requisitos:

- **Equipos móviles o portátiles:** Los equipos móviles o portátiles de alta tensión se deben alimentar desde un sistema que tenga su neutro puesto a tierra a través de impedancia. Cuando se utilice una instalación de alta tensión conectada en delta para alimentar equipos móviles o portátiles, se debe hacer una derivación del neutro del sistema.
- **Partes metálicas expuestas no portadoras de corriente:** Las partes metálicas expuestas de los equipos móviles o portátiles por las que no pase corriente se deben conectar mediante un

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>

conductor de puesta a tierra de equipos al punto de puesta a tierra de la impedancia del neutro del sistema.

- Corriente por falla a tierra: La tensión creada entre las partes metálicas de los equipos móviles o portátiles y tierra por el paso de corriente máxima de falla a tierra, no debe superar los 100 V.
- Detección de fallas a tierra y relés de protección: Se deben instalar dispositivos de detección y relés de protección de falla a tierra que descarguen automáticamente cualquier componente de alta tensión del sistema en el que se haya producido una falla a tierra. La continuidad del conductor de puesta a tierra del equipo se debe monitorear permanentemente, de manera que se desconecte automáticamente el alimentador de alta tensión del equipo portátil o móvil en el caso de pérdida de dicha continuidad.
- Aislamiento: El electrodo de puesta a tierra al que vaya conectada la impedancia del neutro de la instalación de los equipos móviles o portátiles, debe ir aislado en el suelo y separado 6 m, como mínimo, de cualquier otro electrodo de puesta a tierra de los sistemas o equipos y no debe haber conexión directa entre los electrodos de puesta a tierra, como tuberías enterradas, cercas, etc.
- Cables portátiles y acopladores: El cable portátil y los acopladores de alta tensión para conectar equipos móviles o portátiles, deben cumplir lo establecido en la Parte C de la Sección 400 (cable) y en el Artículo 710-45 (acopladores) de la NTC 2050.
- Puesta a tierra partes no portadoras de corriente: Todas las partes metálicas de equipos fijos, móviles o portátiles y de sus correspondientes cercas, alojamientos, encerramientos y estructuras de soporte por las que no pase corriente, se deben poner a tierra.

#### **4.17.19 Mantenimiento de sistemas de puesta a tierra**

Los componentes del sistema de puesta a tierra tienden a perder su efectividad después de unos años, debido a corrosión, fallas eléctricas, daños mecánicos e impactos de rayos. Los trabajos de inspección y mantenimiento deben garantizar una continua actualización del SPT para el cumplimiento del RETIE. Si una inspección muestra que se requieren reparaciones, estas deben ser realizadas sin retraso y no ser pospuestas hasta el próximo ciclo de mantenimiento.

La inspección debe hacerse por un especialista en el tema, el cual debe entregar registros de lo observado, dicha inspección incluye la verificación de la documentación técnica, reportes visuales, pruebas y registros. Todo SPT debe ser inspeccionado de acuerdo con la TABLA 31.

**TABLA 31- MÁXIMO PERIODO ENTRE MANTENIMIENTOS DE UN SPT**

Nivel de tensión de la instalación	Inspección visual (años)	Inspección visual y mediciones (años)	Sistemas críticos <sup>(1)</sup> Inspección visual y mediciones (años)
<b>Baja</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>1</b>
<b>Media</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>1</b>
<b>Alta y Extra Alta</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>1</b>

**(1) Los sistemas críticos deben ser definidos por cada empresa o usuario.**

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

Los intervalos de la anterior tabla pueden variar, según condiciones climáticas locales, fallas que comprometan la integridad del SPT, normas de seguridad industrial, exigencias de compañías de seguros, procedimientos o regulaciones técnicas de empresa.

#### **4.17.19.1 Pruebas**

Las pruebas que deben realizarse como parte de inspección son:

- Realizar ensayos de equipotencialidad.
- Medir resistencia de puesta a tierra. Los resultados deben quedar consignados en los reportes de inspección.
- Medir corrientes espurias o de modo común.

#### **4.17.19.2 Registros**

La inspección del SPT debe documentar y evidenciar mediante registros, como mínimo la siguiente información:

- Condiciones generales de los conductores del sistema.
- Nivel de corrosión.
- Estado de las uniones de los conductores y componentes.
- Valores de resistencia.
- Desviaciones de los requisitos respecto del RETIE.
- Documentar todos los cambios frente a la última inspección.
- Resultados de las pruebas realizadas.
- Registro fotográfico
- Rediseño o propuesta de mejoras del SPT si se requieren

#### **4.17.20 Sistemas de puestas a tierra temporales**

El objeto de un equipo de puesta a tierra temporal es limitar la corriente que puede pasar por el cuerpo humano.

##### **4.17.20.1 Requisitos de producto**

El equipo de puesta a tierra temporal debe cumplir las siguientes especificaciones mínimas, adaptadas de las normas **IEC 61230** y **ASTM F 855**:

- Electrodo: Barreno con longitud mínima de 1,5 m.
- Grapas o pinzas: El tipo de grapa debe ser el adecuado según la geometría del elemento a conectar (puede ser plana o con dientes).
- Cable en cobre extraflexible, cilíndrico y con cubierta transparente o translúcida que permita su inspección visual y cuyo calibre soporte una corriente de falla mínima de: En alta tensión 40 kA; en media tensión 8 kA y en baja tensión 3 kA eficaces en un segundo con temperatura final de 700 °C a criterio del Operador de Red o de la empresa de transmisión, se pueden utilizar cables de puestas a tierra de menor calibre, siempre que la corriente de falla calculada sea menor a los valores antes

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

citados y el tiempo de despeje sea tal que la temperatura en el conductor no supere los 700 °C. Si la corriente de falla es superior a los valores indicados, se debe usar un cable de capacidad suficiente para soportarla.

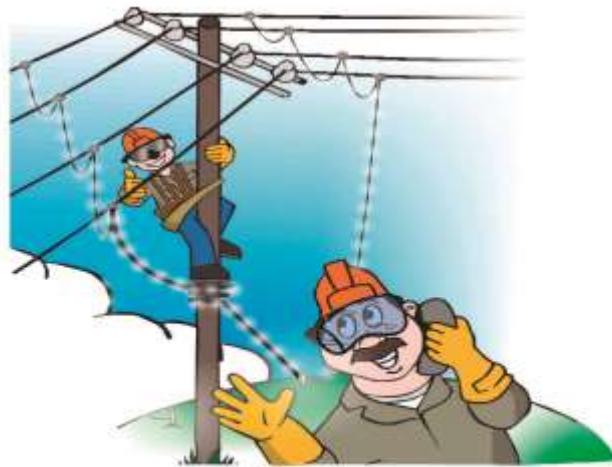
- d. El productor debe entregar una guía de instalación, inspección y mantenimiento.

#### **4.17.20.2 Requisitos de instalación**

La puesta a tierra temporal debe instalarse de acuerdo con los siguientes requisitos:

- a. El montaje debe hacerse de tal manera que los pies del liniero queden al potencial de tierra y que los conductores que se conectan a las líneas tengan la menor longitud e impedancia posible.
- b. La secuencia de montaje debe ser desde la tierra hasta la última fase y para desmontarlo debe hacerse desde las fases hasta la tierra.
- c. En el evento que la línea esté o sea susceptible de interrumpirse en la estructura, se debe conectar a tierra en ambos lados de la estructura.
- d. Cuando exista riesgo de retornos o alimentaciones desde el lado de la carga, se requiere encerramiento en tierras, es decir, instalar dos puestas a tierra, una en cada lado del sitio de trabajo de tal manera que quede un espacio de trabajo suficiente para que el trabajador realice las maniobras requeridas

En el caso del montaje básico de las puestas a tierra temporales para redes aéreas, debe hacerse de tal manera que los pies del liniero queden al potencial de tierra, y que los conductores que se conectan a las líneas tengan la menor longitud e impedancia posible, tal como se muestra en la FIGURA 90, adoptada de la guía IEEE 1048.



**Puesta a tierra en redes**

**FIGURA 90 - ENCERRAMIENTO EN TIERRAS**

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>	

Cuando se trate de redes eléctricas de uso general tales como barrajes, motores, máquinas, circuitos de acometida, entre otros, en caso de requerirse la realización de labores de mantenimiento o maniobras operativas se debe disponer de un sistema de puesta a tierra temporal que garantice la protección de las personas ante fallas inesperadas o energizaciones accidentales. Para estos casos el montaje básico de la puesta a tierra temporal, debe hacerse de tal manera que primero se realice la conexión al sistema de puesta a tierra más cercano (barra de tierra del tablero de alimentación eléctrica del circuito) y luego se efectúe la unión en cortocircuito de todas las posibles fuentes de tensión que incidan en la zona de trabajo. Ver FIGURA 99.



**FIGURA 99- PUESTA A TIERRA TEMPORAL EN BARRAJES**

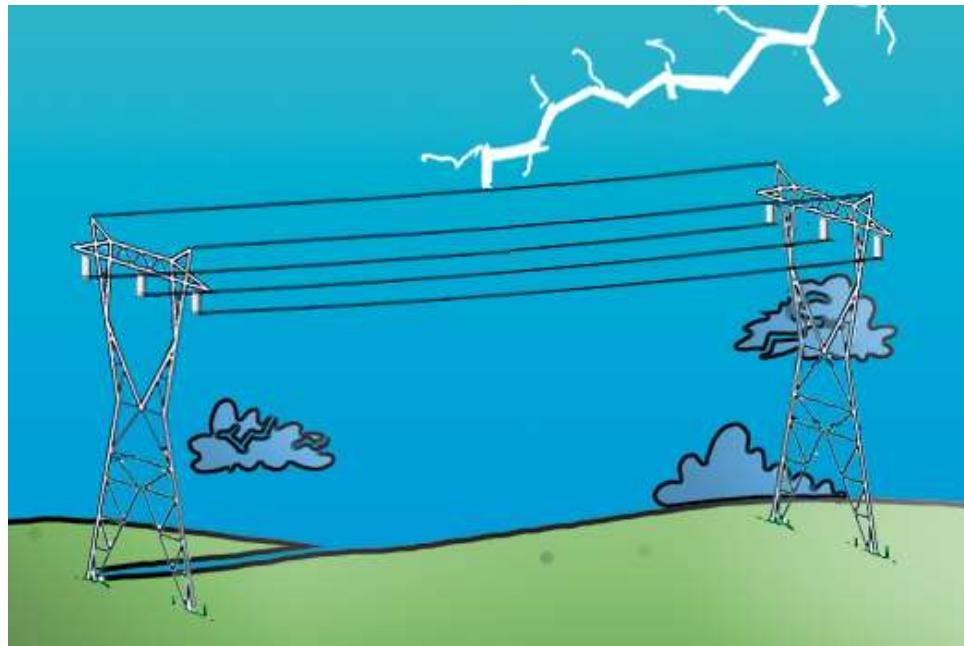
#### **4.18 REQUISITOS DE PROTECCIÓN CONTRA RAYOS**

Las descargas atmosféricas son eventos naturales cuyos parámetros son variables espacial y temporalmente. El control de la magnitud y ocurrencia de estos fenómenos escapa al alcance del hombre, pero el punto de impacto y la mitigación de sus efectos sobre la salud humana, animal, medio ambiente, así como la protección del funcionamiento de los equipos eléctricos y electrónicos, sí hace parte de las medidas que pueden adoptarse desde la ingeniería.

La mayor incidencia de rayos en el mundo se da en las tres zonas de mayor convección profunda: América tropical, África central y norte de Australia. Colombia al estar situada en zona de confluencia intertropical, presenta una de las mayores actividades de rayos del planeta y de allí la importancia de la protección contra dicho fenómeno, pues si bien los métodos desarrollados a nivel mundial se pueden aplicar, algunos parámetros del rayo son particulares para esta zona. Tales condiciones obligan a que

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>

se tomen las medidas para minimizar los riesgos por los efectos del rayo, tanto en las edificaciones como en las instalaciones eléctricas.



**FIGURA 91 - FOTO ILUSTRATIVA DE UN RAYO**

#### **4.18.1 Evaluación del nivel de riesgo frente a rayos**

La evaluación del nivel de riesgo por rayos, debe considerar la posibilidad de pérdidas de vidas humanas, pérdida del suministro de energía y otros servicios esenciales, pérdida o graves daños de bienes, pérdida cultural, así como los parámetros del rayo para la zona tropical, donde está ubicada Colombia y las medidas de protección que mitiguen el riesgo; por tanto, debe basarse en procedimientos establecidos en normas técnicas internacionales como la **IEC 62305-2**, de reconocimiento internacional o la **NTC 4552-2**.

Las instalaciones que hayan sido construidas dentro de la vigencia del RETIE, que les aplica este requisito y que requieran la implementación de medidas para controlarlo, deben darle cumplimiento en un periodo no superior a 12 meses de la entrada en vigencia de la resolución 90708 de agosto 30 de 2013.

Las centrales de generación, líneas de transmisión, redes de distribución en media tensión y las subestaciones construidas con posterioridad al 1º de mayo de 2005 deben tener un estudio del nivel de riesgo por rayos, soportado en norma técnica internacional, de reconocimiento internacional o NTC.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

También deben contar con una evaluación del nivel de riesgo por rayo, las instalaciones de uso final donde se tenga alta concentración de personas, tales como: Edificaciones de viviendas multifamiliares, edificios de oficinas, hoteles, centros de atención médica, lugares de culto, centros educativos, centros comerciales, industrias, supermercados, parques de diversión, prisiones, aeropuertos, cuarteles, salas de juzgados, salas de baile o diversión, gimnasios, restaurantes, museos, auditorios, boleras, salas de clubes, salas de conferencias, salas de exhibición, salas de velación, lugares de espera de medios de transporte masivo. Igualmente aplica a edificaciones aisladas, edificaciones con alturas que sobresalgan sobre las de su entorno y donde se tenga conocimiento de alta densidad de rayos.

La evaluación del riesgo es un elemento muy importante en el procedimiento para diseñar un sistema de protección contra rayos y especialmente en el procedimiento de selección del nivel de protección, por ello el método de evaluación debe ser efectivo y relativamente simple.

El estudio de evaluación del nivel de riesgo por rayo debe estar disponible para revisión de las autoridades de vigilancia y control.

#### **4.18.1.1 Tipo de daño y tipo de pérdida según el punto de impacto de la descarga**

De acuerdo con la norma internacional IEC 62305-2 de la Comisión Electrotécnica Internacional, en la evaluación del nivel de riesgo frente a rayos, se deben considerar cuatro aspectos importantes:

##### **Daños**

- Daños a seres vivos - D1
- Daños físicos - D2
- Fallas en sistemas eléctricos y electrónicos - D3

##### **Pérdidas**

- Pérdidas humanas - L1
- Pérdidas de servicio - L2
- Pérdidas de patrimonio cultural - L3
- Pérdidas de valor económico - L4

En la TABLA 32 tomada de la norma IEC 62305-2, se muestra cómo se interrelacionan los daños con las pérdidas.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>				
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>				
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>		

**TABLA 32- TIPO DE DAÑO Y TIPO DE PÉRDIDA SEGÚN EL PUNTO DE IMPACTO DE LA DESCARGA (TABLA TOMADA DE LA NORMA IEC 62305-2)**

PUNTO DE IMPACTO	Fuente de daño	ESTRUCTURA		SERVICIO	
		Tipo de daño	Tipo de pérdidas	Tipo de daño	Tipo de pérdidas
	Descargas en una estructura	D1 D2 D3	L1 L1,L2,L3,L4 L1,L2,L4	D1 D2	L2,L4 L2,L4
	Descargas cerca de una estructura	D3	L1,L2,L4		
	Descargas en un servicio	D1 D2 D3	L1,L4 L1,L2,L3,L4 L1,L2,L4	D2 D3	L2,L4 L2,L4
	Descargas cerca de un servicio	D3	L1,L2,L4	D3	L2,L4

## Riesgos

Valor de las pérdidas anuales probables (personas y bienes) debidas al rayo, respecto al valor total (personas y bienes) del objeto a proteger. Para cada tipo de pérdida, que puede presentarse en una estructura o servicio, debe evaluarse el riesgo correspondiente.

Los riesgos a evaluar en una estructura pueden ser los siguientes:

- Riesgo de pérdidas humanas.
- Riesgo de pérdidas de servicio público.
- Riesgo de pérdidas de patrimonio cultural.
- Riesgo de pérdidas de valor económico.

Los riesgos a valorar en un servicio pueden ser los siguientes:

- Riesgo de pérdida de servicio público.
- Riesgo de pérdida de valor económico.

### 4.18.1.2 Evaluación de riesgos

En la evaluación de riesgos deben ser considerados los siguientes elementos:

- Identificación del objeto a proteger (estructura o servicio) y sus características.
- Identificación de todos los tipos de pérdidas correspondientes a la estructura o al servicio a proteger.
- Identificación del riesgo tolerable.
- Riesgo tolerable (RT): Valor máximo del riesgo que puede admitirse para el objeto a proteger, como se muestra en la TABLA 33. (Tomada de la norma IEC 62305-2)

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

**TABLA 33- VALORES TÍPICOS DEL RIESGO TOLERABLE**

TIPOS DE PÉRDIDAS	R <sub>T</sub>
Pérdidas de vida humana o daños permanentes	10 <sup>-5</sup>
Pérdida de servicio público	10 <sup>-3</sup>
Pérdida de patrimonio cultural	10 <sup>-3</sup>

#### **4.18.2 Diseño e implementación de un sistema externo de protección contra rayos**

La protección contra rayos se debe basar en la aplicación de un Sistema Integral de Protección, conducente a mitigar los riesgos asociados con la exposición directa e indirecta a los rayos.

El diseño e implementación, debe realizarse aplicando un metodologías reconocidas por normas técnicas internacionales como la IEC 62305-3 o la NFPA 780, o la norma nacional NTC 4552, las cuales se basan en el METODO ELECTROGEOMÉTRICO. El profesional competente, encargada de un proyecto, debe incluir unas buenas prácticas de ingeniería de protección contra rayos (realizar un diseño óptimo, aplicar criterios adecuados, sustentados en normas y guías, adelantar mediciones y análisis coherentes), con el fin de disminuir sus efectos, que pueden ser de tipo electromagnético, mecánico o térmico.

Las características de un SPCR (Sistema de Protección Contra Rayos) se determinan por las condiciones de la estructura a proteger y los tipos de riesgos.

##### **4.18.2.1 Diseño**

De acuerdo con la norma IEC 62305-3 es posible un diseño optimizado, técnica y económicamente de un SPCR, especialmente si las etapas de diseño y construcción del SPCR están coordinadas con las etapas de diseño y construcción de la estructura a proteger. En estructuras existentes, el diseño de la clase y colocación del SPCR debe tener en cuenta las limitaciones correspondientes a la situación existente.

##### **4.18.2.2 Aplicación de un SPCR externo**

La parte externa de un SPCR tiene como objeto interceptar las descargas directas de rayos a la estructura, incluyendo las descargas laterales, y conducir la corriente del rayo desde el punto de impacto a la tierra. La parte externa también tiene como objeto dispersar la corriente en tierra sin que se produzcan daños térmicos o mecánicos, chispas peligrosas que puedan dar lugar a incendios o explosiones o tensiones de toque y paso que pongan en riesgo la vida de las personas, los equipos y las instalaciones.

##### **4.18.2.3 Sistemas de captura**

Los sistemas de captura pueden estar formados por cualquier combinación de los elementos siguientes:

- Varillas o puntas (incluidos mástiles separados).
- Cables de guarda.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

- Conductores enmallados.

Los captadores individuales tipo varilla deberían conectarse entre sí a nivel del techo para asegurar la equipotencialidad y la división de la corriente en las distintas bajantes.

#### **4.18.2.4 Ubicación de elementos captadores**

La instalación de los elementos captadores en una estructura, debe realizarse teniendo en cuenta los requerimientos del modelo electrogeométrico para lo cual se deben emplear metodologías determinísticas o preferiblemente probabilísticas.

#### **4.18.3 Componentes del sistema de protección contra rayos**

El sistema de protección contra rayos debe tener los siguientes componentes:

##### **4.18.3.1 Terminales de captación o pararrayos**

En la TABLA 34, adoptada de las normas IEC 62305 e IEC 61024-1, se presentan las características que deben cumplir los pararrayos o terminales de captación, construidos especialmente para este fin.

Nota: En el RETIE los terminales de captación no requieren certificación de producto, de tal manera que el constructor e inspector de la instalación verificarán solamente el cumplimiento de los requisitos dimensionales y de materiales.

Cualquier elemento metálico de la estructura que se encuentre expuesto al impacto del rayo, como antenas de televisión, chimeneas, techos, torres de comunicación y cualquier tubería que sobresalga, puede ser tratado como un terminal de captación siempre que se garantice su capacidad de conducción y continuidad eléctrica (si no cumple debe protegerse sistema de captación adicional).

Para efectos del RETIE se considera que el comportamiento de todo terminal de captación debe tomarse como el de un terminal tipo Franklin, esto implica que los llamados pararrayos ionizantes, elementos de cebado, descargadores parciales, etc., deben ser considerados como puntas convencionales y no tratados bajo su principio de operación.

En otras palabras, los sistemas que pretenden ahorrar en número de puntas, no son admitidos por la normatividad nacional e internacional y no cumplen los requerimientos del RETIE en relación con la aplicación del Modelo Electrogeométrico.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>

**TABLA 34- CARACTERÍSTICAS DE LOS TERMINALES DE CAPTACIÓN Y BAJANTES**

MATERIAL	CONFIGURACIÓN	ÁREA MÍNIMA <sup>1)</sup> (mm <sup>2</sup> )	DIÁMETROS Y ESPESORES MÍNIMOS <sup>2)</sup>
Cobre	Cinta sólida Alambre Cable Varilla	50 50 50 200	2 mm de espesor 8 mm de diámetro 1,7 mm de diámetro por hilo 16 mm de diámetro
Aluminio o aluminio recubierto de cobre	Cinta sólida Alambre Cable	70 50 50	3 mm de espesor 8 mm de diámetro 1,7 mm de diámetro por hilo
Aleación de aluminio 6201	Cinta sólida Alambre Cable Varilla	50 50 50 200	2,5 mm de espesor 8 mm de diámetro 1,7 mm de diámetro por hilo 16 mm de diámetro
Acero galvanizado en caliente o acero recubierto de cobre	Cinta sólida Alambre Cable Varilla	50 50 50 200	2,5 mm de espesor 8 mm de diámetro 1,7 mm de diámetro por hilo 16 mm de diámetro Espesor de la capa: 50 µm.
Acero inoxidable	Cinta sólida Alambre Cable Varilla	50 50 70 200	2,5 mm de espesor 8 mm de diámetro 1,7 mm de diámetro por hilo 16 mm de diámetro
Bronce	Alambre Tubo Varilla	50 50 200	8 mm de diámetro 4 mm de espesor 16 mm de diámetro
<i>Si aspectos térmicos y mecánicos son importantes, estas dimensiones se pueden aumentar a 60 mm<sup>2</sup> para cinta sólida y a 78 mm<sup>2</sup> para alambre. En las dimensiones de espesor, ancho y diámetro se admite una tolerancia de ±10 %. No se deben utilizar terminales de captación o pararrayos con elementos radiactivos.</i>			

**Nota:** Los terminales de captación no requieren Certificación de Conformidad de Producto. El constructor e inspector de la instalación verificarán el cumplimiento de los requisitos dimensionales.

Para efectos de este reglamento, el comportamiento de todo pararrayos o terminal de captación debe tomarse como el de un pararrayos tipo Franklin.

#### 4.18.3.2 Conductores de bajantes

- a. El objeto de los conductores bajantes o simplemente bajantes, es conducir a tierra, en forma segura, la corriente del rayo que incide sobre la estructura e impacta en los pararrayos. Con el fin

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>

de reducir la probabilidad de daños debido a las corrientes del rayo que circulan por el Sistema de Protección contra Rayos, las bajantes deben disponerse de tal manera que desde el punto de impacto hasta tierra existan varios caminos en paralelo para la corriente, la longitud de los caminos de corriente se reduzca al mínimo y se realicen conexiones equipotenciales a las partes conductoras de la estructura.

- b. En los diseños se deben considerar dos tipos de bajantes, unirlas directamente a la estructura a proteger o aislarlas eléctricamente de la misma. La decisión de cual tipo de bajante utilizar depende del riesgo de efectos térmicos o explosivos en el punto de impacto de rayo y de los elementos almacenados en la estructura. En estructuras con paredes combustibles y en áreas con peligro de explosión se debe aplicar el tipo aislado.
- c. La interconexión de bajantes se deben hacer en la parte superior; son opcionales la interconexión a nivel de piso y los anillos intermedios.
- d. La geometría de las bajantes y la de los anillos de unión afecta a la distancia de separación.
- e. En la TABLA 35 se dan las distancias típicas recomendadas entre los conductores bajantes y entre anillos equipotenciales, en función del Nivel de Protección contra Rayos (NPR).

**TABLA 35- DISTANCIAS SUGERIDAS PARA SEPARACIÓN DE BAJANTES Y ANILLOS**

NPR	DISTANCIA TÍPICA PROMEDIO [m]
I	10
II	10
III	15
IV	20

- f. La instalación de más bajantes, espaciadas de forma equidistante alrededor del perímetro y conectadas mediante anillos equipotenciales, reduce la probabilidad de que se produzcan chispas peligrosas y facilita la protección interna. Esta condición se cumple en estructuras totalmente metálicas y en estructuras de concreto en las que el acero de refuerzo es eléctricamente continuo.
- g. El número de bajantes no debe ser inferior a dos y deben ubicarse en el perímetro de la estructura a proteger, en función de las restricciones arquitectónicas y prácticas. Deben instalarse, en la medida de lo posible, en las esquinas opuestas de la estructura.
- h. Cada bajante debe terminar en una puesta tierra que tenga un camino vertical y otro horizontal a la corriente.
- i. Las bajantes deben instalarse, de manera que sean una continuación directa de los conductores del sistema de captación.
- j. Los conductores bajantes deben instalarse de manera rectilínea y vertical, siguiendo el camino más corto y directo a tierra. Debe evitarse la formación de bucles en el conductor bajante y de curvas de menos de 20 cm de radio.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>

- k. Las bajantes no deben instalarse en canales de drenaje de aguas, incluso si tienen un aislamiento eléctrico.
- l. Los materiales deben cumplir las especificaciones dadas en la TABLA 34
- m. Los marcos o elementos de la fachada pueden ser utilizados como bajantes, si son perfiles o rieles metálicos y sus dimensiones cumplen con los requisitos para los conductores bajantes, es decir, para láminas o tubos metálicos su espesor no sea inferior a 0,5 mm y su equipotencialidad vertical sea garantizada de tal manera que fuerzas mecánicas accidentales (por ejemplo vibraciones, expansión térmica, etc.) no causen el rompimiento de los materiales o la pérdida de equipotencialidad.
- n. La puesta a tierra de protección contra rayos debe interconectarse con las otras puestas a tierra de la edificación.

#### **4.18.3.3 Puesta a tierra para protección contra rayos**

La puesta a tierra de protección contra rayos debe cumplir los requisitos que le apliquen del apartado de puestas a tierra de este MANUAL "MASE", especialmente en cuanto a materiales e interconexión.

La configuración debe hacerse con electrodos horizontales, verticales o una combinación de ambos, según criterio de la norma IEC 62305. En la TABLA 36 se presentan los materiales aceptados para el Sistema de protección contra rayos tomada de la IEC 62305-3.

**TABLA 36- MATERIALES DE LOS SPCR Y CONDICIONES DE EMPLEO (TOMADO DE LA IEC 62305-3)**

MATERIAL	UTILIZACIÓN			CORROSIÓN		
	Al aire libre	En tierra	En hormigón	Resistencia	Aumentada por	Puede ser destruida por acoplamiento galvánico con
<b>Cobre</b>	Sólido Trenzado	Sólido trenzado como revestimiento	Sólido trenzado como revestimiento	Buenos en muchos ambientes	Compuestos sulfurosos Materiales orgánicos	-
<b>Acero galvanizado o en caliente</b>	Sólido Trenzado	sólido	Sólido Trenzado	Aceptable en aire, hormigón y en suelo normal	Alto contenido en cloruros	cobre
<b>Acero inoxidable</b>	Sólido Trenzado	Sólido Trenzado	Sólido Trenzado	Bueno en muchos ambientes	Alto contenido en cloruros	-
<b>Aluminio</b>	Sólido	No	No	Bueno en	Soluciones	Cobre

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>					
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>					
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>			

MATERIAL	UTILIZACIÓN			CORROSIÓN		
	Al aire libre	En tierra	En hormigón	Resistencia	Aumentada por	Puede ser destruida por acoplamiento galvánico con
	Trenzado	adecuado	adecuado	atmósferas con baja concentración en azufre y cloro	alcalinas	
<b>Plomo</b>	Sólido como revestimiento	Sólido como revestimiento	No adecuado	Bueno en atmósferas con alta concentración en sulfatos	Soluciones alcalinas	Cobre acero inoxidable

#### 4.18.4 Diseño del sistema de protección interno

El diseño del sistema de protección interno considera dos aspectos, el primero la protección contra las sobretensiones generadas por el rayo y el segundo la protección contra el campo electromagnético producido por la circulación de la corriente del rayo en la instalación y que puede generar fallas en los equipos eléctricos por diferencias de tensión debidas a la inductancia de los sistemas de conexión a tierra.

##### 4.18.4.1 Vulnerabilidad de los equipos en baja tensión

Los niveles de soportabilidad ante sobretensiones tipo impulso están definidos en la norma IEC 60664-1 de acuerdo con 4 categorías. Cada categoría agrupa equipos específicos teniendo en cuenta su utilización y la sensibilidad de componentes. En la TABLA 37 tomada del Anexo F de la norma IEC 60664-1, se presentan las categorías y la TABLA 38 se explican los equipos asociados con cada categoría.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>			
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>			
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>	

**TABLA 37- SOPORTABILIDAD DE EQUIPOS DE BAJO VOLTAJE ANTE SOBRETENSIONES TIPO IMPULSO**

<b>Voltaje nominal del sistema basado en IEC 60038</b>		<b>Voltaje línea neutro derivado de voltajes nominales A.C o D.C. hasta el valor indicado e incluido</b>	<b>Voltaje impulso</b>			
			<b>Categoría sobrevoltaje</b>			
<b>Trifásico</b>	<b>Monofásico</b>		<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>
[V]	[V]	[V]	[V]	[V]	[V]	[V]
50		50	330	500	800	1500
		100	500	800	1500	2500
		120 - 240	150	800	1500	2500
230/400 277/480		300	1500	2500	4000	6000
400/690		600	2500	4000	6000	8000
1000		1000	4000	6000	8000	12000

**TABLA 38- EQUIPOS DE ACUERDO CON LA CATEGORÍA DE SOBRETENSIONES**

<b>Categoría</b>	<b>Descripción</b>	<b>Observaciones</b>
<b>I</b>	Equipos con circuitos electrónicos sensibles: computadores, TV, HiFi, video, alarmas, electrodomésticos, etc.	Equipo para conectar a los circuitos donde se han tomado medidas de protección para reducir las sobretensiones
<b>II</b>	Electrodomésticos con programadores mecánicos, herramientas	Equipo de consumo de energía conectado a equipos fijos
<b>III</b>	Tableros de distribución, elementos de conmutación (suiches, aislantes, bases de conexión), conductos y sus accesorios (cables, barras de conexión, cajas de conexión, etc.)	Equipos de instalación fija
<b>IV</b>	Equipos para uso industrial y otros equipos como motores conectados permanentemente a la red. Equipo de medida, contadores, equipos de protección contra sobrecarga, dispositivos de medición remotos, etc.	Utilizados en el origen de la instalación o uso industrial

En general, de acuerdo con los niveles recomendados por la norma, los equipos son muy vulnerables dado que frecuentemente es escasa su adecuada protección contra sobretensiones. En Colombia por muchos años solo se ha protegido el transformador en el lado de alta tensión, pero con la entrada en vigencia del RETIE se ha mejorado el tema de la protección contra sobretensiones, sin embargo, la

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

tendencia actual es instalar solo un DPS en la entrada, y no se coordina la protección contra sobretensiones para los equipos de categoría I, con lo cual, ante eventos de rayo, normalmente sufren daños que representan pérdidas mayores debido a que corresponden a controles y equipos inteligentes, que generalmente son costosos o conducen a interrupciones largas.

#### **4.18.4.2 Vulnerabilidad de los equipos en media y alta tensión**

Generalmente los equipos de media y alta tensión se construyen con niveles de aislamiento normalizados, por encima de los valores señalados por el fabricante los equipos son vulnerables. La TABLA 39 y la TABLA 40 muestran los valores normalizados según la norma IEC 60071.

**TABLA 39- NIVELES DE AISLAMIENTO NORMALIZADOS PARA RANGO I - IEC 60071**

Máxima tensión asignada al equipo Um (valor r.m.s)	Tensión estándar de soportabilidad de corta duración a frecuencia industrial KV (valor r.m.s.)	Tensión estándar de soportabilidad al impulso tipo rayo KVp
<b>3.6</b>	10	20
		40
<b>7.2</b>	20	40
		60
<b>12</b>	28	60
		75
		95
<b>17.5</b>	38	75
		95
<b>24</b>	50	95
		125
		145
<b>36</b>	70	145
		170
<b>52</b>	95	250
<b>72.5</b>	140	325
<b>123</b>	185	450
	230	550
<b>145</b>	185	450
	230	550
	275	650
<b>170</b>	230	550
	275	650
	325	750

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>

Máxima tensión asignada al equipo Um (valor r.m.s)	Tensión estándar de soportabilidad de corta duración a frecuencia industrial KV (valor r.m.s.)	Tensión estándar de soportabilidad al impulso tipo rayo KVp
245	275	650
	325	750
	360	850
	395	950
	460	1050

**TABLA 40- NIVELES DE AISLAMIENTO NORMALIZADOS PARA RANGO II - IEC 60071**

Máxima tensión asignada al equipo Um (valor r.m.s)	Tensión estándar impulso maniobra				Soportabilidad al impulso estándar tipo rayo en KVp
	Aislamiento Longitudinal KVp	Fase tierra KVp	Fase Fase KVp (relación fase tierra)		
300	750	750	1.5		850
	750	850	1.5		950
362	850	850	1.5		950
	850	950	1.5		1050
420	850	850	1.6		1050
	950	950	1.5		1175
525	950	1050	1.5		1175
	950	950	1.7		1300
765	950	1050	1.6		1300
	950	1175	1.5		1425
	1175	1300	1.7		1425
					1550
					1675
					1800

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

Máxima tensión asignada al equipo Um (valor r.m.s)	Tensión estándar impulso maniobra			Soportabilidad al impulso estándar tipo rayo en KVp
	Aislamiento Longitudinal KVp	Fase tierra KVp	Fase Fase KVp (relación fase tierra)	
	1175	1425	1.7	1800
				1950
	1175	1550	1.6	1950
				2100

#### 4.18.4.3 Dispositivos de protección contra sobretensiones DPS

Un dispositivo de protección contra sobretensiones es básicamente un limitador del voltaje, que tiene el objetivo de proteger el aislamiento de los equipos eléctricos. Las sobretensiones son inevitables en los sistemas eléctricos a cualquier nivel de tensión, es por esta razón que la aplicación de DPS es fundamental y constituye uno de los aspectos críticos de diseño en los sistemas eléctricos.

Se pueden dividir los DPS en dos grupos de acuerdo con la metodología de selección y sus características: DPS para baja tensión (< 1000 V) y DPS para media y alta tensión.

##### a) Tecnologías actuales

De acuerdo con el principio de funcionamiento, los DPS pueden ser del tipo limitadores de tensión, conmutación de tensión o una combinación de ambos. Los primeros usan elementos no lineales como varistores de ZnO, diodos supresores o de avalancha, y los de conmutación usan gaps de aire, tubos de descarga, tiristores y triacs, los cuales actúan como switches cuando operan.

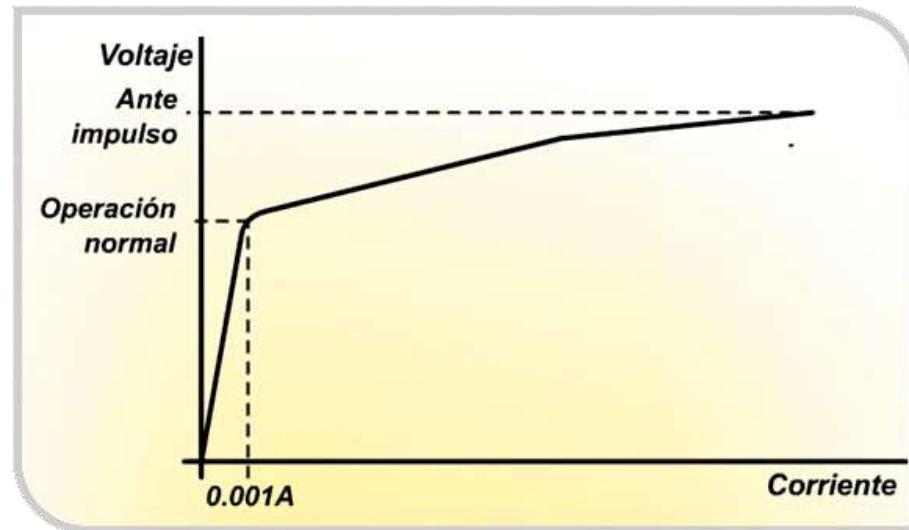
En baja, media y alta tensión, usualmente, se usan los DPS basados en varistores de ZnO; la aplicación de gaps depende del tipo de sistema y han caído en desuso con el desarrollo de los varistores de ZnO y se usa en casos especiales. Los elementos semiconductores como diodos supresores y derivados se aplican en equipos de bajo voltaje.

##### DPS de óxido de zinc (ZnO)

Estos utilizan como elementos activos varistores de óxido de zinc, ensamblados en serie, en una o más columnas. Eventualmente se usa también el óxido de Manganeso MnO.

Usualmente los varistores de ZnO tienen un comportamiento enmarcado bajo una curva característica de tensión y corriente, tal como se ilustra en la FIGURA 92.

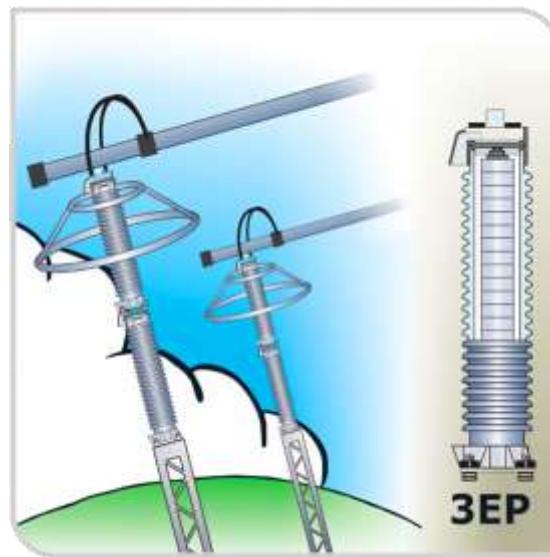
	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>



**FIGURA 92 - CURVA CARACTERÍSTICA DE VARISTORES DE ZNO**

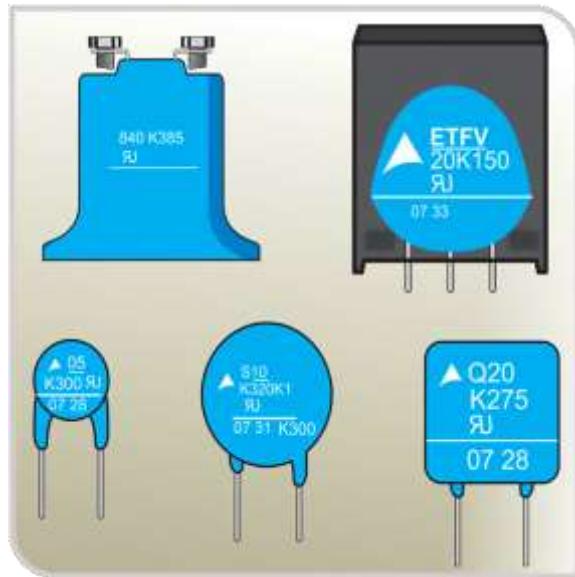
La tensión asignada de estos DPS se selecciona teniendo en cuenta las sobretensiones encontradas durante las fallas a tierra, así como también la duración de la sobretensión y la tensión máxima del sistema. La tensión residual en los bornes del DPS depende de la magnitud de la corriente de la onda incidente.

En la FIGURA 93 se muestran DPS para media y alta tensión y en la FIGURA 94 se muestran varistores típicos utilizados en DPS de baja tensión.



**FIGURA 93 - DESCARGADORES DE SOBRETENSIONES DE MEDIA Y ALTA TENSIÓN**

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>			
<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>	



**FIGURA 94 - DESCARGADORES DE SOBRETENSIONES DE BAJA TENSIÓN**

#### b) Parámetros fundamentales

Los DPS han sido clasificados por diversas normas en las cuales se usan diferentes parámetros para su especificación. A continuación se hace una recopilación de los parámetros fundamentales de acuerdo con IEEE e IEC en la TABLA 41:

**TABLA 41- PARÁMETROS FUNDAMENTALES DE UN DPS**

Parámetro	Descripción
<b>Tensión máxima de operación continua</b>	Valor máximo de tensión rms o dc que soporta continuamente en terminales el DPS en condiciones de operación normal
<b>Nivel de protección – Tensión residual</b>	Es el valor de tensión que garantiza el DPS en terminales para la prueba con onda 8/20 a corriente de descarga nominal
<b>Característica temporal</b>	Tensión máxima permisible rms a frecuencia industrial para la cual está diseñado el DPS para operar correctamente bajo sobretensión temporal por un tiempo determinado (10s)
<b>Corriente nominal de descarga</b>	Valor pico de impulso de corriente para el cual está dimensionado el DPS de acuerdo con el protocolo de pruebas que cumple
<b>Corriente máxima de descarga - Energía</b>	Valor pico de corriente máxima onda 8/20 - 10/350 que puede descargar el DPS de forma segura este parámetro está relacionado con la energía que puede disipar el DPS en un intervalo de tiempo.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

### c) Clasificación de los dispositivos de protección contra sobretensiones

La clasificación de un DPS está ligada al esquema de selección y coordinación, los cuales definen cada norma en particular. Las principales referencias normativas en cuanto a DPS son la IEEE, IEC y UL. A continuación se presenta la clasificación de los DPS de acuerdo con las normas mencionadas.

#### ➤ **Clasificación para DPS en baja tensión según norma IEC 61643-1**

La clasificación bajo IEC considera en primer lugar como aspecto fundamental la clase de prueba y en segundo lugar el tipo de tecnología y aspectos de montaje.

Las clases de prueba están relacionadas con el tipo de corriente que enfrentan los DPS y estas se relacionan con las zonas de protección.

##### ✓ **DPS Clase I**

Los DPS de esta clase se usan en las interfas es de una zona expuesta a corrientes directas o parciales de rayo y una zona no expuesta a corrientes directas o parciales de rayo.

Son probados con corriente de impulso con formas de onda 10/350  $\mu$ s y la prueba de tensión residual para los DPS de tipo limitación de tensión clase I se hace con onda 8/20  $\mu$ s.

##### ✓ **DPS Clase II**

Para esta clase los DPS se prueban con impulso de corriente 8/20  $\mu$ s correspondiente. Los DPS de esta clase están diseñados para manejar corrientes inducidas o atenuadas por los DPS clase I.

El valor de la corriente de prueba depende del punto de instalación y del nivel de protección requerido en la instalación.

##### ✓ **DPS Clase III**

Son probados con generador de onda combinada, tensión de circuito abierto 1.2/50  $\mu$ s y corriente de cortocircuito 8/20  $\mu$ s. Los DPS de esta clase están enfocados al equipo final.

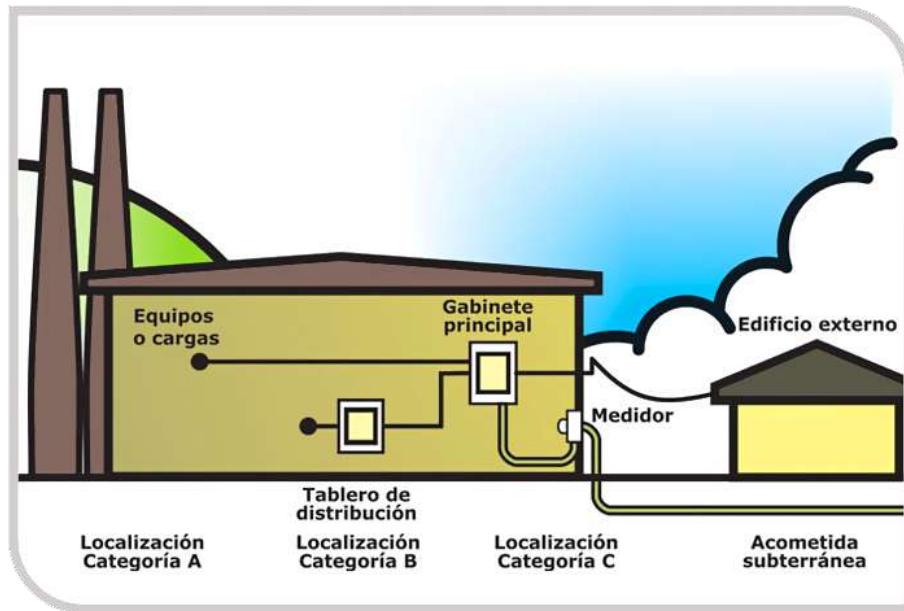
#### ➤ **Clasificación para DPS en baja tensión según norma IEEE C62.41**

Las normas IEEE frente al tema de DPS en baja tensión se enfocan en describir, parametrizar y hacer recomendaciones prácticas sobre las sobretensiones en los sistemas eléctricos de baja tensión y su control. Las normas definen dos escenarios que consideran los eventos con la corriente de rayo.

##### ✓ **Escenario I**

Considera el evento de rayo que afecta la estructura desde eventos ocurridos en el cableado externo. De acuerdo con el escenario I, se establecen las categorías de localización producto de una identificación basada en registros de las sobretensiones en diferentes puntos de una instalación. En la FIGURA 95 se ilustra el concepto de las zonas de localización.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b> <b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>	



**FIGURA 95 - IDENTIFICACIÓN DE LUGARES DE ACUERDO CON CATEGORÍAS DE LOCALIZACIÓN IEEE**

#### **Categoría A**

Se refiere a equipo final, todas las salidas de más de 10 m de la categoría B y más de 20 m de la categoría C. En la TABLA 42 y en la TABLA 43 se muestran los parámetros recomendados para prueba y selección de DPS de esta categoría.

#### **Categoría B**

Comprende tableros secundarios, circuitos alimentadores y circuitos ramales cortos, barrajes y alimentadores en sistemas industriales, salidas de alta potencia cercanas a los tableros principales, sistemas de alumbrado en edificios o instalaciones grandes. En la TABLA 42 y en la TABLA 43 se muestran los parámetros recomendados para prueba y selección de DPS de esta categoría.

**TABLA 42- VALORES MÁXIMOS DE TENSIÓN Y CORRIENTE ESPERADOS EN CATEGORÍAS DE LOCALIZACIÓN A Y B PARA FORMA DE ONDA OSCILATORIA 0.5 µs – 100 kHz (RING WAVE)  
GUÍA PARA PRUEBA Y SELECCIÓN DE DPS**

Categoría de Localización	Valores pico	
	Voltaje [KV]	Corriente [kA]
A	6	0.2
B	6	0.5

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>

**TABLA 43- VALORES MÁXIMOS DE TENSIÓN Y CORRIENTE ESPERADOS EN CATEGORÍAS DE LOCALIZACIÓN A Y B PARA FORMA DE ONDA COMBINADA 1.2/50  $\mu$ s – 8/205  $\mu$ s GUÍA PARA PRUEBA Y SELECCIÓN DE DPS**

Categoría de Localización	Valores pico	
	Voltaje [KV]	Corriente [kA]
A	6	0.5
B	6	3

### Categoría C

Esta categoría se enfoca en el punto de entrada de la acometida o tablero principal proveniente del transformador de la red de media tensión, comprende los conductores y equipo de entrada como contador, líneas subterráneas y alimentadores que van hacia otras estructuras y hacia tableros principales. Esta categoría presenta dos niveles de exposición los cuales consideran el nivel de riesgo dependiente de la actividad atmosférica del área.

En la TABLA 44 se presenta los parámetros recomendados para prueba y selección de DPS de esta categoría.

**TABLA 44- PRUEBAS PARA ESCENARIO I PARA DPS CATEGORÍA DE LOCALIZACIÓN C**

Exposición	Pruebas estándar		Prueba opcional <b>100 kHz onda oscilatoria (ring wave)</b>
	Generador voltaje <b>1.2/50 <math>\mu</math>s</b>	Generador de corriente <b>8/20 <math>\mu</math>s</b>	
	Mínimo voltaje de circuito abierto aplicado al DPS	Corriente que debe manejar el DPS	
Baja	6 KV	3 kA	6 KV
Alta	10 KV	10 kA	6 KV

### ✓ Escenario II

Este escenario es tratado con detalle en el Anexo A de la norma IEEE C62.41.2 y considera el evento de impacto de impacto directamente sobre la estructura o muy cerca de ella.

La norma IEEE hace una propuesta basada en pruebas llevadas a cabo por fabricantes, en las cuales se ha encontrado un factor de 10 en relación con la prueba de impulso para evaluación de la capacidad energética.

En la TABLA 45 se muestra lo propuesto por IEEE en el Anexo A de la IEEE C62.41.2.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>

**TABLA 45- PRUEBAS PARA DPS EN LUGARES DE SALIDA ESCENARIO II**

Exposición	Todas las tecnologías DPS con onda de prueba 10/350 $\mu\text{s}$	Alternativa DPS con onda de prueba <sup>a</sup> 8/20 $\mu\text{s}$
<b>1</b>	2 kA	20 kA
<b>2</b>	5 kA	50 kA
<b>3</b>	10 kA	100 kA
<b>X</b>	Menor o mayor en acuerdo entre las partes	

<sup>a</sup> El alcance de esta prueba está limitado a DPSs en los lugares de salida.  
<sup>b</sup> Los valores indicados aplican por fase  
<sup>c</sup> Un factor de escala de 10 ha sido empíricamente establecido para valores pico de ondas 10/350 y 8/20 en el caso de DPSs tipo MOV. Para las otras tecnologías no han sido determinados factores.

➤ **Clasificación para DPS en media y alta tensión según norma IEC 60099**

La norma IEC 60099-4 clasifica los pararrayos según las corrientes nominales de descarga de acuerdo con lo indicado en la TABLA 46.

**TABLA 46- CLASIFICACIÓN DE PARARRAYOS SEGÚN IEC 60099-4**

Corriente nominal de descarga [kA]	Tensión asignada Ur [KVrms]
<b>20</b>	360 < Ur ≤ 756
<b>10</b>	3 < Ur ≤ 360
<b>5</b>	Ur ≤ 132
<b>2.5</b>	Ur ≤ 36
<b>1.5</b>	bajo consideración

➤ **Clasificación para DPS en media y alta tensión según norma IEEE C62.11**

La norma IEEE Std. C62.11 clasifica los pararrayos de acuerdo con la corriente de descarga al impulso tipo rayo de acuerdo con lo indicado en la TABLA 47.

**TABLA 47- CLASIFICACIÓN DE PARARRAYOS SEGÚN IEEE STD. C62.11**

Clasificación (tensión máxima del sistema)	Valor del impulso [kA]
<b>Estación (800 KV)</b>	20
<b>Estación (550 KV)</b>	15
<b>Estación (&lt; 550 KV)</b>	20

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>

<b>Clasificación (tensión máxima del sistema)</b>	<b>Valor del impulso [kA]</b>
<b>Intermedio (3 – 120 KV)</b>	5
Distribución: (1 – 30 KV) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Trabajo pesado</li> <li>• Trabajo normal</li> <li>• Trabajo liviano</li> </ul>	10 5 5
<b>Secundarios</b>	1,5

### **Clasificación de DPS de distribución**

Los DPS de distribución se clasifican en tres clases:

- Trabajo pesado: DPS usado para proteger sistemas de distribución aéreos expuestos a altas corrientes de rayo.
- Trabajo ligero: DPS generalmente instalado y usado para proteger sistemas de distribución subterráneos, donde la mayor parte de la corriente rayo es descargada por un pararrayos localizado en el punto de unión entre la línea aérea y el cable.
- Trabajo normal: DPS generalmente usado para proteger sistemas de distribución aéreos expuestos a corrientes normales de rayo. En la siguiente tabla se presenta una comparación de los requerimientos básicos para la clasificación de los pararrayos.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>

**TABLA 48- COMPARACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS DIFERENTES TIPOS DE PARARRAYOS**

Característica	Clase de pararrayos		
	Distribución	Intermedio	Subestación
<b>Rango de Voltaje Nominal</b>	<b>1 – 30 KV</b>	<b>3 – 12 KV</b>	<b>3 – 664 KV</b>
Característica de protección aprox. (a 10 kA) [p.u. del rango del pararrayos]	3.5 p.u.	3.0 p.u.	2.17 p.u.
<b>Corriente de descarga</b>	<b>Trabajo Normal</b>	<b>Trabajo Duro</b>	
<b>Alta corriente, corta duración</b>	<b>65 kA</b>	<b>100 kA</b>	<b>65 kA</b>
Ciclo de trabajo	5 kA	10 kA	5 kA 10 kA (>550 KV) 15 kA (550 KV) 20 kA (800 KV)
<b>Baja corriente, larga duración</b>	<b>75 A</b>	<b>250 A</b>	<b>Realizar prueba de descarga de línea</b>
Alivio de presión: Alta corriente Baja corriente	No se requiere	16.1 kA 400 – 600 A	40 – 65 kA 400 – 600 A

#### 4.18.5 Requerimientos para protecciones contra sobretensiones

Se establecen los siguientes requisitos para instalación de DPS, tomados del RETIE en el apartado 17.6.

##### 4.18.5.1 Requisitos de instalación

- Toda subestación (transformador) y toda transición de línea aérea a cable aislado de media, alta o extra alta tensión, deben disponer de DPS. En los demás equipos de media, alta o extra alta tensión o en redes de baja tensión o de uso final, la necesidad de DPS dependerá del resultado de una evaluación técnica objetiva del nivel de riesgo por sobretensiones transitorias a que pueda ser sometido dicho equipo o instalación. Tal evaluación técnica, deberá hacerla el responsable del diseño de la instalación, para lo cual deberá tener en cuenta entre otros los siguientes factores:
  - El uso de la instalación,
  - La coordinación de aislamiento,
  - La densidad de rayos a tierra,
  - Las condiciones topográficas de la zona,
  - Las personas que podrían someterse a una sobretensión
  - Los equipos a proteger.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

En subestaciones de distribución al interior de edificios, el diseñador evaluará y justificará la posibilidad de instalar sólo los DPS en la transición a la acometida subterránea y no en el transformador.

Para la instalación de un DPS se debe tener en cuenta que la distancia entre los bornes del mismo y los del equipo a proteger debe ser lo más corta posible, de tal manera que la inductancia sea mínima.

- Para efectos de seguridad, la instalación de los DPS debe ser en modo común, es decir, entre conductores activos y tierra.
- Cuando se requieran DPS, se debe dar preferencia a la instalación en el origen de la red interna, es decir, en la fuente de suministro eléctrico. Se permite instalar DPS en interiores o exteriores, pero deben ser inaccesibles para personas no calificadas.

Se permite que un bloque o juego de DPS proteja varios circuitos. Cuando se instalen varias etapas de DPS, debe aplicarse una metodología de zonificación y deben coordinarse por energía y no sólo por corriente.

- No se deben instalar en redes eléctricas de potencia DPS construidos únicamente con tecnología de conmutación de la tensión (tipo gap).
- La capacidad de cortocircuito del DPS debe estar coordinada con la capacidad de falla en el nodo donde va a quedar instalado.
- En baja tensión los conductores de conexión a la red y a tierra no deben ser de calibre inferior a 14 AWG en cobre. En media, alta y extra alta tensión los conductores de conexión a la red y a tierra no deben ser de calibre inferior a 6 AWG.

#### **4.18.5.2 Requisitos de producto**

Los siguientes requisitos para DPS, que deben ser respaldados con una certificación, fueron adaptados de las normas IEC 61643-1, IEC 60099-1, IEC60099-4, UL 1449, IEEE C62.41-1, IEEE C62.41-2 e IEEE C62.45:

- Los DPS utilizados en media, alta y extra alta tensión con envolvente en material de porcelana, deben contar con algún dispositivo de alivio de sobrepresión automático que ayude a prevenir la explosión del equipo.
- Los DPS utilizados en media tensión con envolvente en material polimérico, deben contar con algún dispositivo externo de desconexión en caso de quedar en cortocircuito.
- Bajo ninguna condición los materiales constitutivos de la envolvente del DPS deben entrar en ignición.
- En caso de explosión del DPS, el material aislante no debe lanzar fragmentos capaces de hacer daño a las personas o equipos adyacentes. En baja tensión, este requisito se puede reemplazar por un encerramiento a prueba de impacto.
- Marcación: Los parámetros básicos que debe cumplir un DPS de baja tensión y que deben estar a disposición del usuario, en el equipo o en catálogo, son:
  - Corriente nominal de descarga, que en ningún caso será menor a 5 kA por módulo, para DPS instalados en el inicio de la red interna.
  - Tensión nominal, según la red eléctrica en que se instalará.
  - Máxima tensión de operación continua, que debe ser mayor o igual a 1,1 veces la tensión máxima del sistema en régimen permanente.
  - El nivel de protección en tensión, que debe ser menor que el nivel básico de aislamiento.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

**Parágrafo 1:** Para DPS de tensión nominal superior a 66 KV, el certificado de producto expedido por un organismo de certificación de producto, se podrá sustituir por la declaración escrita del fabricante, donde señale que cumple los requisitos exigidos en el RETIE, acompañada de las pruebas tipo realizadas en un laboratorio reconocido.

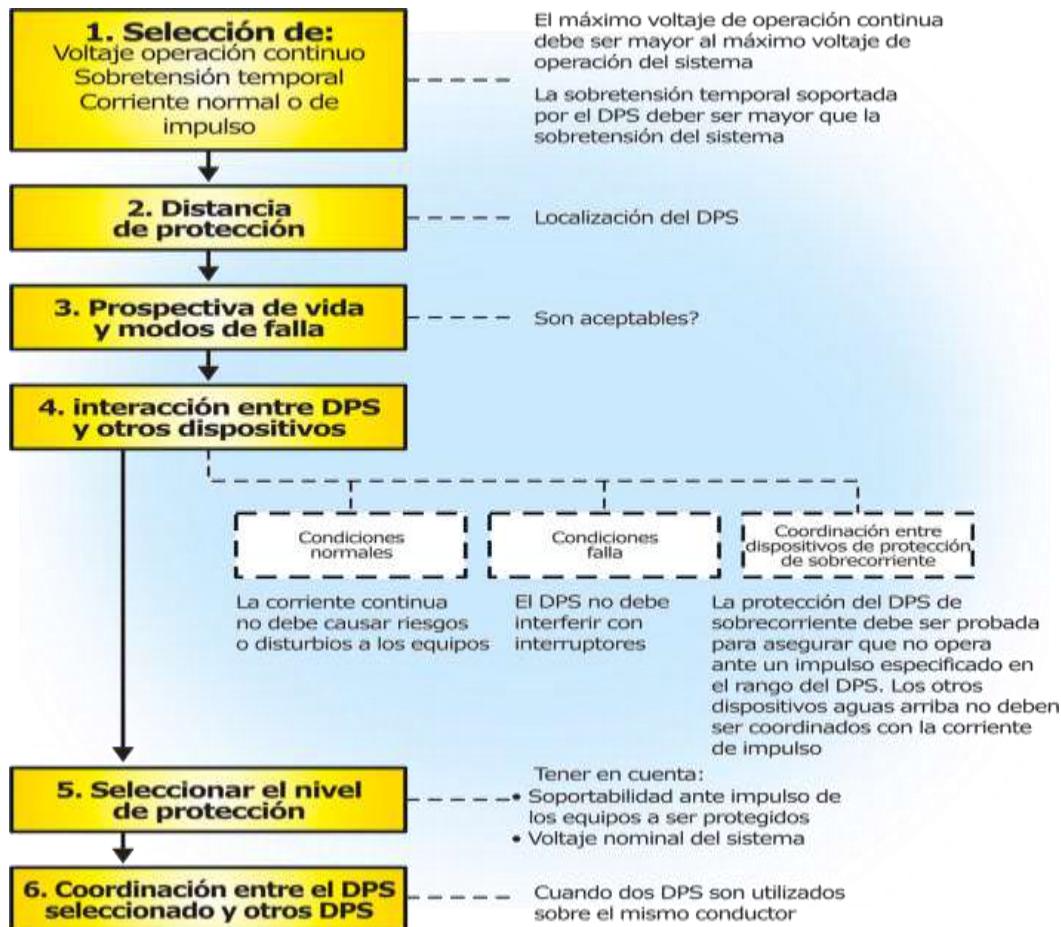
**Parágrafo 2:** Las puntas o terminales de captación del rayo, las bayonetas y cuernos de arco, clasificadas como dispositivos de protección de sobretensiones, no requieren demostrar la conformidad con certificado de producto, el constructor y el inspector de la instalación verificará que se cumplan los requisitos dimensionales y de materiales contemplados en el Artículo 18º del RETIE.

#### **4.18.6 Selección y coordinación de dispositivos de protección contra sobretensiones**

##### **4.18.6.1 Selección de DPS para baja tensión**

La selección de un DPS para baja tensión está relacionada con la filosofía de la norma que se aplique, sin embargo, los parámetros fundamentales son similares independientemente del tipo de ensayos que cumpla el DPS, a continuación en la FIGURA 96 se dan las pautas generales para la selección.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b> <b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>	



**FIGURA 96 - PROCEDIMIENTO PARA LA SELECCIÓN DE DPS IEC 61643-12**

#### a) Tensión de operación continua

En general se debe escoger el voltaje de operación continuo teniendo en cuenta el tipo de conexión de neutro del sistema. Para sistemas sólidamente aterrizados es usual escoger como 1.1 veces la tensión máxima de operación del sistema, para sistemas aislados, debe ser superior a la tensión máxima línea del sistema. En la

TABLA 49 se presentan los valores recomendados de acuerdo al tipo de sistema.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>				
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>				
	Código <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>		<b>Versión: 2</b>	

**TABLA 49- MÍNIMO VOLTAJE DE OPERACIÓN CONTINUO DE DPS PARA VARIOS TIPOS DE SISTEMAS ELÉCTRICOS**

DPS conectado entre:	Configuración del sistema				
	TT	TT-C	TN-S	IT con neutro distribuido	IT con neutro distribuido
<b>Cada fase y neutro</b>	1.1 $U_o$	NA	1.1 $U_o$	1.1 $U_o$	NA
<b>Cada fase y tierra</b>	1.1 $U_o$	NA	1.1 $U_o$	$\sqrt{3} \times U_o$ ver nota 3	Voltaje línea a línea ver nota 3
<b>Neutro y tierra</b>	$U_o$ ver nota 3	NA	$U_o$ ver nota 3	$U_o$ ver nota 3	NA
<b>Cada fase y el conductor de tierra-neutro PEN</b>	NA	1.1 $U_o$	NA	NA	NA

NA: no aplica  
Nota 2  $U_o$  es el voltaje línea neutro del sistema de baja tensión  
Nota 3 Estos valores están asociados al peor caso de falla, la tolerancia de 10% no se considera  
Nota 4 En sistemas tipo IT extensos, valores elevados de  $U_c$  pueden ser necesarios

### b) Sobretensión temporal

Debido a que en baja tensión la operación de las protecciones es más lenta, se recomienda que el DPS tenga un valor tolerable a sobretensiones temporales superior a los tipos de sobretensiones con mayor probabilidad que en general son por fallas a tierra. Debe tenerse en consideración que la sobretensión temporal por pérdida del neutro no se considera para selección de DPS. En la TABLA 50 se presentan los valores recomendados para sobretensiones temporales de acuerdo al tipo de sistema.

**TABLA 50- VALORES DE PRUEBA TÍPICOS TOV**

Aplicación	Valores de prueba típicos	
	para 5s	para 200ms
<b>DPSs conectado a sistema</b>		
<b>TN</b>		
Conectado entre L - PE ó L-N	1.32 $U_{cs}$	
Conectado entre N - PE		
<b>TT</b>		
Conectado L - PE	1.55 $U_{cs}$	1200+ $U_{cs}$
Conectado L - N	1.32 $U_{cs}$	
Conectado N - PE		1200
<b>IT</b>		

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>

<b>Aplicación DPSs conectado a sistema</b>	<b>Valores de prueba típicos</b>	
	<b>para 5s</b>	<b>para 200ms</b>
Conectado L - PE		1200+U <sub>cs</sub>
Conectado L - N	1.32 U <sub>cs</sub>	
Conectado N - PE		1200
U <sub>cs</sub> =1.1 U <sub>o</sub> = 1.1 x Voltaje línea neutro del sistema		

### c) Corriente nominal o de impulso

Para DPS en escenario II de acuerdo con la norma IEC 62305 el valor de la corriente de impulso depende del nivel de protección que arroja la evaluación del riesgo en la cual se habla de 5 y 10 kA con onda 10/350 µs y cuando se tiene acometida apantallada los valores se reducen a la mitad. En la norma IEC 61643 se recomienda asumir 12.5 kA cuando se tiene sistema de apantallamiento externo y no es posible determinar la corriente por fase que manejará el DPS.

En la norma NFPA 780-2008, en el numeral 4.18.3.1.2, se recomienda que el DPS en la entrada de la acometida debe tener una Imax como mínimo de 40 kA 8/20 µs ó una corriente nominal de 20 kA 8/20 µs, ambos valores son por fase. Para los equipos de comunicaciones se recomienda como mínimo 10 kA 8/20 µs de corriente máxima.

Para DPS en escenario I, la norma IEC presenta valores de acuerdo al nivel de protección para impactos cercanos a la acometida o estructura desde 1 kA 8/20 us hasta 5 kA 8/20 µs, la norma IEEE por su parte para la categoría B recomienda 3 kA 8/20 µs como parámetro máximo esperado y en la categoría C recomienda 3 kA 8/20 µs para baja exposición y 10 kA 8/20 µs para alta exposición.

En la TABLA 51 se presenta una recomendación basada en la experiencia para la selección de la corriente nominal.

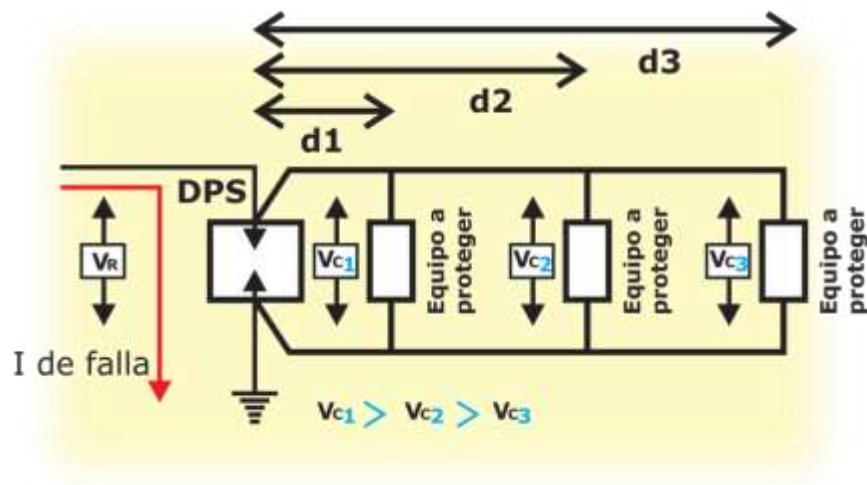
**TABLA 51- VALORES PRÁCTICOS RECOMENDADOS PARA CORRIENTE NOMINAL 8/20 µs**

<b>Riesgo</b>		<b>Categoría de Localización</b>		
<b>Riesgo por tipo de instalación y apantallamiento acometidas</b>	<b>Riesgo IEC 62305</b>	<b>C</b>	<b>B</b>	<b>A</b>
<b>Corriente nominal/máxima 8/20 µs por fase</b>				
<b>Alto</b>	Alto NPR I Medio NPR II Bajo NPR III y IV	100kA/200kA	40kA/80kA	20kA/40kA
		60kA/125kA	30kA/60kA	10kA/20kA
		40kA/80kA	20kA/40kA	7kA/15kA
		25kA/50kA	15kA/30kA	5kA/10kA
		20kA/40kA	10kA/20kA	2kA/4kA
		10kA/20kA	5kA/10kA	1kA/2kA

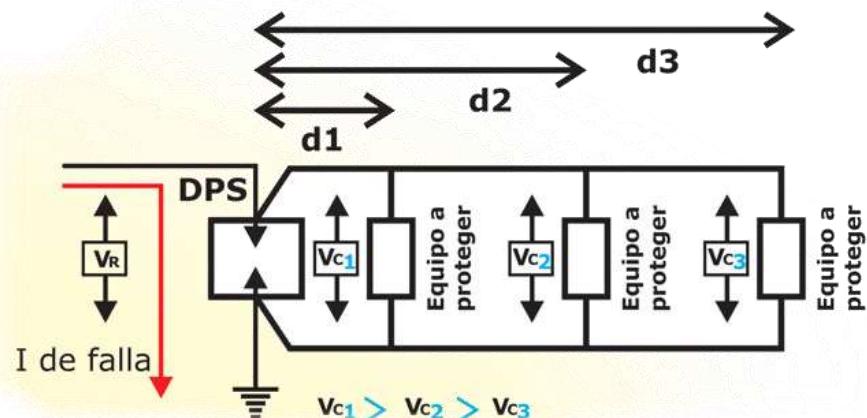
	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b> <b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>	

#### d) Distancia de protección

Si bien el RETIE exige que la instalación del DPS debe ser como se indica en la FIGURA 97, lo cual da la "ventaja técnica" del nivel de protección, aplicar el esquema para cada equipo puede resultar muy costoso por lo cual normalmente se instalan los DPS para proteger varios equipos de acuerdo a una distancia de protección que puede ser estimada por simulaciones o fórmulas simplificadas. Cuando se protegen varios equipos con un solo DPS se tiene la "ventaja económica" (Ver FIGURA 98), sin embargo, se puede disminuir el nivel de protección.



**FIGURA 97 - MONTAJE DE DPS, VENTAJA TÉCNICA**



**FIGURA 98 - MONTAJE DE DPS, VENTAJA ECONÓMICA**

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

#### e) Nivel de protección

El nivel de protección debe seleccionarse por debajo del nivel de protección del sistema o equipo considerado para la protección. Cuando un DPS proteja varios equipos se debe calcular la máxima distancia en la que el DPS garantiza una sobretensión por debajo del BIL del equipo. El nivel de protección está especificado para la corriente nominal del DPS y usualmente se expresa en voltios.

#### f) Protección contra cortocircuito

En un DPS al ocurrir una falla no se debe interferir con el sistema, es decir, afectar la confiabilidad, por lo tanto, deben estar equipados con protección de sobrecorriente, la cual debe ser coordinada con las protecciones aguas arriba para no causar disparo de los dispositivos de protección del sistema. Adicionalmente es muy importante que los conductores entre el DPS y el sistema soporten las condiciones de cortocircuito, lo cual significa que si el DPS queda en falla no exista riesgo de incendio del cableado. Esta característica debe ser verificada para evitar problemas o deficiencias en la instalación del DPS.

#### 4.18.6.2 Coordinación de DPS en baja tensión

La coordinación de DPS debe realizarse por dos razones que se describen a continuación.

- En general en redes de baja tensión hay diferentes tensiones de soportabilidad para cada grupo de equipos desde el contador, barras, conductores, tomacorrientes y equipo final, condición que hace que se requieran otros DPS para garantizar los niveles de protección adecuados. Por lo descrito es generalmente poco útil instalar solamente DPS en la entrada de la instalación, porque seguramente éstos protegerán las barras del tablero de circuitos a unos metros aguas abajo pero los equipos finales estarán desprotegidos.
- Se podría argumentar que sólo es necesario instalar DPS en el equipo final de la instalación, sin embargo, esto permite que grandes corrientes circulen por los cableados, lo cual no es apropiado. Se busca con los DPS drenar la mayor cantidad de corriente en la entrada y disminuir las corrientes que se filtran hacia el cableado interno.

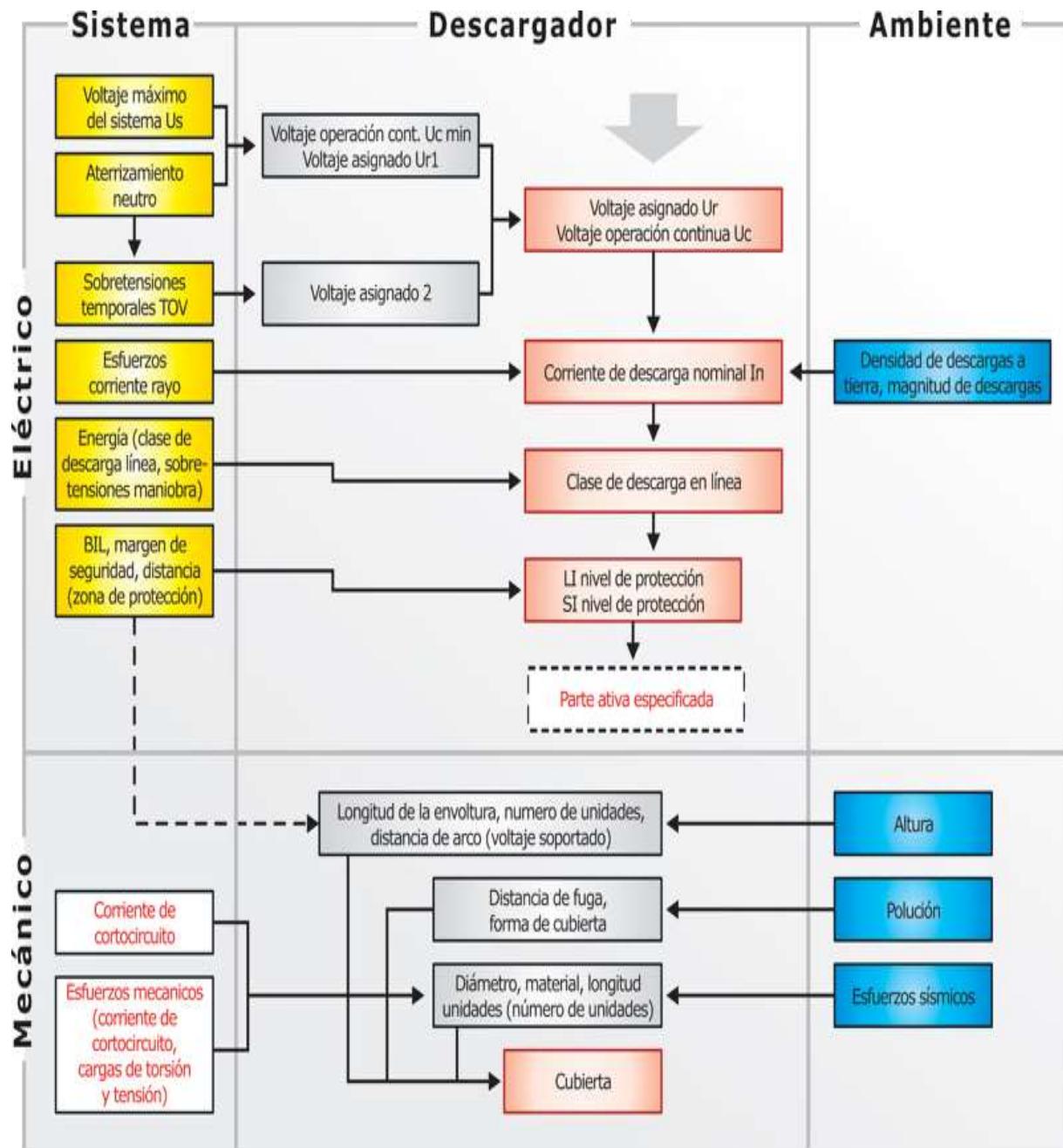
La norma IEC 61643 - 12 presenta las siguientes conclusiones para efectuar coordinación entre dos DPS tipo ZnO, descritas a continuación en 4 pasos:

- Identificar las sobretensiones esperadas en ausencia de DPS.
- Seleccionar el DPS1 (fuente de alimentación) para que soporte los esfuerzos. Cuando no es posible obtener información en el numeral 1, se debe dimensionar el DPS de manera que satisfaga las consideraciones de riesgo y consideraciones de seguridad, se sugiere considerar los máximos valores recomendados por las normas.
- El DPS2 (equipo) debe ser seleccionado de acuerdo con las características de protección deseadas.
- Para la coordinación por corriente y energía, se debe usar preferiblemente un programa de simulación de sistemas de potencia que incluya el análisis de distintos escenarios de sobretensiones en la red eléctrica.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b> <b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>	

#### 4.18.6.3 Selección de DPS para media y alta tensión

En la FIGURA 99 se resume el procedimiento para seleccionar un descargador de sobretensiones para media y alta tensión.



	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>

### **FIGURA 99 - SELECCIÓN DE DESCARGADORES DE SOBRETENSIÓN PARA MEDIA Y ALTA TENSIÓN**

La selección de los descargadores de media y alta tensión difiere respecto al caso de baja tensión en varios aspectos:

- En general se tiene un BIL uniforme, por lo que para cada zona de BIL se usan descargadores con características similares, tanto en nivel de protección como en corriente nominal.
- Se requiere protección contra sobretensiones por maniobra, por lo tanto, no se habla solamente de nivel de protección contra rayo sino que también se requiere un nivel de protección para maniobra.
- Los descargadores se seleccionan teniendo en cuenta los mayores esfuerzos (energía) de acuerdo a la clase de descarga de línea y las distancias de separación son muy amplias y por tanto se tienen desacoplos inductivos importantes.

#### **a) Tensión de operación continuo $U_c$**

El voltaje de operación continuo se calcula:

- Para sistemas con neutro sólidamente aterrizado.
- Para sistemas con neutro resonante o aislado.

#### **b) Corriente de descarga nominal y clase de descarga de línea**

La norma IEC describe en la TABLA 46 las corrientes estándar a usar de acuerdo al nivel de tensión, estos valores son de referencia y su objetivo principal es especificar requerimientos para pruebas. Debe tenerse en cuenta que siempre es necesario hacer el análisis de los parámetros del rayo en la zona de aplicación de los descargadores.

De acuerdo a la norma IEC 60099-5 se deben considerar los siguientes aspectos para la selección de la corriente nominal de descarga:

- Grado de protección requerido, mayores corrientes de descarga aumentan la confiabilidad de la protección.
- Número de líneas conectadas durante la operación del descargador.
- Aislamiento de la línea.
- Probabilidad de los parámetros del rayo en la zona, específicamente corriente.

#### **4.18.6.4 Coordinación de DPS para media y alta tensión**

Para la coordinación en alta tensión se deben tener en cuenta los siguientes puntos:

- Los descargadores ubicados en la entrada de los campos de línea deben ser siempre dimensionados considerando los parámetros más críticos y generalmente éstos deben tener más capacidad energética que los descargadores al interior de la subestación.
- La soportabilidad a frecuencia industrial es vital debido a la gran probabilidad de fallas a tierra, por lo cual se debe considerar el tiempo de falla más crítico en el sistema cuando se calcula la energía que consumirán los descargadores. Para este aspecto no interesan las distancias y todos los descargadores, sin importar su corriente nominal, deben ser verificados en este aspecto.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>

- Se recomienda siempre hacer una verificación de la coordinación mediante simulaciones en un programa de simulación de sistemas eléctricos de potencia con parámetros críticos en cuanto a interruptores abiertos a fin de que los descargadores experimenten mayores esfuerzos, tanto en maniobras como en rayos.

#### **4.18.7 Consideraciones especiales para áreas clasificadas**

En áreas clasificadas el riesgo de explosión es latente y es necesario adoptar medidas muy rigurosas para su control debido principalmente a que no se pueden admitir chispas. Todo equipo o sistema orientado a protección en estas áreas debe ser diseñado para que no se presenten chispas que puedan originar incendios o explosiones.

##### **4.18.7.1 Sistema de protección externo**

###### **a) Puesta a tierra**

Se recomienda que el esquema de puesta a tierra sea el de interconexión de los electrodos a nivel de suelo formando anillos equipotenciales y que el valor de resistencia de puesta a tierra sea el menor posible.

###### **b) Equipotencialización**

Se debe implementar un fuerte esquema de equipotencialización entre todos los componentes del sistema de protección y todo elemento conductor teniendo en cuenta los siguientes puntos:

- En zonas donde se tengan atmósferas explosivas se debe implementar la equipotencialización de todo elemento metálico.
- En las zonas donde hay atmósferas explosivas es requerido que todo elemento metálico esté equipotencializado sin falta, cuando se tenga elementos metálicos móviles deberá implementarse un sistema de descarga de carga electrostática o bien equipotencialización con elementos conductores flexibles.
- Los tanques de almacenamiento de líquidos inflamables deben ser unidos al sistema de puesta a tierra, en un punto para tanques menores a 20 m en altura o diámetro y en dos puntos opuestos para tanques mayores a 20 m.

###### **c) Bajantes y cableado del sistema de protección externo**

Las bajantes deber ser instaladas teniendo en cuenta los siguientes puntos:

- Deben estar a más de 1 m de las áreas clasificadas, donde no sea posible los conductores deberán ser continuos y en caso de uniones deberán ser soldadas o realizadas mediante conectores certificados de tipo compresión instalados con el equipo adecuado de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.
- Cuando las bajantes y los cableados del sistema de protección se deban instalar sobre techos o paredes con materiales combustibles deberá garantizarse una separación de 0.1 m mediante elementos no conductores y se recomienda usar cableado aislado como mínimo a 600 V.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

#### **d) Elementos de captación**

Los elementos de captación deben cumplir con los requisitos de materiales expuestos en la Tabla 34, no se recomienda usar sistemas no convencionales para la captación debido al riesgo de falla.

Cuando existan chimeneas y estructuras que requieran cables a modo de viento para su estabilidad se debe verificar que estos cables cumplan con las tablas indicadas, en caso de no poseer el espesor mínimo recomendado deben ser cambiados o reforzados para evitar que puedan ser fundidos por la corriente de rayo y ocasionar una explosión o fuego en la instalación.

Para la protección de zonas con atmósferas combustibles es deseable utilizar un esquema de cables captadores de manera que se evite la circulación de corriente de rayo por las estructuras de las zonas, en especial para la protección de tanques en los cuales se generan en sus alrededores vapores inflamables este es el esquema deseable.

#### **4.18.7.2 Sistema de protección interno**

Para el diseño de protección interno deben tenerse en cuenta los siguientes requerimientos:

- En caso de requerir instalar DPS tipo gap debe evitarse su ubicación en las áreas clasificadas y debe limitarse solamente a zonas externas preferiblemente donde no haya presencia de vapores inflamables. Cuando sea requerido su instalación en áreas clasificadas deben ser diseñados con cerramiento tal que no permita la ignición de los vapores a su alrededor.
- Los DPS ubicados en áreas clasificadas no deben generar chispas y su cerramiento debe ser tal que en caso de generarse falla de los componentes no genere chispas a su alrededor.
- Todo equipo o sistema que use electricidad y que se ubique en un área clasificada debe tener DPS cuyas características están dadas por un estudio de selección y coordinación de DPS.
- Se debe realizar una adecuada coordinación de protecciones en conjunto con el equipo que protege el DPS para minimizar el riesgo de generación de chispas por cortocircuito.
- En áreas con riesgo de explosión, los DPS deben ser seleccionados con parámetros del nivel de protección I para garantizar la máxima protección.

#### **4.18.8 Recomendaciones de comportamiento frente a rayos**

Para prevenir accidentes con rayos, es conveniente tener en cuenta las siguientes recomendaciones, en caso de presentarse una tormenta:

- a. A menos que sea absolutamente necesario no salga al exterior ni permanezca a la intemperie.
- b. Busque refugio en estructuras que ofrezcan protección contra el rayo, tales como:
  - Edificaciones bajas que no tengan puntos sobresalientes.
  - Viviendas y edificaciones con un sistema adecuado de protección contra rayos.
  - Refugios subterráneos.
  - Automóviles y otros vehículos cerrados, con carrocería metálica

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

c. De ser posible, evite los siguientes lugares, que ofrecen poca o ninguna protección:

- Bajo los árboles con mayor riesgo de impacto de rayos, es decir, los más altos.
- Campos deportivos abiertos.
- Tiendas de campaña y refugios temporales en zonas despobladas.
- Vehículos descubiertos o no metálicos.
- Torres de comunicaciones o de energía eléctrica.

d. En los siguientes lugares extreme precauciones:

- Terrazas de edificios.
- Terrenos deportivos y campo abierto.
- Piscinas y lagos.
- Cercanías de líneas eléctricas, cables aéreos, cercas ganaderas, mallas eslabonadas, vías de ferrocarril y tendederos de ropa.
- Árboles aislados.
- Torres metálicas (de comunicaciones, de líneas de alta tensión, de perforación, etc.).

e. Si debe permanecer en un lugar con alta densidad de rayos a tierra:

- Busque zonas bajas.
- Busque zonas pobladas de árboles, pero evitando árboles aislados.
- Busque edificaciones y refugios seguros.
- Si tiene que escoger entre una ladera y el filo de una colina, sitúese en el filo.

f. Si se encuentra aislado en una zona donde se esté presentando una tormenta eléctrica:

- No se acueste sobre el suelo.
- Junte los pies.
- Adopte la posición de cuillillas.
- No coloque las manos sobre el suelo.
- No se escampe bajo un árbol.

g. Atienda las señales de alarma y siga las órdenes que imparten los brigadistas de emergencias, cuando se cuente con detectores de tormentas.

h. Desconecte los equipos electrónicos que no posean dispositivos de protección contra rayos.

#### **4.18.9 Mantenimiento e inspección de un sistema de protección**

##### **4.18.9.1 Objetivo**

El objetivo de las inspecciones es determinar que:

- a) El sistema de protección esté de acuerdo con el diseño basado en esta norma
- b) Todos los componentes del sistema de protección estén en buena condición, aptos para realizar las funciones para las cuales fueron diseñados y evitar la presencia de corrosión.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

- c) Estén incorporados dentro del sistema de protección de la edificación las construcciones o servicios adicionados recientemente.

#### **4.18.9.2 Orden de las inspecciones**

Las inspecciones deben ser realizadas de acuerdo a la norma NTC 4552 como sigue:

- Durante la construcción de la estructura, con el fin de verificar los electrodos embebidos
- Despues de la instalación del sistema de protección.
- Despues de alteraciones o reparaciones, o cuando se tiene conocimiento que la estructura ha sido impactada por el rayo.
- Periódicamente a intervalos determinados con respecto a la naturaleza de la estructura a ser protegida, por ejemplo dependiendo de los problemas de corrosión y la clase del sistema de protección, tal como se indica en la TABLA 52.

**TABLA 52- MÁXIMO PERÍODO ENTRE INSPECCIONES DE UN SISTEMA DE PROTECCIÓN  
TOMADA DE LA TABLA E.2 DE LA NTC 4552**

<b>Nivel de Protección</b>	<b>Inspección Visual (año)</b>	<b>Inspección Completa (año)</b>	<b>Sistemas críticos Inspección completa (año)</b>
I y II	1	2	1
III y IV	2	4	1

**NOTA** Los sistemas de protección contra rayos utilizados en estructuras con alto riesgo de explosión deben ser inspeccionadas visualmente cada 6 meses. Las pruebas eléctricas deben ser realizadas una vez al año.

Una excepción aceptable para la programación anual de pruebas puede ser realizarlas en ciclos de 14 o 15 meses donde se considera el beneficio de la conductividad de las pruebas de resistencia de puesta a tierra debido a su poca variación con el tiempo.

- Durante la inspección periódica es importante verificar lo siguiente:
  - Deterioro y corrosión de elementos del sistema de captación, conductores y conexiones;
  - Corrosión de los electrodos de puesta a tierra
  - Valor de la resistencia del sistema de puesta a tierra
  - Condiciones de conexión, unión equipotencial y fijación.
- Para recomendaciones adicionales de mantenimiento y métodos de inspección del sistema de protección contra descargas atmosféricas, seguir el numeral E.7 de norma NTC 4552-3.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

## 4.19 INSTALACIONES PROVISIONALES

### 4.19.1 Definición

Para efectos de cumplimiento del **RETIE**, se entenderá como instalación provisional aquella que se hace para suministrar el servicio de energía a un proyecto en construcción, con un tiempo de vigencia hasta la energización definitiva de la construcción o la terminación de la construcción, o para el suministro de energía en instalaciones transitorias a ferias o espectáculos, la cual tendrá una utilización no mayor a seis meses(prorrogables según el criterio del OR que preste el servicio), previa solicitud del usuario o el Operador de Red podrá suspenderse el servicio provisional.

La instalación provisional debe cumplir con lo especificado en la sección 305 del Código Eléctrico Colombiano (**NTC 2050** Primera Actualización) y con los siguientes requisitos:

- a. Debe tener un tablero o sistema de distribución provisional con protección de falla a tierra, excepto para los equipos que no lo permitan porque la protección diferencial puede causar mayor riesgo.
- b. El servicio de energía a instalaciones provisionales debe estar condicionado a que un profesional competente presente un procedimiento escrito de control de los riesgos eléctricos de esta instalación y se responsabilice del cumplimiento del mismo directamente o en cabeza de otro profesional competente. El procedimiento, así como el nombre y número de matrícula profesional del responsable, debe estar a disposición del Operador de Red y de cualquier autoridad competente.
- c. Por su carácter transitorio y las continuas modificaciones que presentan este tipo de instalaciones, no se requiere la certificación, la cual se remplaza por el documento del procedimiento establecido para el control de la misma, suscrito por el personal competente responsable del cumplimiento, durante el tiempo de existencia de este tipo de instalación.
- d. En ningún caso la instalación provisional se debe dejar como definitiva.
- e. Para las instalaciones eléctricas provisionales de ferias y espectáculos, las autoridades locales responsables de los espectáculos, deben exigir y verificar que se cumplan los requisitos de seguridad en dichas instalaciones. El Operador de Red podrá desenergizar aquellas instalaciones que presenten peligro inminente para las personas.

En las instalaciones provisionales se deben cumplir mínimo los siguientes requisitos:

- Todo circuito debe tener una protección de sobrecorriente, con el encerramiento apropiado contra contacto directo o indirecto de personas.
- No se permite la instalación directa en el piso de cables que puedan ser pisados por las personas o vehículos al menos que estén certificados para esta aplicación.
- No se permite el uso de tomacorrientes sin su encerramiento apropiado.
- Los conductores móviles deben ser tipo cable y con revestimiento para dicho uso.

La realización de una instalación provisional no exime de:

- Realizar un procedimiento para el control de los riesgos eléctricos que incluye los recursos humanos.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>	

- Evaluación de los riesgos eléctricos.
- Realizar una valoración de los riesgos de acuerdo con una matriz.

En la FIGURA 100 se presenta una disposición práctica y con dispositivo GFCI incluido, de una caja de conexiones con tomacorrientes, para instalaciones provisionales, tomado del NEC 2005. Se debe aclarar, que no es la única configuración válida.



**FIGURA 100 - INSTALACIÓN PROVISIONAL QUE CUMPLE CON RETIE (TOMADO DEL NEC 2005)**

#### **4.19.2 Requisitos para las instalaciones provisionales**

En este apartado se consignan los requerimientos del RETIE y de la norma NTC 2050, sección 305 en cuanto a instalaciones provisionales.

##### **4.19.2.1 Requisitos del reglamento técnico de instalaciones eléctricas (RETIE)**

###### **a) Tablero o sistema de distribución provisional con protección de falla a tierra**

Las instalaciones provisionales deben tener un tablero o sistema de distribución provisional con protección de falla a tierra. Este tipo de protección tiene un objetivo primordial y es la protección por fallas a tierra, la cual se puede lograr con un interruptor diferencial accionado por corrientes de fuga a tierra, cuya función es interrumpir la corriente hacia la carga cuando la corriente de fuga a tierra

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

exceda un valor determinado (usualmente pocos miliamperios). Por las siglas en inglés a estos dispositivos se les conoce como GFCI (Ground-Fault Circuit Interrupter). Es importante aclarar que esta protección no es válida como protección contra contacto directo de las personas. En la FIGURA 101 se muestra tablero con protección de falla a tierra tipo GFCI.



**FIGURA 101 – TABLERO CON PROTECCIÓN DE FALLA A TIERRA GFCI**

Es importante considerar que el hecho de que el tablero o sistema de distribución utilizado para la instalación provisional tenga protección de falla a tierra, no elimina o reemplaza el precepto del Artículo 15 del RETIE, donde se exige que toda instalación eléctrica debe disponer de un Sistema de Puesta a Tierra (SPT), de tal forma que cualquier punto del interior o exterior, normalmente accesible a personas que puedan transitar o permanecer allí, no esté sometido a tensiones de paso, de contacto o transferidas, que supere los umbrales de soportabilidad del ser humano cuando se presente una falla. Se debe tener presente que el criterio fundamental para garantizar la seguridad de los seres humanos, es la máxima energía eléctrica que pueden soportar, debida a las tensiones de paso, de contacto o transferidas y no el valor de resistencia de puesta a tierra tomado aisladamente.

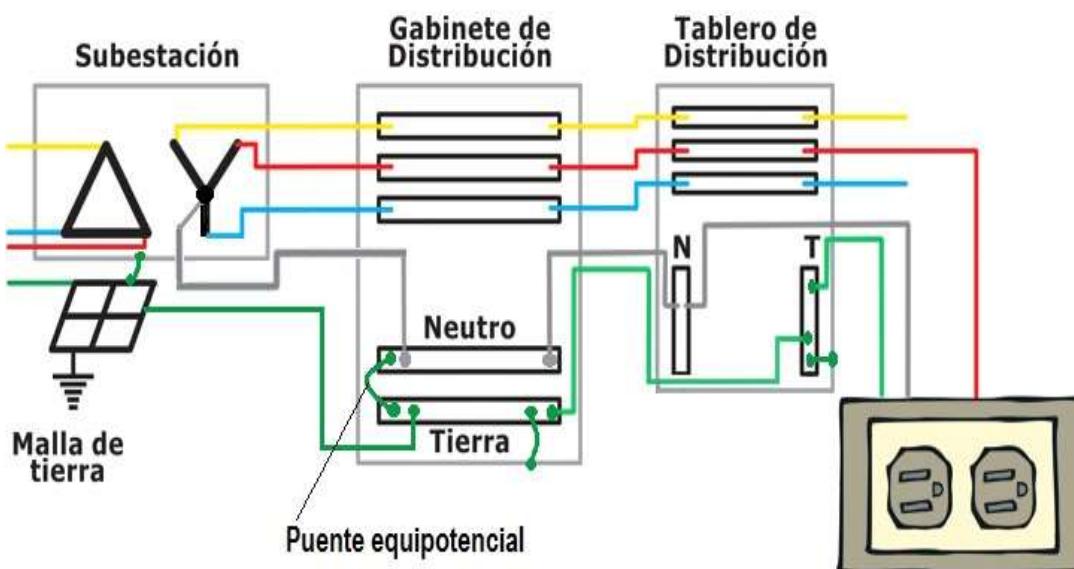
La máxima tensión de contacto aplicada al ser humano (o a una resistencia equivalente de  $1000\ \Omega$ ), está dada en función del tiempo de despeje de la falla a tierra, de la resistividad del suelo y de la corriente de falla. La tensión máxima de contacto no debe superar los valores indicados en la TABLA 53.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>			
<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>	

**TABLA 53 - MÁXIMA TENSIÓN DE CONTACTO PARA UN SER HUMANO**

Tiempo de despeje de la falla	Máxima tensión de contacto admisible (rms C.A.) según IEC para 95% de la población (Público en general)
<b>Mayor a 2 segundos</b>	50 voltios
<b>Un segundo</b>	55 voltios
<b>700 milisegundos</b>	70 voltios
<b>500 milisegundos</b>	80 voltios
<b>400 milisegundos</b>	130 voltios
<b>300 milisegundos</b>	200 voltios
<b>200 milisegundos</b>	270 voltios
<b>150 milisegundos</b>	300 voltios
<b>100 milisegundos</b>	320 voltios
<b>50 milisegundos</b>	345 voltios

En la FIGURA 102 se ilustra un sistema de distribución, con subestación, tableros de distribución y tomacorrientes, que tiene un sistema de puesta a tierra, que garantiza que los equipos conectados a éste, se encuentren puestos a tierra; haciendo de esta forma, que los tableros, máquinas o las herramientas, no presenten diferencias de tensión peligrosas para las personas que los estén tocando simultáneamente con la ocurrencia de una falla.



**FIGURA 102 - TABLERO CON PROTECCIÓN DE FALLA A TIERRA**

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>

Un buen diseño de puesta a tierra debe garantizar el control de las tensiones de paso, de contacto y transferidas. En razón a que la resistencia de puesta a tierra es un indicador que limita directamente la máxima elevación de potencial y controla las tensiones transferidas, pueden tomarse como referencia los valores máximos de resistencia de puesta a tierra de la TABLA 54.

**TABLA 54 - VALORES DE REFERENCIA PARA RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA**

<b>Aplicación</b>	<b>Valores referenciales de resistencia de puesta a tierra (no obligatorios)</b>
Estructuras de líneas de transmisión o torrecillas metálicas de distribución con cable de guarda	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

El cumplimiento de estos valores de resistencia de puesta a tierra no libera al diseñador y constructor de garantizar que las tensiones de paso, contacto y transferidas aplicadas al ser humano en caso de una falla a tierra no superen las máximas permitidas, ya que los potenciales peligrosos dependen también de las corrientes que se descarguen al Sistema de Puesta a Tierra, y la sola Resistencia de Puesta a Tierra no garantiza su control.

Se debe tener presente que si todo tablero cuenta con protección de falla a tierra se debe contemplar con cuidado su efecto con los sistemas de iluminación provisional, ya que al dispararse la protección general del tablero (la cual es más sensible al tratarse de interruptores GFCI), puede dejar a oscuras personal que esté realizando trabajos en lugares que requieren iluminación. Para estos casos se recomienda realizar un análisis para determinar cómo se podrá suplir esta ausencia de luz en caso de un disparo en la protección general del tablero.

En caso de emplear extensiones eléctricas para tensiones menores a 600 V en las instalaciones provisionales, dichas extensiones deberán contar con un certificado de producto bajo RETIE emitido por un organismo acreditado ante la ONAC o con un documento de equivalencia de norma emitido por el Ministerio de Minas y Energía y avalado por la Superintendencia de Industria y Comercio. De manera general, los productos que se empleen en las instalaciones provisionales (tableros, cables, tomas, interruptores, plafones, tomacorrientes GFCI) deben tener certificado de producto bajo RETIE o documento de equivalencia.

Los GFCI también se encuentran en otras presentaciones como son tomacorrientes y extensiones, como se presenta en la FIGURA 103.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>			
<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>	



**FIGURA 103 - PROTECCIONES DE FALLA A TIERRA O DIFERENCIALES**

➤ **Interruptores de circuito de falla a tierra y para detección de arco**

**GFCI (Ground Fault Circuit Interrupter)**

Los GFCI son dispositivos de interrupción en baja tensión, dispuestos para la protección contra fallas a tierra.

Este dispositivo desenergiza parte o todo un circuito en el que se ha establecido una falla a tierra que excede los valores de fuga a tierra establecidos para el dispositivo en un periodo de tiempo considerado corto.

Los dispositivos GFCI disponen de dos botones; Prueba (test) y Reinicio (Reset) los cuales se utilizan sólo para probar el GFCI. El botón "RESET" permite energizar el dispositivo, este tipo de aparato cuenta con un LED indicador de su operación.

Una vez esté energizado se puede conectar una carga en el tomacorriente protegido para verificar que el circuito está energizado. La carga puede no ser muy grande, por ejemplo, una lámpara.

Al presionar el botón de prueba "TEST", se debe provocar el disparo del dispositivo y por tanto la desenergización del circuito en el lado de la carga. Ver FIGURA 104.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>



**FIGURA 104 - DISPOSITIVO GFCI**

Los dispositivos GFCI portátiles (extensiones) deben probarse cada vez, antes de empezar su uso, y para los dispositivos fijos, los fabricantes recomiendan probarlos cada mes. Para facilitar el procedimiento de prueba se puede realizar con un probador de polaridad o con probador GFCI como se ilustra en la FIGURA 105.



**FIGURA 105 - PROBADOR INTERRUPTORES DE FALLA A TIERRA**

Este probador actúa insertándose en el aparato o circuito que se quiere probar y pulsando el botón rojo en el probador con lo cual simulará una falla que hará disparar el dispositivo de protección del GFCI. En la siguiente tabla se listan, de acuerdo con la UL, los tipos de GFCI con su corriente disparo.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>

**TABLA 55 - CLASES DE GFCI. LISTADOS UL 943**

Clase GFCI	Corriente de Disparo	Tensión Máxima	Características
<b>A</b>	5 mA ± 1 mA	150 V AC	Uno de los conductores debe estar sólidamente aterrizado
<b>B</b>	20 mA	150 V AC	
<b>C</b>	15 mA a 20 mA	300 V AC	Se debe garantizar que el sistema de tierra es confiable o que existe doble aislamiento
<b>D</b>	15 mA a 20 mA	Más de 300 VAC	Se utiliza en circuitos con uno o más conductores con tensión mayor a 300 V. Donde se tiene un sistema de aterrizamiento especialmente calculado y confiable para los equipos protegidos
<b>E</b>	15 mA a 20 mA	Más de 300 VAC	Se utiliza en circuitos con uno o más conductores con tensión mayor a 300 V. Donde se tiene un sistema convencional de aterrizamiento o doble aislamiento para los equipos

La selección del tipo de GFCI, dependerá de un análisis por parte del diseñador, por ejemplo el GFCI clase B se permite solamente cuando se ha determinado que una clase A se dispararía por ruido eléctrico.

Cuando se tengan circuitos de emergencia y/o bombas contra incendio, no se permite proteger dichos circuitos con dispositivos GFCI.

#### **AFCI (Arc Fault Circuit Interrupter)**

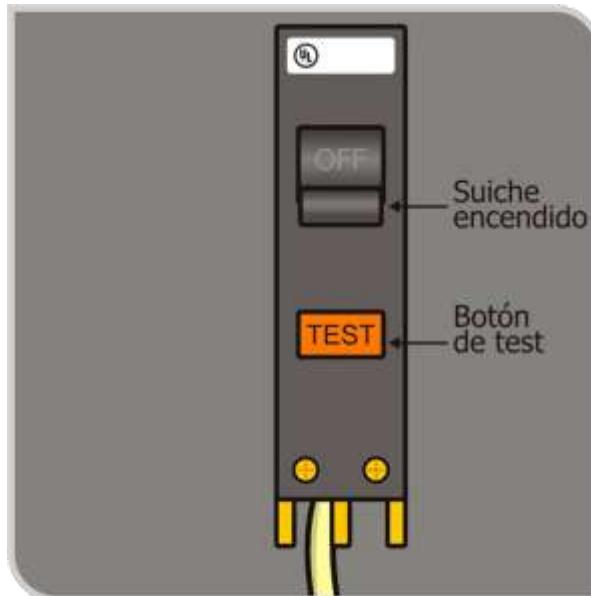
Aunque en Colombia no es exigencia el uso de AFCI (Arc Fault Circuit Interrupter) se hace importante conocer la funcionalidad de estos dispositivos para determinar en cuáles lugares pueden ser de utilidad para reducir los tiempos de arcos, en especial en sitios de elevado nivel de cortocircuito.

El Interruptor contra fallas con principio de detección del arco, busca mitigar los efectos de las fallas en circuitos y acometidas que puedan llegar a iniciar fallas dentro de un gabinete, detectando el arco que producen. Esto se logra desenergizando el circuito cuando se detecta una radiación de arco de falla determinada. La operación de este dispositivo se inhabilita por la presencia de sobrecargas o fallas de baja corriente (sin arco), fallas externas al gabinete, o elementos presentes que indeseadamente puedan falsear o atenuar la detección de un arco.

Estos dispositivos son muy útiles cuando se tengan extensiones o cableados dentro de un gabinete, que puedan estar expuestos a un daño en su aislamiento y que puedan ocasionar un arco en los

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>	

conductores, por ejemplo daño de aislamiento con elementos apoyados encima del cableado. Ver FIGURA 106.



**FIGURA 106 - INTERRUPTOR DE CIRCUITO POR FALLA, USANDO DETECCIÓN DE ARCO ELÉCTRICO**

Nota: Se debe aclarar que este dispositivo no reemplaza un GFCI (interruptor de falla a tierra).

#### **b) Control de riesgos eléctricos**

En las Instalaciones Provisionales, para el control de los riesgos eléctricos, se debe diseñar y ejecutar un procedimiento, el cual debe estar escrito en un documento, elaborado por una persona calificada que se responsabilice del cumplimiento del mismo, durante el tiempo de existencia de la instalación provisional.

En razón de lo anterior, a continuación se presentan los requisitos mínimos que se debe tener presente al momento de diseñar y ejecutar el procedimiento para el control de los riesgos.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>

#### 4.19.2.2 Requisitos de la sección 305 de la NTC 2050 primera actualización

En la norma NTC 2050, artículo 305-3 se definen algunas limitaciones temporales para las instalaciones provisionales que corresponden a las siguientes:

**TABLA 56 - LIMITACIONES TEMPORALES PARA INSTALACIONES PROVISIONALES**

<b>Construcción</b>	Instalaciones durante el periodo de construcción, rehabilitación, remodelación, mantenimiento, reparación, demolición, desmontaje o actividades similares
<b>90 días</b>	Instalaciones durante un periodo máximo de 90 días (ejemplo: iluminaciones decorativas navideñas o propósitos similares)
<b>Emergencias y Ensayos</b>	Instalaciones para la atención de emergencias o realización de ensayos, experimentos y trabajos de desarrollo

Las instalaciones temporales se deben desmontar inmediatamente después de terminar la construcción o el fin para el que fueron instaladas.

Cuando las instalaciones provisionales requieran mayores períodos, por ejemplo para construcciones de proyectos grandes, se puede realizar solicitud de prórroga debidamente justificada. A continuación se desglosan los requisitos del artículo 305-4 de la norma NTC 2050 en relación con los componentes eléctricos de una instalación provisional.

##### a) Acometidas

Para las acometidas de las instalaciones provisionales se deben seguir los lineamientos de la sección 230 de la norma NTC 2050. Esta sección trata de los conductores y equipos de acometida para el control y protección de las acometidas y sus requisitos de instalación.

Los conductores de acometida pueden ser aéreos o subterráneos. En todos los casos, los conductores de acometida deben soportar normalmente la exposición a los agentes atmosféricos y otras condiciones de uso sin que se produzcan fugas perjudiciales de corriente o exposición de partes energizadas. Los conductores individuales deben estar aislados o cubiertos con un material termoplástico o aislante termo ajustable. Se debe tener presente que los conductores expuestos a rayos UV deben contar con una protección especial para no deteriorar su aislamiento.

Los conductores para acometidas aéreas o subterráneas, deben tener una capacidad de corriente suficiente para transportar la corriente para la que se ha calculado la carga y deben poseer una resistencia mecánica adecuada. La sección transversal mínima no debe ser menor a 8,36 mm<sup>2</sup> (No. 8 AWG) si son de cobre, o a 13,29 mm<sup>2</sup> (No. 6 AWG) si son de aluminio o cobre revestido de aluminio. Los conductores puestos a tierra (neutro) no deben tener una sección menor de la exigida por el Artículo 250-23b, que indica que no debe ser menor al conductor del electrodo de puesta a tierra requerido en la tabla 250 94. En todo caso los conductores de las acometidas deben estar protegidos contra daños físicos.

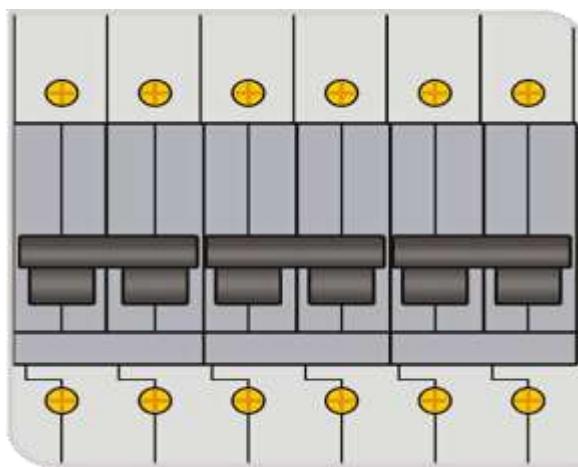
La capacidad de corriente para los conductores de acometida se determina según lo estipulado en las tablas 310-16 a 310-19 de la norma NTC 2050.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>	

Cuando las canalizaciones por cuyo interior discurren conductores de entrada de acometida, y estén expuestas a la intemperie, las mismas deben ser herméticas a la lluvia y estar dispuestas de modo que se puedan drenar. Si están embebidas en mampostería, las canalizaciones deben llevar también drenajes.

El equipo de acometida debe estar seleccionado para la corriente de cortocircuito disponible en sus terminales de suministro.

Los dispositivos de desconexión deben garantizar que para circuitos multiconductores, se disparen simultáneamente todos los conductores activos. Ver FIGURA 107.



**FIGURA 107 - DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN CON DISPARO SIMULTÁNEO**

La protección contra sobrecorriente debe consistir en un dispositivo en serie con cada conductor de acometida no puesto a tierra, que tenga una capacidad de corriente nominal o ajuste no superior a la del conductor (seleccionar con tablas 310-16 a 310-19 de la NTC 2050).

Las extensiones y acometidas temporales se deben inspeccionar buscando detectar anomalías en las instalaciones que puedan poner en peligro las personas que las manipularán.

Es muy importante verificar el estado de los conductores de fase, neutro y tierra, tanto en acometidas como en extensiones. Si en la inspección se encuentra que la extensión o la acometida temporal, no están en condiciones adecuadas, se debe indicar con una etiqueta y se deben parar los trabajos hasta que no se hayan corregido las anomalías.

#### **b) Alimentadores**

La sección 240 trata de los requisitos generales de la protección contra sobrecorriente y los dispositivos de protección contra sobrecorriente, de no más de 600 V nominales.

Los circuitos de alimentación se deben proteger según lo que establece la Sección 240. Deben originarse en un centro de distribución aprobado. Se permiten conductores en conjuntos de cables o cables de los tipos identificados en la tabla 400-4 de la NTC 2050, para uso pesado o extra pesado.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>	

Los conductores que no sean cordones flexibles y cables de artefactos eléctricos, se deben proteger contra sobrecorriente según su capacidad de corriente tal como se especifica en el Artículo 310-15, que remite a las tablas 310-16 y 310-19 de la norma NTC 2050 para una adecuada coordinación entre conductores y protecciones. Para el caso de circuitos de motores y control de motores, se debe seguir la sección 430.

Los interruptores automáticos de circuito deben ser de disparo libre y se deben poder abrir o cerrar manualmente.

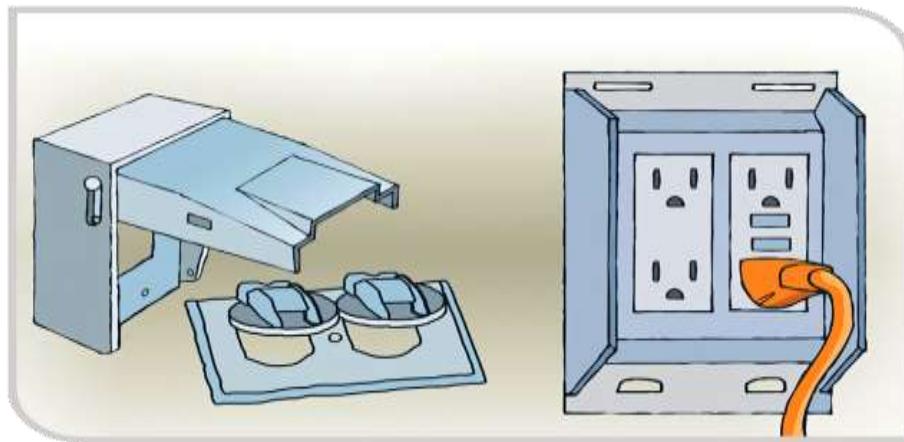
#### c) Circuitos ramales

Todos los circuitos ramales deben originarse en una salida de fuerza aprobada o en un panel de distribución. Se permiten conductores en conjuntos de cordones o cables multiconductores, de los tipos identificados en la tabla 400 - 4 para uso pesado o extra pesado. Todos los conductores deben estar protegidos como lo indica la Sección 240 de la norma NTC 2050.

#### d) Tomacorrientes

Todas las salidas de tomacorrientes deben tener polo a tierra. Excepto cuando estén instalados en una canalización metálica continua puesta a tierra, o si se trata de cables con recubrimiento metálico, todos los circuitos ramales deben contener un conductor independiente de puesta a tierra de equipos y todos los tomacorrientes deben estar conectados eléctricamente a los conductores de puesta a tierra de los equipos. En las obras no se deben instalar tomacorrientes en circuitos ramales para alumbrado temporal. Los tomacorrientes no se deben conectar al mismo conductor no puesto a tierra de los circuitos multiconductores utilizados para alumbrado temporal.

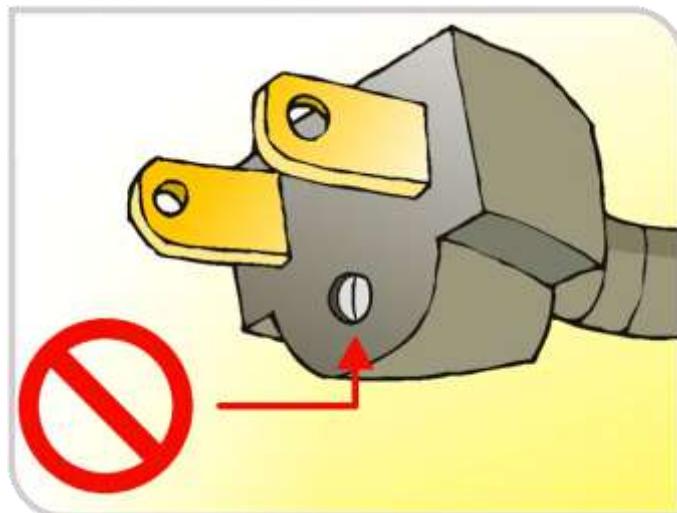
Es frecuente que en las instalaciones provisionales se cuente con aparatos eléctricos, como tomacorrientes en lugares expuestos directamente al agua o con posibilidad de salpicadura de agua, por lo tanto estos aparatos deben contar con el grado de protección IP adecuado, según el lugar de instalación. Ver FIGURA 108.



**FIGURA 108 - APARATOS PARA LUGARES MOJADOS Y HÚMEDOS - DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN CON DISPARO SIMULTÁNEO**

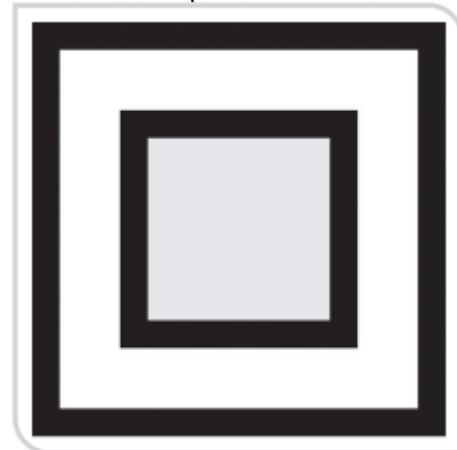
	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>

De acuerdo con el Artículo 410-4 de la norma NTC 2050, "se consideran lugares mojados, las instalaciones subterráneas o de baldosas de hormigón o mampostería en contacto directo con la tierra y los lugares expuestos a saturación de agua u otros líquidos, como los expuestos a la intemperie y desprotegidos, las zonas de lavado de vehículos y otros lugares similares." Y "se consideran lugares húmedos los locales protegidos de la intemperie pero expuestos a un grado moderado de humedad, como algunos sótanos, algunos depósitos, algunos depósitos frigoríficos y similares, lo mismo que las partes parcialmente protegidas bajo toldos, marquesinas, porches techados abiertos y similares." Se debe verificar que las clavijas de los aparatos o herramientas eléctricas cuenten con polo a tierra a menos que el equipo cuente con doble aislamiento. Ver FIGURA 109.



**FIGURA 109 - CLAVIJA INADECUADA SIN POLO A TIERRA**

En la FIGURA 110 se ilustra el símbolo utilizado para mostrar el doble aislamiento en un equipo.



**FIGURA 110 - SÍMBOLO DE DOBLE AISLAMIENTO**

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>

**e) *Medios de desconexión***

Se deben instalar interruptores automáticos o conectores de clavija adecuados que permitan la desconexión de todos los conductores no puestos a tierra de cada circuito provisional. Los circuitos ramales multifilares deben tener un medio de desconexión simultánea de todos los conductores no puestos a tierra de la salida de fuerza o del panel de distribución del que salga el circuito ramal.

**f) *Protección de las bombillas***

Todas las bombillas para alumbrado general deben estar protegidas contra contactos accidentales o roturas mediante un elemento o portabombillas adecuado, con un protector. No se deben utilizar casquillos de bronce, tomacorrientes forrados de papel u otros tomacorrientes en cajas metálicas, a menos que estén puestos a tierra. Ver FIGURA 111.

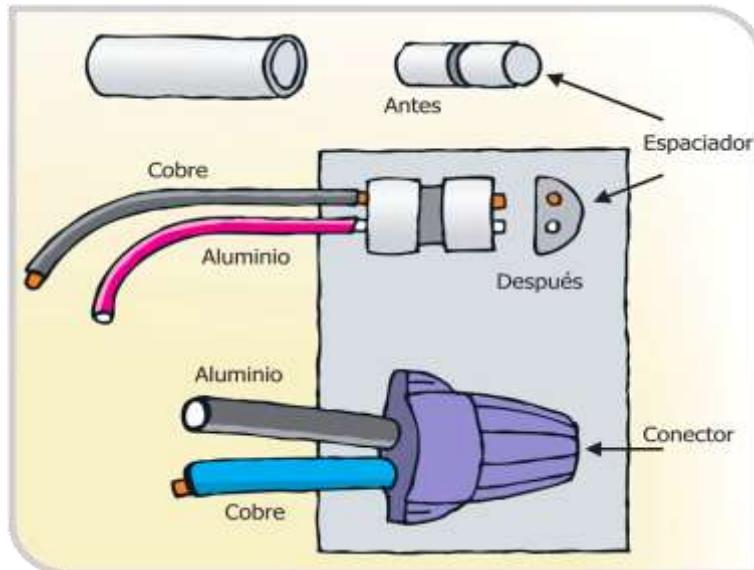


**FIGURA 111 - PROTECCIÓN DE BOMBILLAS**

**g) *Empalmes para áreas administrativas y No operativas***

En las obras no es necesario que los empalmes o uniones de conductores de un circuito, con cordones o cables multiconductores, vayan en cajas. Véanse los Artículos 110-14.b y 400-9. Cuando se haga un cambio a un sistema de tubos conduit o sistemas de tuberías o de cables con recubrimiento metálico, se debe instalar una caja, conductela o accesorio con un agujero independiente con pasacables para cada conductor. Ver FIGURA 112.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>			
<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>	

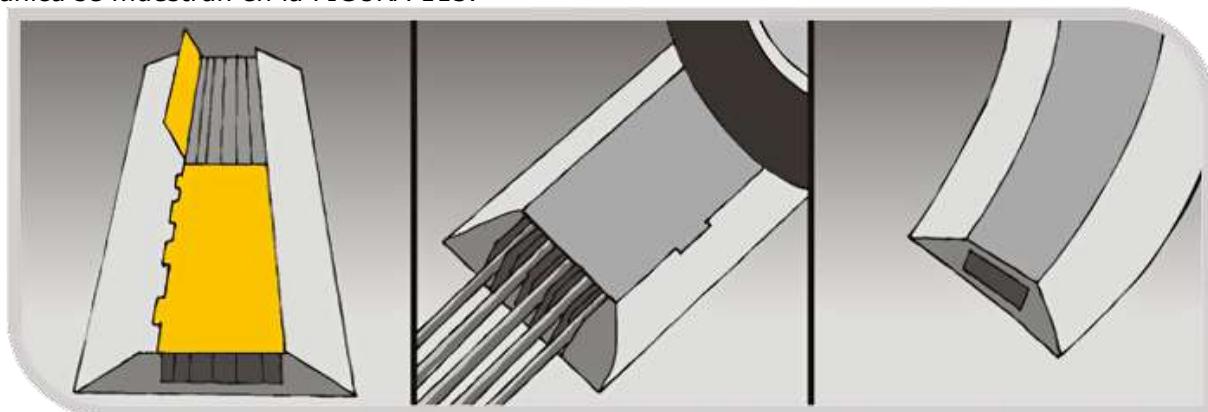


**FIGURA 112 - MÉTODOS CERTIFICADOS PARA EMPALMES**

**h) Protección contra daños accidentales**

Los cordones y cables flexibles se deben proteger contra daños accidentales. Se deben evitar las esquinas y salientes cortantes. Cuando pasen los cables por marcos de puertas u otros puntos donde puedan existir clavos, puntas, etc., se deben proteger para evitar daños.

Durante condiciones de trabajo extremas y mientras exista la posibilidad de que montacargas u otros tipos de vehículos transiten sobre el cable, se debe considerar algún tipo de protección mecánica para evitar daños en la chaqueta del cable y por ende riesgos de electrocución o arcos. Tipos de protección mecánica se muestran en la FIGURA 113.



**FIGURA 113 - PROTECTOR PARA CABLE**

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>	

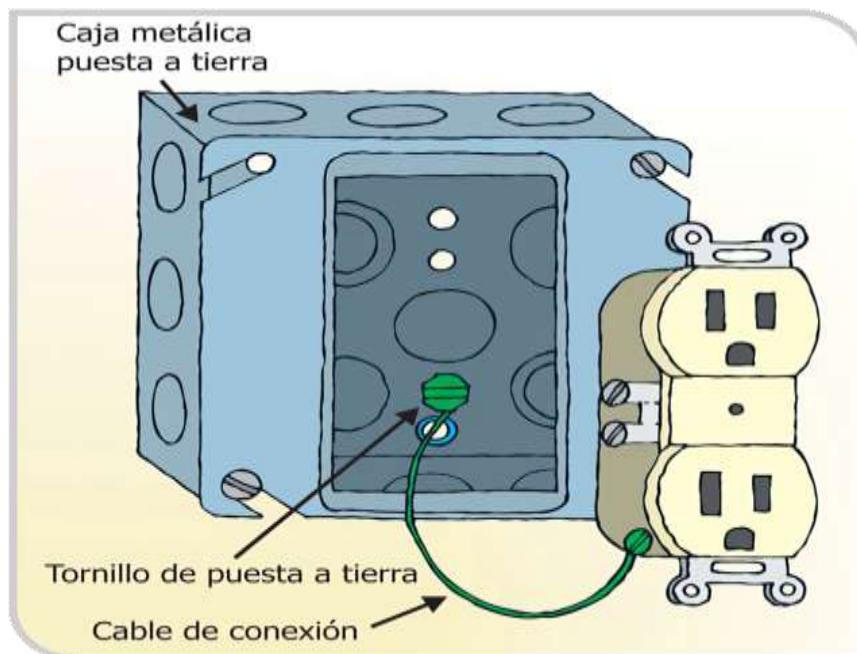
### i) Puesta a tierra

Cuando la instalación provisional se alimente desde un tablero de distribución y uno de los circuitos multiconductores se derive para las instalaciones provisionales, se debe llevar un conductor de puesta a tierra de equipos desde el panel de distribución (tablero) de donde se esté alimentando la instalación provisional, acompañando los conductores activos por la misma canalización. Este conductor de puesta a tierra de equipos se debe seleccionar con base en la tabla 250-95 de la norma NTC 2050.

Cuando el tablero de distribución o de medida de la instalación provisional coincida con que se trata del inicio de la instalación en ese punto, donde se encuentra el neutro del transformador de alimentación, se deberán unir el neutro y la tierra; la forma dependerá de la configuración del sistema eléctrico. De igual manera se deberá instalar un Sistema de Puesta a Tierra conformado por uno o varios electrodos de puesta a tierra; la cantidad y la configuración dependerán del tipo de terreno, y se deberán buscar valores bajos de Resistencia de Puesta a Tierra. Se deben controlar en todo momento los potenciales de paso, de toque y transferidos, para garantizar la seguridad de las personas.

Si asociado con los sistemas eléctricos provisionales se cuenta con un transformador en poste, en todo caso se deberá hacer un diseño que garantice el control de las tensiones de paso y contacto (incluyendo las transferidas).

Todos los tableros, carcásas metálicas de luminarias y cajas de empalme o conexión deben estar sólidamente conectados a tierra. Ver FIGURA 114.



**FIGURA 114 - UN MÉTODO PARA PUESTA A TIERRA DE CAJAS METÁLICAS**

Todas las puestas a tierra de las instalaciones provisionales deben cumplir lo establecido en la Sección 250.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>

➤ **Protección de las personas contra fallas a tierra**

Las personas que estén en contacto con todas las instalaciones provisionales se deben proteger contra fallas a tierra, según lo establecido en los siguientes numerales.

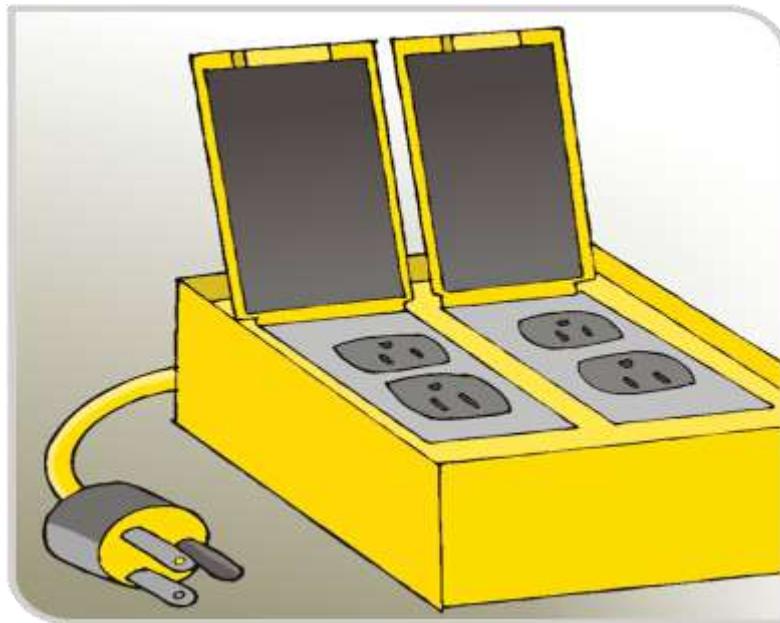
Estos requisitos aplican únicamente a las instalaciones provisionales utilizadas para suministrar temporalmente corriente a equipos usados durante la construcción, rehabilitación, mantenimiento, reparación o demolición de edificaciones, estructuras, equipos o actividades similares.

➤ **Dispositivos de protección**

Todas las salidas para tomacorrientes monofásicos de 125 V, de 15 A y 20 A, que no formen parte de la instalación permanente de un edificio o estructura y que puedan ser utilizadas por el personal, deben estar protegidas mediante un interruptor de corriente de fuga a tierra (GFCI).

Si se instalan tomacorrientes o ya existen como parte de la instalación permanente de la edificación o estructura y se utilizan para salidas de fuerza provisionales, éstos deben estar protegidos por interruptores de corriente de fuga a tierra (GFCI).

Se permiten las instalaciones de cordones que incorporen interruptores de corriente de fuga a tierra certificados. En la FIGURA 115 se ilustra una instalación portátil con GFCI.



**FIGURA 115 - INSTALACIÓN PORTÁTIL CON GFCI**

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

**j) Programa garantizado para conductores de puesta a tierra del equipo**

Los tomacorrientes distintos de los especificados en el numeral anterior deben tener un interruptor de corriente de fuga a tierra (GFCI), o se debe establecer y cumplir continuamente un procedimiento escrito a cuyo cargo estén una o más personas de la obra, que asegure que los conductores de puesta a tierra de todos los equipos para grupos de cordones, tomacorrientes que no formen parte de la instalación permanente del edificio o estructura y equipos conectados por cordón y clavija, se instalen y se mantengan de acuerdo con los requisitos establecidos en los Artículos 210-7.c, 250-45, 250-59 y 305-4.d.

➤ **Pruebas**

En todos los conjuntos de cordones, tomacorrientes que no formen parte de la instalación permanente del edificio o estructura y equipos conectados con cordón clavija, se deben hacer las siguientes pruebas:

- Se debe probar la continuidad de todos los conductores de puesta a tierra de los equipos, que deben ser eléctricamente continuos.
- Se debe probar si todos los tomacorrientes y clavijas están adecuadamente conectados al conductor de puesta a tierra de los equipos. El conductor de puesta a tierra de los equipos se debe conectar al terminal apropiado.

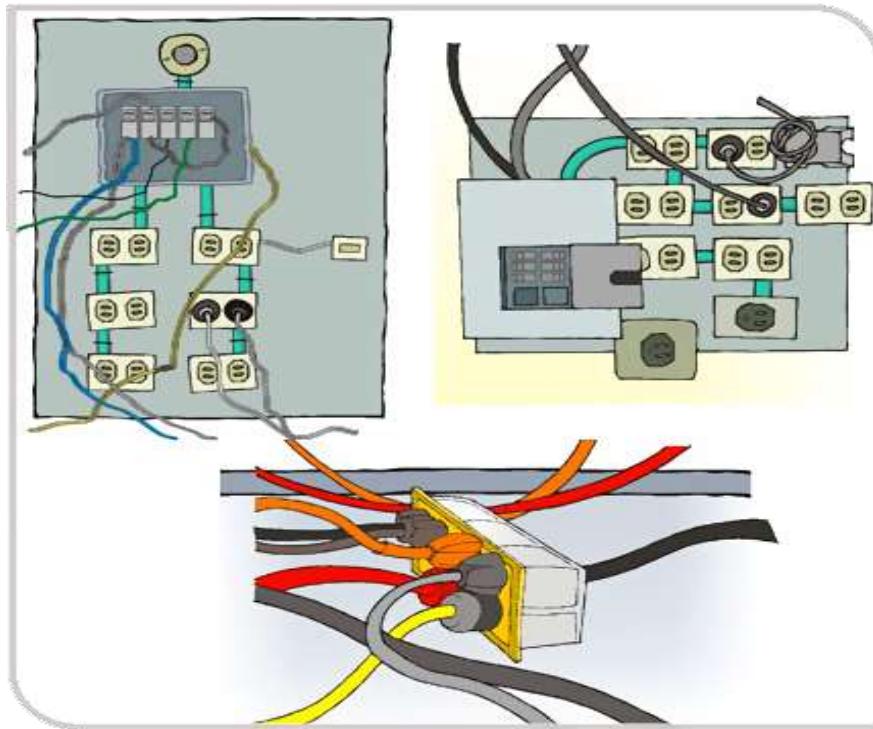
Todas las pruebas exigidas se deben hacer:

- Antes de empezar a utilizar la instalación en la obra.
- Cuando haya evidencia de algún daño.
- Antes de volver a poner los equipos en servicio después de cualquier reparación.
- A intervalos no superiores a 3 meses.

➤ **Informes**

Se debe hacer un informe de todas las pruebas especificadas en el numeral anterior y se debe poner a disposición de la autoridad con jurisdicción.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>



**FIGURA 116 - INSTALACIONES PROVISIONALES NO ADECUADAS**

Cada área operativa emitirá una directriz basada en lo aquí señalado, adecuada a sus instalaciones; la cual será de estricto cumplimiento

Para dar un ejemplo se tiene un documento estándar manejado como directriz, elaborado en la Gerencia Refinería de Barrancabermeja el cual puede ser de aplicación en todas las áreas de Ecopetrol. Este estándar se coloca como documento bibliográfico de este manual.

#### **4.20 AREAS CLASIFICADAS O LUGARES PELIGROSOS**

Los riesgos de explosión se corren en cualquier lugar en el que se manipulen sustancias inflamables. En el caso de ECOPETROL, dado que los hidrocarburos que se manejan son inflamables por naturaleza, y dependiendo de sus puntos de inflamación, se pueden producir atmósferas explosivas incluso a temperatura ambiente. El entorno de los equipos de transformación petrolífera casi siempre se considera zona con riesgo de explosión.

Una atmósfera con riesgo de explosión es una mezcla de sustancias inflamables y de aire, en condiciones atmosféricas normales de presión, humedad y temperatura, en forma de gases, vapores, nieblas o polvos, en la que después de una chispa de ignición, la combustión se puede propagar al resto de la mezcla.

El concepto de atmósfera explosiva no aplica cuando el riesgo de explosión proviene de sustancias inestables, como explosivos y sustancias pirotécnicas, o cuando la mezcla explosiva está fuera de lo

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

que se entiende como condiciones atmosféricas normales, por lo que excluye los procesos en condiciones hiperbáricas.

Esto quiere decir que para los procesos en condiciones que excedan las condiciones atmosféricas normales de las instalaciones, el cumplimiento de los requisitos de las directivas sobre atmósferas con riesgo de explosión, más conocidas como ATEX (Appareils destinés à être utilisés en Atmosphères Explosibles), no es garantía de encontrarse en condiciones seguras.

Se debe entender como condiciones atmosféricas normales cuando la temperatura está comprendida entre -20 ° C y 60 ° C y la presión está en el rango 0,8 bar a 1,1 Bar.

Para que se produzca una explosión deben coincidir la atmósfera explosiva y un foco de ignición. Esto requiere la existencia de una sustancia combustible (gas, vapor, niebla o polvo), y de un oxidante (aire) en un intervalo de concentración determinado, y al mismo tiempo la presencia de una fuente energética capaz de iniciar la reacción.

Cuando hablamos de clasificación de áreas debemos tener presente tres elementos que son: Combustible, Oxígeno y Calor. Cuando estos tres elementos se combinan en las proporciones adecuadas se puede producir un incendio o una explosión.



**FIGURA 117 - TRIÁNGULO DE FUEGO**

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>

En el campo de aplicación del sector de hidrocarburos, que son las instalaciones en donde se procesan los productos derivados del petróleo, estos tres elementos se pueden caracterizar de la siguiente manera:

- Combustible: Son todos los líquidos, vapores o gases que ante presencia de calor o chispa liberan energía, ocasionando fuego o explosión.
- Calor: Son todos los elementos capaces de producir altas temperaturas o chispa, los cuales son todos los equipos eléctricos ubicados cerca a instalaciones donde se procesan los materiales combustibles.
- Oxígeno: Este elemento está por defecto en el ambiente y siempre se da.
- Entonces cuando se habla de área clasificada se dice que es el riesgo de tener en el ambiente vapores o gases combustibles que al contacto con un elemento que produzca chispa o esté muy caliente (equipo eléctrico) se pueda producir un incendio o una explosión.

De esta definición se relacionan los siguientes conceptos que más adelante serán explicados:

- La palabra CLASE hace referencia a las propiedades físicas del material.
- La palabra DIVISIÓN hace referencia a la frecuencia con que el material se encuentre en el ambiente.
- La palabra GRUPO hace referencia en juntar varias sustancias de acuerdo a sus propiedades semejantes entre sí.

#### 4.20.1 Definiciones básicas

A continuación se presenta un compendio de términos y definiciones utilizados en Áreas Clasificadas:

**Áreas peligrosas:** Se consideran, aquéllas donde el peligro de fuego o explosión pueda existir, debido a la presencia de gases o vapores inflamables, líquidos inflamables o fibras o pelusas volátiles inflamables.

**Área cerrada** (espacio, edificio o cuarto): Espacio tridimensional cerrado en más de 2/3 partes de la superficie del área del plano proyectado, de tamaño suficiente para el acceso de personal autorizado.

**Aparatos asociados:** Son dispositivos en los cuales sus circuitos no son necesariamente intrínsecamente seguros, pero afectan la energía en los circuitos intrínsecamente seguros y de los que se depende para mantener la seguridad intrínseca. Los dispositivos asociados pueden ser:

- Aparatos Eléctricos. Que cuentan con un tipo de protección alterna para uso apropiado en áreas peligrosas clasificadas.
- Aparatos Eléctricos sin protección alterna, los cuales no deben usarse en áreas peligrosas clasificadas.

Los aparatos asociados tienen identificadas conexiones intrínsecamente seguras para aparatos intrínsecamente seguros y también pueden tener conexiones para aparatos no intrínsecamente seguros.

Una barrera de seguridad intrínseca es un aparato asociado, la cual es una red diseñada para limitar la energía disponible para circuito protegido en áreas peligrosas clasificadas, bajo condiciones especificadas de falla.

**Área libremente ventilada:** Se considera a cualquier edificio, cuarto o espacio a la intemperie, que no presente obstrucciones a la circulación natural del aire a través de él, vertical u horizontalmente; estas áreas pueden estar techadas, cerradas en uno de sus lados, o tener paredes parciales que no lleguen al piso.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

**Áreas clase I:** Son áreas en las cuales están o pueden estar presentes en el aire, gases o vapores inflamables en cantidades suficientes para producir mezclas explosivas o inflamables.

**Áreas clase II:** Son áreas que son peligrosas debido a la presencia de polvos combustibles.

**Áreas clase III:** Son áreas que son peligrosas por la presencia de fibras o partículas volátiles fácilmente inflamables, pero en las cuales es poco probable que dichas fibras o partículas estén suspendidas en el aire en cantidades suficientes para producir mezclas inflamables.

**Barrera de seguridad intrínseca:** Es un dispositivo limitador de corriente y voltaje, sin afectar el flujo normal de las señales eléctricas y por su diseño son dispositivos pasivos.

**Calor de combustión:** El calor de combustión es la cantidad de calor emitido durante la completa oxidación de una sustancia

**Condiciones normales de explotación:** Corresponden a la utilización de las instalaciones de acuerdo con sus especificaciones técnicas de funcionamiento.

**Condiciones anormales:** Son disfunciones inesperadas en el proceso, que ocurren de forma esporádica (por ejemplo: fallas en partes del propio aparato o conectadas a él, fallas en filtros de material, fallas en conexiones flexibles, roturas en sacos de productos, escapes por sobrepresión, etc.)

**Combustión:** Es una reacción exotérmica auto-alimentante que abarca un combustible en fase condensada, gaseosa, o en ambas fases, el proceso de oxidación del combustible por el oxígeno atmosférico y la emisión de la luz. Es un proceso físico-químico mediante el cual una sustancia que se denomina combustible, bajo ciertas condiciones especiales, cede electrones (se oxida a otra llamada Comburente o agente oxidante con generación de energía), es la oxidación rápida de una materia. Se dice también que es la oxidación rápida de un combustible combinado con el agente comburente desprendiendo luz, llama y calor.

**Clase:** Conjunto de productos con características específicas.

**Densidad de vapores o gases:** Es el peso de un volumen de vapor o gas puro, comparado con el peso de igual volumen de aire seco, a la misma presión y temperatura.

**División 1:** Son atmósferas en las cuales los materiales peligrosos puedan existir bajo condiciones normales de operación.

**División 2:** Son atmósferas en las cuales los materiales peligrosos no se encuentran presentes bajo condiciones normales de operación.

**Explosiones:** Generalmente las explosiones surgen únicamente si se permite que el combustible y el oxidante lleguen a mezclarse íntimamente antes de la ignición, es un efecto producido por una expansión violenta y rápida de gases.

**Equipo intrínsecamente seguro:** Es el que en condiciones normales o anormales de operación, para las que ha sido aprobado, no libera energía eléctrica o térmica suficiente para inflamar cualquier mezcla adyacente. (Circuitos de corriente y tensión para control e instrumentación).

En el sistema de clasificación por Zonas, la designación para los tipos de protección de equipos intrínsecamente seguros es la siguiente:

**"ia"** Son aparatos y sistemas eléctricos que contienen circuitos de seguridad intrínseca, los cuales son incapaces de causar inflamación, y cuentan con el apropiado factor de seguridad, para mantener la protección en caso de una falla o con dos fallas simultáneas.

Este equipo se permite usar en áreas Clase 1, Zona 0, aprobado y marcado como adecuado para dicha área.

**"ib"** Son aparatos y sistemas eléctricos que contienen circuitos de seguridad intrínseca, los cuales son incapaces de causar inflamación, y cuentan con el apropiado factor de seguridad, cuando se presenta una falla.

Este equipo se permite usar en áreas Clase 1, Zona 1, aprobado y marcado como adecuado para dicha área.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>

**Equipo a prueba de explosión:** Es el equipo eléctrico capaz de soportar una explosión en su interior, sin permitir que genere la temperatura suficiente, arco o chispa que propicie la combustión de la atmósfera inflamable que lo rodee.

En el sistema de clasificación por zonas, la designación para los tipos de protección de equipos a prueba de explosión es la siguiente:

“d” Este equipo se permite usar en áreas Clase 1, Zona 1 o Zona 2.

**Equipo de seguridad aumentada:** Es un equipo que bajo condiciones normales de operación no provoca, ni genera arcos, chispas o calentamientos excesivos.

En el sistema de clasificación por zonas, la designación para los tipos de protección de equipos de seguridad aumentada es la siguiente:

“e” Este equipo se permite usar en áreas Clase 1, Zona 1 o Zona 2.

**Equipo sumergido en aceite:** Es el que mantiene sus partes energizadas que puedan producir arcos o chispas en operación normal o anormal, sumergidas en aceite, para evitar que inflamen cualquier mezcla adyacente.

En el sistema de clasificación por zonas, la designación para los tipos de protección de equipos sumergidos en aceite es la siguiente:

“o” Este equipo se permite usar en áreas Clase 1, Zona 1, o Zona 2.

**Equipo con presión positiva:** Es el que en su interior contiene aire limpio o gas inerte a mayor presión que la ambiental y no permite la entrada de mezclas explosivas o inflamables.

En el sistema de clasificación por zonas, la designación para los tipos de protección de equipos con presión positiva es la siguiente:

“p” Este equipo se permite usar en áreas Clase 1, Zona 1, o Zona 2.

**Equipo encapsulado:** Es el que mantiene sus partes energizadas, que pueden producir arcos o chispas en operación normal o anormal, encapsulados herméticamente en un medio dieléctrico sólido o gaseoso, para evitar que inflamen cualquier mezcla adyacente.

En el sistema de clasificación por zonas, la designación para los tipos de protección de equipos encapsulados es la siguiente:

“m” “q” Este equipo se permite usar en áreas Zona 1, o Zona 2.

**Fuente de peligro:** Es la parte o partes de un equipo o de sus instalaciones, por donde pueden escapar sustancias explosivas o inflamables al medio ambiente durante su operación o mantenimiento.

**Ignición:** La ignición es el fenómeno que inicia la combustión. La ignición producida al introducir una pequeña llama externa, chispa o brasa incandescente, constituye la denominada ignición que provoca un foco externo; el cual se denomina auto-ignición.

**Inflamable:** Capaz de encenderse fácilmente, incendiar intensamente o flama que se propaga rápidamente.

**Límites de inflamabilidad:** Son los límites, máximo y mínimo, de la concentración de un combustible dentro de un medio oxidante para entrar en combustión.

**Líquidos volátiles inflamables:** Son los líquidos que tienen un punto de inflamación inferior a 311 °K (37.8 °C), siempre que tengan una presión de vapor que no exceda de 275 kPa ó 2.81 kg/cm<sup>2</sup> (40lb/pulg<sup>2</sup>) a 310 °K (37.8 °C).

**Material combustible:** Término genérico utilizado para describir toda sustancia, que bajo ciertas condiciones en presencia de aire (oxígeno) puede quemar o explotar. Pueden ser: líquidos, vapores, gases sólidos.

**Mezcla explosiva o inflamable:** Es la mezcla de aire y vapores o gases explosivos, o de aire y polvos combustibles en tales proporciones que, en contacto con una fuente calorífica, puede ocasionar una explosión o fuego.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>

**Mínima corriente de ignición (Relación MIC):** La relación de la mínima corriente requerida de la descarga de una chispa para encender la mezcla. Ver FIGURA 118.



**FIGURA 118 - CORRIENTE CAPAZ DE GENERAR UNA CHISPA**

**Mínima energía de ignición (MIE):** La mínima energía requerida de una descarga de una chispa para encender la mezcla.

**Punto de inflamación:** Es la temperatura más baja que necesita un líquido contenido en un recipiente abierto para emitir vapores en proporción suficiente para permitir la combustión.

**Punto de inflamación flash point:** El punto de inflamación es la temperatura mínima necesaria para que un material inflamable desprenda vapores que, mezclados con el aire, se inflamen en presencia de una fuente ígnea.



**FIGURA 119 - RANGO DE INFLAMABILIDAD**

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

**Sistema intrínsecamente seguro:** Es un ensamble de equipos intrínsecamente seguros interconectados, equipos asociados e interconexiones de cables, en el cual estas partes del sistema que pueden usarse en áreas peligrosas clasificadas, son circuitos intrínsecamente seguros.

**Temperatura de ignición:** Es la más baja temperatura que aplicada a una mezcla explosiva, puede producir el encendido de dicha mezcla, ocasionando una explosión o fuego continuo.

**Temperatura de evaporación:** Es la temperatura mínima en la que un líquido explosivo genera suficiente vapor para formar una mezcla inflamable con el aire que entra en contacto.

**Temperatura de autoignición (AIT):** Es la temperatura mínima para que un producto entre en combustión de forma espontánea. Esta característica de las sustancias limita la temperatura máxima superficial de los equipos eléctricos que pueden entrar en contacto con ella.

**Ventilación adecuada:** Ventilación (natural o artificial) que es suficiente para prevenir la acumulación en cantidades significativas de vapor-aire o mezcla gas-aire en concentraciones mayores del 25% de su límite (explosivo) inferior de inflamabilidad.

**Ventilación inadecuada:** Es la ventilación (natural o artificial) que resulta suficiente para prevenir la acumulación de cantidades significativas de mezclas aire-vapor o gas-aire en concentraciones sobre el 25% del límite de explosividad (o inflamabilidad).

**Fuentes de ignición en equipos eléctricos:** En la siguiente tabla se detalla las diferentes fuentes de ignición que pueden ser mecánicas, eléctricas o por temperatura.

**TABLA 57- GENERADORES DE FUENTES DE IGNICIÓN**

<b>Fuentes de Ignición</b>	<b>Ejemplos</b>
<b>SUPERFICIES CALIENTES</b>	Superficies calentadas con bobinas, resistencias, lámparas o rodamientos calientes. La ignición de mezcla inflamable puede ocurrir a la temperatura de autoignición sin necesidad de energía adicional
<b>CHISPAS ELÉCTRICAS</b>	Ocurren durante cortocircuitos o descargas electrostáticas.
<b>CHISPAS POR FRICCIÓN O IMPACTO</b>	Ocurren cuando son golpeados los encerramientos de equipos.

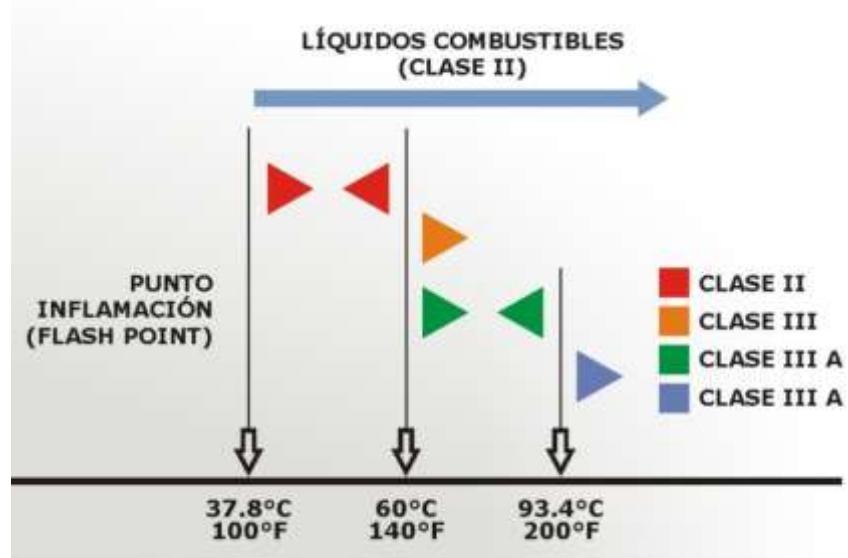
Los materiales combustibles presentan varios estados que se dan de acuerdo a su modo de fabricación, almacenamiento o de proceso, se pueden tener materiales que a temperatura ambiente son vapores pero que al enfriarlos se vuelven líquidos, o materiales que se almacenan a presiones altas, lo que influye en el modo en que escapan y se dispersan en la atmósfera.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b> <b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>	



**FIGURA 120 - COMPORTAMIENTO DE LOS LÍQUIDOS COMBUSTIBLES**

En la siguiente figura se puede observar la propiedad que define a un líquido combustible, y las divisiones que hay entre estos. Básicamente un líquido combustible se determina de acuerdo a su Flash Point.

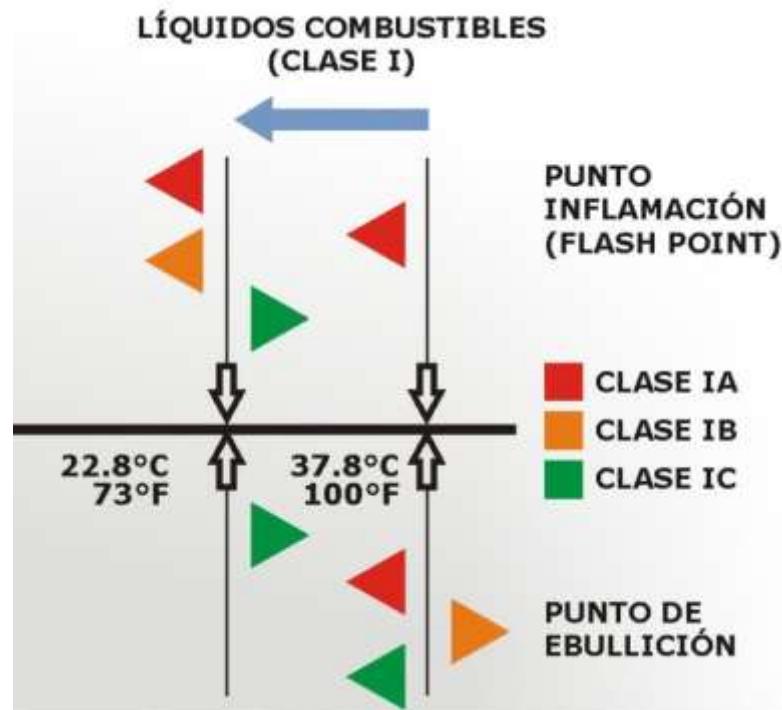


**FIGURA 121 - PROPIEDADES DE LOS LÍQUIDOS COMBUSTIBLES**

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>			
<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>	

## LÍQUIDO INFLAMABLE

En la siguiente figura se puede observar la propiedad que define a un líquido inflamable, y las divisiones que hay entre estos. Básicamente un líquido inflamable se determina de acuerdo a su Flash Point y su Punto de Ebullición.



**FIGURA 122 - PROPIEDADES DE LOS LÍQUIDOS INFLAMABLES**

## EL FUEGO

El fuego es un proceso de combustión de un cuerpo lo suficientemente grande como para emitir luz y calor. Corresponde a una reacción química continuada con generación de luz y calor, en la que se combinan elementos combustibles (agentes reductores) con el oxígeno del aire (agente oxidante) en presencia de calor.

La mayoría de los incendios involucran un combustible que es químicamente combinado con el oxígeno que normalmente se encuentra en la atmósfera del aire. El aire atmosférico contiene un 21% de oxígeno, 78% de nitrógeno, y 1% de otros gases. Sustancias como gas cloruro y sus componentes también serán capaces de mantener la combustión. Así mismo otras sustancias, tales como peróxidos orgánicos son conformados de tal manera que ellos contienen tanto combustible como moléculas de oxígeno dentro del compuesto, permitiendo entonces el que se queme en ausencia del oxígeno.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

#### **4.20.2 Criterios generales para la clasificación de áreas peligrosas**

##### **4.20.2.1 Método de clasificación**

Con el propósito de seleccionar y ubicar equipo eléctrico a ser usado en áreas donde pueden existir atmósferas de gases o vapores inflamables, es necesario definir la clasificación de las mismas, basándose en los siguientes criterios:

- La naturaleza del producto que escapa a la atmósfera, el cual identifica la CLASE.
- La frecuencia y extensión con las que las mezclas inflamables estarán presentes, las cuales definen la DIVISIÓN.
- La facilidad con la cual la mezcla inflamable tiende a incendiarse, la cual define el GRUPO.
- La temperatura de autoignición del material presente en las áreas, la cual especifica la temperatura externa máxima de operación de un equipo eléctrico.

##### **4.20.2.2 Determinación de áreas**

Para definir las áreas, es necesario recolectar toda la información básica acerca de la Instalación, la cual debe incluir como mínimo:

- Diagramas de flujo del proceso.
- Diagrama de tubería e instrumentación.
- Planos de ubicación de instrumentos incluyendo válvulas de alivio y ventea.
- Lista de productos que se manejan con sus características físico - químicas: puntos de inflamación, ebullición, etc.
- Plano de planta (Plot Plant) con todos los equipos, drenajes y venteos a la atmósfera.

##### **4.20.2.3 Clase**

De acuerdo con el Código Nacional Eléctrico Norteamericano (NEC) las áreas peligrosas se consideran divididas en las 3 clases siguientes:

- Clase I, aquellas áreas donde hay o puede haber gases o vapores en cantidad suficiente para producir mezclas inflamables.
- Clase II, Áreas en los que están presentes polvos combustibles.
- Clase III, Áreas en los que están presentes fibras o materiales que floten en el aire y que son fácilmente inflamables; pero en las que no es probable que se encuentren en suspensión en el aire en cantidad suficiente para producir mezclas inflamables.

##### **4.20.2.4 División**

La división indica el nivel de riesgo existente en el área a clasificar. Cuando se evalúa la división, es necesario tomar en cuenta el nivel de ventilación del área bajo estudio.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>

Se contemplan dos tipos de divisiones:

**a) División 1**

Se considera como División 1, aquellas áreas donde:

- Bajo condiciones normales de operación, o debido a labores frecuentes de reparación y mantenimiento, existen fugas de gases o vapores en concentraciones inflamables.
- Debido a rotura o funcionamiento anormal del equipo de proceso, puedan liberarse gases o vapores en concentraciones inflamables y simultáneamente pueda ocurrir una falla en el equipo eléctrico.

En general bajo las condiciones de operación establecidas previamente, tanto el escape continuo como el frecuente, clasifican un área como División 1.

**b) División 2**

Se considera como División 2 aquellas áreas donde:

- Se manejan, procesan o almacenan productos inflamables pero en la que normalmente no existen concentraciones peligrosas, ya que tales productos se encuentran en recipientes o sistemas cerrados de los cuales solo pueden escapar en caso de rotura o funcionamiento anormal de los equipos de proceso.
- Las concentraciones inflamables de gases o vapores son impedidas mediante sistemas de ventilación positiva y por lo tanto, únicamente la falla de dichos sistemas de ventilación pueden dar lugar a la presencia de una atmósfera inflamable.
- Contiguas a lugares Clase I, División 1 a las que puedan llegar ocasionalmente concentraciones inflamables de gases o vapores, a menos que tal comunicación sea evitada por sistemas de ventilación adecuados y se hayan previsto dispositivos para evitar la falla de dichos sistemas.

En general, bajo las condiciones de operación establecidas previamente, un escape eventual clasifica un área como División 2.

#### **4.20.2.5 Área no clasificada**

Se consideran como Área no Clasificada aquellos espacios:

- Adecuadamente ventilados donde los materiales estén contenidos en sistemas cerrados de tuberías, adecuados y bien mantenidos.
- Inadecuadamente ventilados, siempre que el sistema de tuberías no contengan válvulas, accesorios, bridás o artefactos similares.
- Donde los materiales combustibles son manejados en recipientes adecuados.
- Que rodean fuentes permanentes de ignición o superficies calientes tales como: calderas, hornos, tejas, etc., dado que éstos proveen la energía suficiente para encender una mezcla de gases o vapores inflamables. En el caso de fuentes de ignición intermitentes, la clasificación del área dependerá del análisis individual de cada situación.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

#### **4.20.2.6 Grupo**

Las características de explosividad de las mezclas inflamables de gases y vapores, viran dependiendo del tipo de material. Así la Clase I se divide en los grupos A, B, C Y D, dependiendo de la máxima intensidad de explosión y de la mínima temperatura de ignición de la mezcla considerada.

También se considera como factor importante para clasificar un material en un Grupo determinado, la facilidad de atenuación de una explosión en un espacio cerrado, con el fin de que no inicie una explosión en cualquier mezcla inflamable circundante.

#### **4.20.3 Reducción de riesgos**

Dadas sus características, el grupo eléctrico representa una fuente de ignición, por lo tanto es indispensable la reducción máxima de riesgos que puede lograrse a través de la combinación de los siguientes aspectos:

- Reducción de la magnitud de escapes
- Reducción de la frecuencia de escapes
- Provisión de adecuados niveles de ventilación, purga y presurización.

Los dos primeros se alcanzan a través de la aplicación de buenas prácticas de diseño, construcción, operación y mantenimiento. En cuanto al nivel de ventilación, puede variar la clasificación eléctrica de un área, ya que si la ventilación es adecuada, impide o minimiza la posibilidad de formación de mezclas inflamables.

#### **4.20.4 Criterios para definir la extensión de las áreas clasificadas como división 1 o división 2**

Se requiere hacer una cuidadosa evaluación de los siguientes factores:

- El material combustible o inflamable
- La densidad de vapor de dicho material
- Temperatura del material
- Presión de proceso o almacenamiento
- Tamaño de la fuga
- Ventilación

El volumen de líquido o vapor escapado es de extrema importancia en la determinación de la extensión de un área clasificada y es por lo tanto el factor que requiere del mejor criterio de ingeniería para establecerlo, sin perder de vista el propósito final, que es la instalación de equipo eléctrico.

Al realizar la clasificación se debe tener en cuenta que una unidad operativa puede tener una gran cantidad de fuentes de escape de productos inflamables, las cuales deben ser analizadas individualmente. No obstante, se pueden presentar casos en los cuales la clasificación individual de tales fuentes no sea factible, en cuyo caso, la unidad operativa entera podrá ser clasificada como única fuente de escape, después de un exhaustivo análisis de la extensión e interacción de las diferentes fuentes de escape.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

Para decidir entre usar un esquema de clasificación global de la planta o una clasificación por equipo individual, se debe tomar en consideración el volumen, la tasa de flujo y la presión de los equipos de proceso. El cuidadoso análisis de estos factores permite juzgar mejor cada situación particular. Así, el volumen escapado, la distancia alcanzada y el área de dispersión de una fuente particular, se incrementan proporcionalmente con el inventario, tasa de flujo y presión del equipo de proceso.

Los mismos criterios mencionados anteriormente, deben ser usados para decidir extender las áreas clasificadas como División 2. En general, se debe hacer una extensión adicional de un área clasificada como División 2, cuando una o más de las variables contenidas en la TABLA 58, estén en el rango de magnitud ALTO. Esta área División 2 adicional, debe tener una extensión horizontal igual a la del área División 2 que la origina y una altura de 0,6 m.

**TABLA 58- MAGNITUDES RELATIVAS DE TUBERÍA Y EQUIPO DE PROCESO QUE MANEJAN LÍQUIDOS O GASES INFLAMABLES**

VARIABLE	UNIDAD	BAJO	MAGNITUD	
			MODERADO	ALTO
<b>PRESIÓN (P)</b>	PSI	<100	100<P<500	>500
<b>VOLÚMEN(V)</b>	GAL	<5000	5000<V<25000	>25000
<b>TASA DE FLUJO</b>	GPM	<100	100<F<500	>500

#### 4.20.5 Clasificación de áreas

Es difícil eliminar por entero el equipo eléctrico de las áreas clasificadas, pero el equipo eléctrico instalado en estas ubicaciones puede ser la fuente que cause el encendido de materiales inflamables.

Lo conveniente es, entonces, usar equipos y materiales específicamente probados y aprobados para ser usados dentro de atmósferas peligrosas específicas.

Un factor determinante en la selección del equipo, es la clasificación del área por la naturaleza del material peligroso presente: gas, vapor, polvo, fibras o material flotante. Por esta razón es necesario entender claramente su identificación.

Las normas europeas y otras normas internacionales definen las áreas peligrosas de manera diferente que el NEC. Esto puede verse comparando el procedimiento de clasificación de áreas que sigue cada norma.

Así por ejemplo, la presencia en un área peligrosa de cajas o envolturas de plástico con recorridos desprotegidos de cables que ingresan directamente a las cajas con conectores en los cables, es algo que no se entiende fácilmente cuando se compara con la costumbre americana de efectuar instalaciones eléctricas en áreas peligrosas bajo las reglas del NEC, en donde en instalaciones similares los cables tienen que estar protegidos por conductos aprobados, con accesorios de sellado a menos de 500 mm de la caja o envoltura, la cual es generalmente de metal fundido. Obviamente entonces, el método de clasificación del área peligrosa varía de una a otra norma.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

De otro lado y de acuerdo con lo visto en el numeral anterior, los elementos que integran el triángulo de fuego (combustible, oxígeno y fuente de ignición) en cantidades adecuadas generan incendios o explosiones.

En instalaciones de la Industria petrolera, donde el objetivo es la producción, transporte, procesamiento de crudo y la obtención de productos derivados, combustibles e inflamables, si se considera la gran cantidad de posibles fuentes de ignición por los equipos y procesos que se realizan y la presencia del oxígeno de la atmósfera, la probabilidad de incendios o explosiones, es apreciable.

Para todos quienes de una u otra forma intervienen en las Industrias Petroleras, es claro que un incendio o explosión, debido a la fácil transmisión del fuego por la permanente presencia de productos combustibles e inflamables, puede llevar a la destrucción total de las instalaciones y a graves lesiones, incluso con pérdida de vidas humanas.

Con el objeto de reducir o eliminar este peligro es conveniente determinar el grado de riesgo que se puede presentar en cada sitio, el cual dependerá principalmente de la presencia de gases y vapores combustibles e inflamables, debido a que la existencia de oxígeno del aire y las fuentes de calor son prácticamente normales y permanentes en una instalación industrial de este tipo.

Las características de cada una de las sustancias inflamables son propias y debido a la gran variedad y cantidad de sustancias existentes, el tratamiento no puede ser único y general, sino que depende de dichas características.

Debido a que no hay manera exacta de medir la probabilidad de existencia de mezclas incendiabiles o explosivas en el ambiente y su presencia depende de condiciones eventuales, la Clasificación de un área determinada está en función del riesgo o posibilidad de que ellas existan y del tipo de incendio o explosión que se pueda presentar.

De acuerdo con lo explicado anteriormente, los factores que influyen en la clasificación de un área determinada, son: la existencia de una fuente de calor, la presencia de oxígeno y la posibilidad y características del tipo de combustible que se encuentre en forma de atmósfera inflamable.

Teniendo en cuenta lo anterior, se requiere conocer las normas para clasificar un área determinada, de acuerdo con las propiedades de los vapores, líquidos o gases inflamables y los polvos o fibras combustibles que puedan existir en la instalación y establecer la posibilidad de que se produzcan concentraciones o cantidades inflamables o combustibles.

#### **4.20.5.1 Procedimientos para la clasificación de áreas**

El procedimiento básico para la clasificación de un área con riesgo de explosión se puede abordar bajo tres etapas fundamentales:

##### **a) Caracterización de las sustancias**

Si se trabaja en una área donde se encuentran sustancias combustibles, ya sea porque hace parte del proceso mismo o porque se almacenan, es necesario conocer las propiedades de dichas sustancias para así poder determinar cómo reaccionan ante las temperaturas o chispas que pueden generarse por equipos eléctricos, o en caso de escape como va a ser el modo en que se disperse en la atmósfera.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

**b) Elaboración de planos**

Una vez conocidas las propiedades de las sustancias, el siguiente paso es determinar el grado de riesgo que se puede generar en una instalación ante un escape o un proceso normal de trabajo en donde se acumulen vapores o gases combustibles, para esto se elaboran planos en donde se puede observar los sitios de mayor riesgo por concentraciones peligrosas.

**c) Identificación de equipos eléctricos**

Después de establecer el área de riesgo o área clasificada, se determinan las características de los equipos eléctricos para instalarlos de forma segura en dichos lugares.

**4.20.6 Clasificación de áreas según el NEC- artículo 500**

En el Artículo 500 del National Electric Code (NEC) y en la NTC-2050, Sección 500, se clasifican las áreas según el tipo de material inflamable (Clase I, II, III) y por la presencia o posibilidad de presencia de concentraciones y cantidades inflamables o combustibles (División 1 o 2).

**4.20.6.1 Clases**

Por el tipo de material inflamable que pueda estar presente en el área que se analiza, los sitios o localizaciones se clasifican de acuerdo con el Código NTC 2050, como sigue:

**a) Clase I**

Estos son lugares dónde gases inflamables o vapores están o podrían estar presentes en el aire en cantidades suficientes para producir una explosión o una mezcla incendiable o explosiva.

**b) Clase II**

Estas son locaciones que son peligrosas por la presencia de polvo combustible. Éste se define como cualquier material sólido de 420 micrones o menos de diámetro que presente un peligro de incendio o explosión cuando se dispersa en el aire.

**c) Clase III**

Localizaciones Clase III son aquellas que son peligrosas a causa de la presencia de fibras o partículas fácilmente combustibles, pero en el que no es probable que tales fibras o partículas estén en suspensión en el aire en cantidades suficientes para producir mezclas combustibles o inflamables.

**4.20.6.2 Divisiones**

Cuando para las Clases anteriores. El Código NTC 2050 tiene en cuenta la presencia o posibilidad de presentarse los materiales inflamables, en los sitios o localizaciones bajo consideración, estas áreas se clasifican a su vez en divisiones, las cuales indican el nivel de riesgo presente en el área a clasificar.

Cuando se evalúa la división, es necesario tomar en cuenta la frecuencia de escape y el nivel de ventilación del área bajo estudio.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

Por lo anterior dicho Código establece como:

**a) División 1**

En esta división se encuentran aquellas áreas donde bajo condiciones normales de operación o debido a labores frecuentes de reparación y mantenimiento, existen fugas de gases o vapores en concentraciones inflamables.

Se considera área de División 1, también a las que debido a rotura o funcionamiento anormal del equipo de proceso, puedan liberarse gases o vapores en concentraciones inflamables y simultáneamente pueda ocurrir una falla en el equipo eléctrico.

**b) División 2**

Son consideradas en esta división, aquellas áreas donde se manejan, procesan o almacenan productos inflamables, pero en las que normalmente no existen concentraciones peligrosas, los productos se encuentran en recipientes o sistemas cerrados de los cuales solo pueden escapar en caso de rotura o funcionamiento anormal de los equipos de proceso, así como también, donde las concentraciones inflamables de gases o vapores son impedidas, mediante sistemas de ventilación positiva y por lo tanto, únicamente la falla de dichos sistemas puede dar lugar a la presencia de una atmósfera inflamable, contiguas a lugares Clase 1, División 1, a las que puedan llegar ocasionalmente concentraciones inflamables de gases o vapores, a menos que tal comunicación sea evitada por sistemas de ventilación adecuados y se hayan previsto dispositivos para evitar la falla de dichos sistemas. En consecuencia, las áreas donde se cumplan las condiciones descritas anteriormente se clasifican como División 2.

Las definiciones correspondientes a las áreas División 1 y 2 dentro de las tres clases indicadas anteriormente, se presentan en la TABLA 59.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>

**TABLA 59- CLASIFICACIÓN DE ÁREAS PELIGROSAS**

<b>CLASE</b>	<b>DIVISIÓN</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b>I</b>	<b>1</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Localizaciones en las cuales concentraciones peligrosas de GASES O VAPORES INFLAMABLES existen continuamente, intermitentemente o periódicamente bajo condiciones de operación normal.</li> <li>Localizaciones en las que concentraciones peligrosas de tales GASES O VAPORES pueden existir frecuentemente a causa de operaciones de mantenimiento, reparación o a causa de escapes.</li> <li>Localizaciones en las que una avería u operación defectuosa del equipo o proceso, PODRIA liberar concentraciones peligrosas de VAPORES O GASES INFLAMABLES y que esta falla PODRIA CAUSAR FALLA SIMULTANEA del equipo eléctrico, de tal manera que provoque directamente que este equipo se convierta en una fuente de ignición.</li> </ul>
	<b>2</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Localizaciones en las cuales se manejan, procesan o usan líquidos volátiles inflamables o gases inflamables, pero en las que los líquidos, vapores o gases peligrosos normalmente estarán confinados dentro de recipientes o sistemas cerrados, de los cuales pueden escapar solamente en caso de ruptura o alteración accidental de tales recipientes o sistemas, o en caso de operación anormal del equipo.</li> <li>Localizaciones en las que CONCENTRACIONES INCENDIABLES de gases o vapores, SON PREVENIDAS NORMALMENTE por ventilación mecánica positiva, pero las cuales podrían llegar a ser peligrosas por falla u operación anormal del equipo de ventilación.</li> <li>Localizaciones adyacentes a localizaciones clase I división 1 y a las cuales concentraciones peligrosas de gases o vapores podrían ocasionalmente ser comunicados a menos que tal comunicación sea evitada por ventilación a presión positiva, desde una fuente de aire limpio y se tomen precauciones efectivas contra falla de la ventilación.</li> </ul>
<b>II</b>	<b>1</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Localizaciones en las cuales polvo combustible está o puede estar en suspensión en el aire continuamente, o periódicamente bajo condiciones de operación normal, en cantidades suficientes para producir mezclas incendiables o explosivas.</li> <li>Localizaciones donde falla mecánica u operación anormal de la maquinaria o equipo podría hacer que tales mezclas sean producidas y podrían proveer también una fuente de ignición, debido a falla simultanea del equipo eléctrico, operación de aparatos de protección o de otras causas.</li> <li>Localizaciones en las cuales polvos de naturaleza conductiva eléctricamente pueden estar presentes.</li> </ul>

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>			
<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>	

CLASE	DIVISIÓN	DESCRIPCIÓN
	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Localizaciones en las cuales polvo combustible no estará normalmente en suspensión en el aire, o no será probable que sean arrojados en suspensión por la operación normal del equipo o aparatos en cantidades suficientes para producir mezclas incendiables o explosivas, pero donde tales depósitos o acumulaciones de tales polvos pueden ser suficientes para interferir en la disipación segura de calor del equipo eléctrico o aparatos.</li> <li>Donde tales depósitos o acumulaciones de polvo sobre, dentro, o en la vecindad de equipo eléctrico podría ser incendiado por arcos, chispas o material inflamado.</li> </ul>
<b>III</b>	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Localizaciones en las cuales se manipulan, fabrican o usan fibras fácilmente combustibles o materiales que producen partículas combustibles.</li> </ul>
	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Localizaciones en las cuales se almacenan o manipulan fibras fácilmente incendiables en procesos diferentes a los de manufactura.</li> </ul>

#### 4.20.6.3 Instalaciones Clase I, División 1

A continuación se describen algunas instalaciones de la industria petrolera y otras de diferentes industrias, clasificadas como Clase I, División 1, para que sirvan de guía en la decisión de asumir el área bajo estudio con esta clasificación.

En la Industria Petrolera:

- Sitios donde se transvasan de un recipiente a otro, líquidos volátiles inflamables, por medio de un sistema abierto, como el caso del llenadero de carro tanques.
- La parte interna de un tanque de techo cónico entre el nivel del líquido inflamable y el techo cónico del mismo.
- Alrededor de las válvulas de venteo o alivio de estos mismos tanques que contengan líquidos inflamables. (Ver figura No. 6 de la API-RP-500).
- En tanques de techo flotante, el espacio sobre el techo flotante de dicho tanque, hasta el borde superior, cuando el tanque contiene productos inflamables.
- En tanques o recipientes cerrados a los cuales se transfiera líquidos inflamables, el espacio alrededor de las válvulas de alivio o venteo.
- En los separadores API, o separadores de crudo-agua, aceite-agua, los espacios sobre el nivel de los líquidos del separador y el borde superior de dicho separador.
- En construcciones cerradas y no adecuadamente ventiladas, donde existan equipos que manejen productos líquidos o gases inflamables y dichos equipos puedan dejar escapar productos, o existan tuberías y válvulas o accesorios bridados o roscados.
- En construcciones cerradas o recintos, tipo casetas, que contengan instrumentos que normalmente introduzcan gases o vapores inflamables hacia el interior del recinto, para procesarlos, medirlos, o evaluarlos, como analizadores, cromatógrafos y espectrógrafos en línea con el proceso.
- En cunetas, cárcamos, manholes y en general depresiones, existentes en el piso de localizaciones donde se manejen vapores más pesados que el aire y cuya área ha sido clasificada como Clase I División 2.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>

A continuación algunos ejemplos de instalaciones que se presentan en la industria en general y en las cuales se considera existe Clase I, División 1.

- El interior de las cabinas de pintura por rociado y los alrededores de los lugares donde se realizan operaciones de pintura y rociado con uso de disolventes volátiles inflamables.
- Los lugares que contienen depósitos o recipientes abiertos con líquidos volátiles Inflamables.
- Las cámaras o compartimentos de secado por evaporación de disolventes Inflamables.
- Los lugares de extracción de aceites y grasas que contengan equipos que utilicen disolventes volátiles inflamables.
- Las áreas de las plantas de limpieza y tinte que utilicen líquidos inflamables.
- Los cuartos de generadores y otras áreas de las plantas de fabricación de gas en las que se puedan producir fugas de gases inflamables.
- Los cuartos de bombas de gases inflamables o líquidos volátiles inflamables que estén inadecuadamente ventilados.
- El interior de refrigeradores y congeladores en los que se guarden materiales volátiles inflamables en recipientes abiertos, ligeramente tapados o que se puedan romper.
- Todos los demás lugares donde exista la probabilidad de que se produzcan concentraciones combustibles de vapores o gases inflamables durante su funcionamiento normal.

#### **4.20.6.4 Instalaciones Clase I, División 2**

Esta clasificación incluye usualmente los lugares en los que se utilizan líquidos volátiles inflamables o vapores inflamables pero que, en análisis de ingeniería, sólo resultarían peligrosos en caso de accidente o funcionamiento anormal. Los factores que hay que tener en cuenta para establecer la clasificación y dimensiones de dichos lugares son la cantidad de materiales inflamables que podrían escapar en caso de accidente, la adecuación del equipo de ventilación, el área total involucrada y el historial de incendios o explosiones de esa industria o de ese negocio.

De acuerdo con la indicación anterior, gran cantidad de espacios en las plantas de la Industria Petrolera y en especial en Refinerías pueden considerarse bajo esta clasificación por lo siguiente:

- La mayoría de los equipos (bombas, compresores, intercambiadores, separadores), debido al proceso, que se realiza en refinería, manejan líquidos volátiles o vapores inflamables.
- En general todos los equipos a pesar de un adecuado mantenimiento, tienen partes o componentes que en cualquier momento pueden fallar por desgaste o simplemente daño inesperado de las partes, o como consecuencia del proceso.

Estos daños generalmente se presentan en los sellos de las bombas y compresores, empaques, bridadas, empaques de bridadas, elementos o accesorios roscados o bridados.

- La mayoría de las tuberías por las que se transportan líquidos, vapores y gases inflamables son tuberías bridadas (flanchadas), que cuentan con válvulas, mirillas, contadores y dispositivos similares, que por falla o deterioro puede generar escapes.
- Generalmente los procesos de la Industria Petrolera y en especial en las Refinerías, manejan cantidades considerables de líquidos y gases inflamables, que en caso de presentarse una falla inesperada de los equipos, aunque se detecte rápidamente, gran cantidad de producto saldrá al ambiente, no alcanzándose a diluir en el ambiente sin formar atmósferas explosivas.
- Normalmente las áreas consideradas como Clase I División 1, cuentan con un área Clase I División 2, de respaldo, cuyo volumen es todavía mayor que el generado por la División 1.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

Las tuberías unidas por soldadura y que no posean válvulas, contadores, mirillas y accesorios, se consideran que no generan situaciones peligrosas, aunque se utilicen para líquidos o gases inflamables. Los lugares utilizados para el almacenamiento de líquidos inflamables o gases licuados o comprimidos en depósitos herméticos, no se consideran normalmente lugares peligrosos a menos que también estén sometidos a otras condiciones de riesgo.

#### **4.20.6.5 Instalaciones Clase II, División 1**

Usualmente incluye áreas de trabajos de plantas de almacenaje y manejos de cereales; salones que contienen trilladoras o pulverizadoras, limpiadoras, separadoras de granos, descascaradoras, empacadoras, y todo equipo o maquinaria que produzca polvo similar en plantas de procesamiento de cereales, plantas de pulverización de azúcar, trilladoras de heno, y otras ocupaciones de naturaleza similar; plantas pulverizadoras de carbón (excepto donde el equipo de pulverización es a prueba de polvo); todas las áreas de trabajo donde se producen, procesan, manejan, empacan o almacenan (excepto en recipientes herméticos) polvos metálicos y polvos de tocador; y todas las otras localizaciones similares donde polvo combustible puede, bajo condiciones normales de operación, estar presente en el aire en cantidades suficientes para producir mezclas incendiadas o explosivas.

#### **4.20.6.6 Instalaciones Clase II, División 2.**

Normalmente incluyen localizaciones donde las concentraciones peligrosas de polvos en suspensión no serían probables, sino que podrían formarse sobre, o en la vecindad de equipo eléctrico, incluyendo salones y áreas que contienen solamente transportadores cerrados, tolvas cerradas, o máquinas y equipos desde los cuales escaparían cantidades apreciables de polvo solo bajo condiciones anormales de operación; salones o áreas donde la formación de concentraciones incendiadas o explosivas de polvo en suspensión se previene por la operación de equipo de control de polvo; y otras localizaciones similares.

#### **4.20.6.7 Instalaciones Clase III, División 1**

Estas localizaciones usualmente incluyen algunas partes de fábricas de rayón, algodón y otros textiles; plantas que manufacturan y procesan fibras combustibles; plantas de procesamiento de maderas; y establecimientos e industrias que involucran condiciones o procesos similarmente peligrosos.

#### **4.20.6.8 Clasificación de las atmósferas en grupos**

En general el grupo se refiere a las características de explosividad de las mezclas inflamables de gases y vapores, estas varían dependiendo del tipo de material envuelto. Así la Clase I se divide en los grupos A, B, C y D, dependiendo de la máxima intensidad de explosión y de la mínima temperatura de ignición de la mezcla considerada.

También se considera como factor importante para clasificar un material en un grupo determinado, la facilidad de atenuación de una explosión de ese material en un espacio cerrado, con el fin de que no incida una explosión en cualquier mezcla inflamable circundante.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

Teniendo en cuenta que algunas sustancias que forman las atmósferas incendiables o explosivas, tienen características similares que las hacen cercanas en cuanto al grado de peligrosidad, el NEC para las sustancias de la Clase I (líquidos, gases y vapores) ha reunido estas atmósferas en los siguientes grupos:

**a) Clase I**

- **GRUPO A**, atmósferas que contienen Acetileno.
- **GRUPO B**, atmósferas que contienen gases inflamables o vapores producidos por líquidos inflamables o líquidos combustibles que mezclados con el aire pueden incendiarse o explotar y tienen una Máxima Distancia Experimental de Seguridad MESG (Maximum Experimental Safe Gap) menor o igual a 0,45 mm, o una Relación de Mínima Corriente de Ignición - MIC (Minimum Igniting Current) Ratio, menor o igual a 0,40. Un material típico de este Grupo es el Hidrógeno.

Pertenecen a este grupo también: El Butadieno, Óxido de Etileno, Óxido de Propileno y Acroleína.

- **GRUPO C**, atmósferas que contienen gases inflamables o vapores producidos por líquidos inflamables o líquidos combustibles que mezclados con el aire pueden incendiarse o explotar y tienen una Máxima Distancia Experimental de Seguridad MESG (Maximum Experimental Safe Gap) mayor de 0,45 mm y menor o igual a 0,75 mm, o una Relación de Mínima Corriente de Ignición - MIC (Minimum Igniting Current) Ratio, mayor de 0,40 y menor o igual a 0,80. El material típico de este Grupo es el Etileno.

Pertenecen también a este grupo: El etil-éter, el ciclo propano, vapores de éter y el Isopreno.

- **GRUPO D**, atmósferas que contienen gases inflamables o vapores producidos por líquidos inflamables o líquidos combustibles que mezclados con el aire pueden incendiarse o explotar y tienen una Máxima Distancia Experimental de Seguridad MESG (Maximum Experimental Safe Gap) mayor de 0,75 mm, o una Relación de Mínima Corriente de Ignición - MIC (Minimum Igniting Current) Ratio, mayor de 0,80. El material típico de este Grupo es el Propano.

También pertenecen a este grupo: Acetona, Alcohol, Amoníaco, Bencina, Butano, Gasolina, solventes de laca, Hexano, Nafta, Metanol, Metano, Propileno, Estireno, Benzol y el gas natural.

De la misma forma para la Clase II (Polvos) se agruparon las sustancias, de acuerdo con sus características similares que las hacen cercanas en cuanto al grado de peligrosidad, reuniéndolas en los siguientes grupos:

**b) Clase II**

- **GRUPO E**, atmósferas que contienen polvo metálico, incluyendo aluminio, magnesio y sus aleaciones comerciales u otros polvos combustibles de partículas cuyo tamaño, abrasividad y conductividad presenten riesgos similares con el uso de equipos eléctricos.

Algunos polvos metálicos pueden tener características que requieran medidas de seguridad superiores a las reseñadas para los polvos de aluminio, magnesio y sus aleaciones comerciales. Por ejemplo, los polvos de circonio, torio y uranio tienen temperaturas de ignición muy bajas (a veces hasta de sólo 20 °C) y energías mínimas para ignición más bajas que cualquier otro material de los grupos de los lugares Clase I o Clase II.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>

- **GRUPO F**, atmósferas que contengan polvos combustibles de carbón que tengan más del 8 % total de partículas volátiles, como por ejemplo carbón vegetal, carbón mineral, negro de humo o polvos que estén sensibilizados por otros materiales de modo que presenten riesgo de explosión.
- **GRUPO G**, Atmósferas que contengan polvos combustibles no incluidos en los Grupos E o F, como harina, cereales, aserrín de madera, aserrín de plástico y productos químicos.

En la TABLA 60, cuya información es tomada del NEC (National Electrical Code), se encuentra una extensa lista de las sustancias inflamables, más ampliamente usadas o producidas en plantas industriales, junto con las características más importantes, de aquellas, pertenecientes a los grupos indicados. Esta tabla puede ser consultada también en la NFPA-497 "Recommended Practice for the Classification of Flammable Liquids, Gases, or Vapors and of Hazardous (Classified) Locations for Electrical Installations in Chemical Process Areas." Edición 2008.

**TABLA 60- CARACTERÍSTICAS SUSTANCIAS INFLAMABLES**

Clase	División	Grupo	Atmosfera típica Temperatura de ignición	Dispositivos cubiertos	Temperatura Media	Valor de Limitación
I <b>Gases, Vapores</b>	<b>1 Normal mente Peligrosos</b>	A	Acetileno (300C)			
		B	Butadieno (429C) Óxido de Etileno (429C) Hidrogeno (585C) Gas manufacturado Gases equivalentes Oxido de propileno	Todos los dispositivos e instalación alámbrica	Temperatura exterior máxima en 40º C ambiente	Por grupo: A-280C B-280C C-180C D-280C
		C	Acetaldehído (185C) Ciclopropano (498C) Etileno (450C) Vapores etil- eter (180C) Isopropeno (220C) Acetona (538 C)			

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>					
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>					
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>			

Clase	División	Grupo	Atmosfera típica Temperatura de ignición	Dispositivos cubiertos	Temperatura Media	Valor de Limitación
		D	Acrilonitrilo (481 C) Alcohol (343 - 428 C) Amoniaco (651C) Bencina (288C) Benzol (526C) Butano (405C) Bicloruro de Etileno (413C) Gasolina (280C) Hexano (261C) Solvente de Laca Nafta (232C) Gas natural Propano (466C) Propileno (497C) Estireno (490C) Acetato de vinilo (427C) Cloruro de vinilo (451C) p-Xileno (529C)			
	<b>2 No normal mente peligrosos</b>	A	Lo mismo División 1	Lámparas, resistores, bobinas, etc. Otros dispositivos que forman arcos (Ver Div 1)	Temperatura máxima interior no excede 80% de temperatura de ignición	80% T= A -240C B-468C C-224C (o dependiendo del gas)
		B	Lo mismo División 1			
		C	Lo mismo División 1			
		D	Lo mismo División 1			

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>					
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>					
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>			

Clase	División	Grupo	Atmosfera típica Temperatura de ignición	Dispositivos cubiertos	Temperatura Media	Valor de Limitación
<b>II Polvos combustibles</b>	<b>1 Normalmente peligrosos</b>	E	Polvo de metal, incluyendo aluminio. Magnesio y otras aleaciones comerciales y otros metales de características peligrosas similares	Dispositivos no sujetos a sobrecargas: Interruptores, medidores. Dispositivos sujetos a sobrecarga: motores, transformadores	Máxima temperatura exterior en 40° C ambiente con una sábana de polvo.	Sin Sobrecarga: E-200C F-200 C G-165C
		F	Negro de carbono, carbón, polvo de coque			Possible sobrecarga E,F,G-120C, no exceder valores sin sobrecarga, al sobrecargar
		G	Harina, almidón, polvo de granos			
	<b>2 No Normalmente peligrosos</b>	H	Lo mismo División 1	Artefactos de alumbrado.	Temperatura máxima exterior según condiciones de uso	Grupo: H-165C
<b>III Fibras y volátiles fácilmente inflamables</b>			Lo mismo a Clase II, División 1	Artefactos de alumbrado.	Lo mismo a Clase II, División. 2	

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

#### **4.20.7 Aspectos a tener en cuenta en una clasificación de áreas**

##### **4.20.7.1 Sustancias inflamables**

Las sustancias manejadas en la Industria Petrolera incluyen normalmente líquidos combustibles o inflamables, líquidos inflamables altamente volátiles, gases y vapores inflamables. Para las localizaciones a clasificar por presencia de gases, líquidos y vapores es necesario determinar a cuáles grupos NEC (A, B, C, D) pertenecen estas sustancias.

Como se indicó anteriormente, cada gas o vapor inflamable tiene un rango de concentraciones en el aire dentro del cual puede producir un incendio o explosión. Si la concentración está fuera de este rango de explosividad, la mezcla es muy rica o muy pobre para encender o explotar. La disolución de vapores por debajo del límite inferior de explosividad - LEL, por convección natural o ventilación forzada, provee protección contra una explosión.

Por el contrario, la probabilidad de que la concentración de la mezcla esté por encima del límite superior del rango de explosividad UEL, no proporciona ninguna seguridad pues la concentración puede pasar por el rango de explosividad antes de alcanzar el límite superior. De otro lado, enriqueciendo aire con oxígeno tiende a ampliarse el rango de explosividad: en una atmósfera de oxígeno puro, muchos materiales ordinariamente no inflamables se quemarán vigorosamente; así pues, equipo eléctrico que es seguro en mezclas de combustible y aire determinadas, no necesariamente será seguro en mezclas de combustible y aire enriquecido con oxígeno.

Cuando un líquido inflamable se derrama, el área no se hace peligrosa hasta que se haya evaporado suficiente cantidad de líquido para que la concentración de vapor alcance el límite inferior de explosividad- LEL. Sin embargo, cuando un gas inflamable es liberado, el área se hace peligrosa inmediatamente. Entre más volátil es un líquido, la concentración de vapor alcanzará más rápidamente el límite inferior de explosividad. Aquí es importante recordar que el punto de inflamación (Flash Point) de un líquido inflamable es la temperatura a la cual el líquido produce suficientes vapores para formar una mezcla incendiable, esto es, para que alcance el límite inferior de explosividad.

##### **a) Gases inflamables más livianos que el aire**

Estos gases se encuentran con frecuencia en la industria del petróleo, incluyen metano y mezclas de metano con pequeñas cantidades de hidrocarburos de peso molecular bajo, lo que hace las mezclas generalmente más livianas que el aire.

Los gases más livianos que el aire, cuando son liberados, se disiparán rápidamente a causa de su densidad y usualmente no afectarán un área amplia, a diferencia de los vapores de líquidos inflamables o materiales de los GLP (Gases Licuados del Petróleo) que son vapores más pesados que el aire (Densidad >1), y se disipan más lentamente, e incluso pueden permanecer sin disiparse en espacios encerrados. Estos gases más livianos que el aire raras veces producen mezclas peligrosas en las zonas más cercanas al piso donde se hacen la mayoría de las instalaciones eléctricas.

Al hidrógeno que también es utilizado y encontrado en la Industria Petrolera, debe dársele especial consideración a causa de sus propiedades de amplio rango de mezcla explosiva, alta velocidad de propagación de la llama, baja densidad de vapor, bajo nivel de energía mínima de ignición y relativamente alta temperatura de ignición (1058° F). Otro gas estable de uso frecuente en la industria del petróleo es el Etileno cuyo tratamiento debe ser conservativo debido principalmente a que su

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>

densidad es igual a la del aire mezclándose con este y dispersándose prácticamente en todas las direcciones, siendo además su rango de explosividad bastante amplio, lo que hace que cualquier cantidad de etileno sea peligrosa.

#### **b) Gases licuados del petróleo (GLP)**

Los GLP incluyen propanos, butanos y mezclas de estos, que tienen densidades desde 1.5 hasta aproximadamente 2.0 veces la del aire. Las presiones de vapor de estos gases exceden 400 Psia a 100° F.

Los Gases Licuados del Petróleo (GLP) liberados como un líquido, son altamente volátiles y tienen bajas temperaturas de ebullición de tal manera que toman rápidamente calor del ambiente, creando grandes volúmenes de vapor. Estos gases, deberán tratarse muy conservativamente al considerar la extensión del área afectada, especialmente cuando son liberados en o cerca de nivel del piso, pues debido a su densidad relativamente alta ( $D>1$ ), su dispersión es más lenta y forman mezclas peligrosas en las zonas cercanas al piso, donde se hacen la mayoría de las instalaciones eléctricas.

#### **c) Líquidos inflamables y combustibles**

Los Líquidos inflamables y combustibles varían en volatilidad y son Clasificados por la NFPA-30.

Los líquidos inflamables CLASE I usualmente son manejados a temperaturas cercanas o sobre su Punto de Inflamación (Flash Point), lo que consecuentemente hace que puedan generar atmósferas explosivas. En caso de ser liberados en apreciables cantidades a la atmósfera, pueden producir grandes volúmenes de vapor.

Este es particularmente el caso de los líquidos más volátiles de esta clase, tales como, los hexanos y las gasolinas: natural, motor y de aviación. Los líquidos más pesados (menos volátiles) tales como algunos adelgazadores, solventes, xilenos, toluenos, MEK y algunos productos intermedios de refinación; liberan vapor más lentamente a las temperaturas de almacenamiento normal, y solamente son peligrosos cerca de la superficie del líquido. A temperaturas altas, sin embargo, estos líquidos más pesados producen mayores volúmenes de vapor que pueden difundirse en grandes espacios.

Estos vapores, aun cuando sean rápidamente producidos, tienen una tendencia natural a dispersarse en la atmósfera y así, llegan a ser diluidos rápidamente a concentraciones por debajo del límite inferior del rango de explosividad. Esta tendencia es acelerada por el movimiento del aire.

Las densidades de aire saturado con vapores de líquidos inflamables a temperaturas atmosféricas ordinarias generalmente son mayores que la del aire. Sin embargo, cuando estos vapores están diluidos en suficiente aire para formar una mezcla inflamable, la densidad de la mezcla se aproxima a la del aire.

Para los líquidos inflamables CLASE II que incluyen keroseno, Diesel Combustible, la mayoría de los solventes, algunos aceites de calentamiento y aceites combustibles más pesados, el grado de peligro es bajo porque la liberación de vapor es casi nula a las temperaturas de manejo y almacenamiento normales (bajo su Flash Point). Cuando estos líquidos son calentados sobre su temperatura de inflamación (Flash Point), se generan vapores adicionales y la probabilidad de incendio o explosión se incrementa.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

La posibilidad de ignición por algún equipo eléctrico, de los vapores de líquidos Clase II no es tan grande como para los líquidos CLASE I, porque los vapores no viajan tan lejos. A temperaturas ambientales relativamente bajas los líquidos Clase II no producen vapores en suficiente cantidad para ser considerados en la clasificación, sin embargo esta producción de vapores está supeditada a la temperatura ambiente en donde se encuentre presente el líquido, la cual es influida por los equipos y procesos que se desarrollan en inmediaciones, haciendo que la temperatura pueda acercarse o sobrepasar en algún momento su temperatura de inflamación.

Los líquidos CLASE III que tienen un punto de inflamación igual o mayor de 140 ° F cuando son calentados sustancialmente por encima de su punto de inflamación, producen vapores que son inflamables, pero la extensión de estas áreas clasificadas normalmente es pequeña y se localizan alrededor del punto donde se produce la liberación de dichos vapores. Estos líquidos normalmente no producen vapores en suficiente cantidad para ser considerados en una Clasificación de Áreas.

#### **d) El crudo (Petróleo Crudo)**

Una clasificación específica para el crudo (petróleo crudo) no es posible, porque el crudo a pesar de la alta densidad que parece tener, es una mezcla de hidrocarburos de una variada y amplia composición. Algunos crudos pueden incluir volátiles (por ejemplo: butano, propano, o gasolina natural), sin embargo, el Crudo usualmente es clasificado como un líquido inflamable Clase I y su punto de inflamación (Flash Point) generalmente es considerado entre - 6.7 y 32.2°C (20-90°F).

#### **e) Líquidos criogénicos inflamables y otros materiales combustibles fríos licuados**

Los líquidos criogénicos se manejan normalmente por debajo de -101°C (-150°F), se comportan como líquidos inflamables cuando se derraman o escapan. Pequeños derrames líquidos se vaporizan inmediatamente, pero los grandes escapes permanecen en estado líquido por un tiempo prolongado.

A medida que el líquido absorbe calor, se vaporiza y puede formar una mezcla incendiable. Algunos materiales combustibles licuados, no criogénicos, se almacenan a bajas temperaturas y presiones cerca de la atmosférica; se incluyen amoníaco anhidro, propano, etano, etileno y propileno.

#### **4.20.7.2 Condiciones de operación y de proceso**

La decisión para clasificar un área está basada en la probabilidad de que gases o vapores inflamables pueden estar presentes en esta. Posibles fuentes de liberación incluyen venteos, válvulas de control, drenajes, sellos de bombas y compresores, accesorios, tubos, niples y sellos de techos flotantes. La ocurrencia de liberación de algunas sustancias inflamables en aparatos es tan infrecuente y pequeña que no es necesario considerarlos como una fuente o un área abierta adecuadamente ventilada para clasificar por el hecho de contener estos aparatos.

Teniendo en cuenta el producto que pueda estar presente, se determina la Clase y el Grupo. El siguiente paso es determinar la probabilidad de que un gas o vapor haya sido liberado en suficiente cantidad para hacer incendiable la atmósfera durante la operación normal (División 1) o solamente como resultado de una inusual ocurrencia o condiciones anormales (División 2).

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

**a) Consideraciones sobre localizaciones División 1**

Para asignar la clasificación División 1 a una localización, se tiene en cuenta si es probable que en dicha localización estén presentes gases o vapores inflamables bajo condiciones normales. Por ejemplo, la presencia de vapores inflamables en la vecindad de un venteo de un tanque que contiene gasolina es normal y requiere una clasificación División 1. Sin embargo, normal no necesariamente significa la situación que prevalece cuando cada aparato está trabajando adecuadamente. Por ejemplo, un procedimiento dentro de un proceso, podría ser tan sensible para controlar, que requiera abrir frecuentemente válvulas de alivio; si estas válvulas liberan vapor o líquido inflamable a la atmósfera, el área adyacente al punto de liberación debe ser clasificada como División 1. Sin embargo, si la operación de las válvulas de alivio ocurre infrecuentemente bajo condiciones no usuales, esta no será considerada normal.

Por lo anterior el diseñador debe enterarse de la localización de todas las válvulas de alivio y venteo de operación normal asociados con el equipo de proceso o almacenamiento y clasificar las áreas adyacentes como División 1.

Similarmente, pueden existir casos en donde son necesarias reparaciones y mantenimientos frecuentes. Estos son considerados como normales y si se liberan cantidades de vapor o líquido inflamable como un resultado del mantenimiento, la localización es División 1. Sin embargo, si las reparaciones no se requieren usualmente, la necesidad de hacer trabajo de reparación se considera anormal. En cualquier caso, la clasificación o reclasificación de la localización, en lo relacionado con trabajos de mantenimiento de equipos, es afectada por operaciones tales como alivio de presiones internas de fluido, drenajes o evacuación de gas bajo la supervisión de un operador experimentado.

**b) Consideraciones sobre localizaciones División 2**

El criterio para asignar la clasificación División 2 es si la localización es probable que tenga presentes gases o vapores inflamables solamente bajo condiciones anormales. El término anormal se usa aquí en un sentido limitado. Se aplica para cubrir el tipo de accidente para el cual hay protección factible; este no incluye una gran catástrofe contra la cual no es factible protección alguna.

Como un ejemplo, se considera que una localización ventilada adecuadamente tiene una bomba de proceso, con un sello en el eje que libera gases o vapores inflamables del líquido de proceso que maneja la bomba, solo bajo condiciones anormales. En este caso, no hay localización División 1 porque la liberación de gases o vapores a través del sello, solo sería posible en caso de un daño o rompimiento de alguna parte del sello, lo cual sería anormal. Por lo tanto, el área que rodea la bomba es clasificada como División 2.

El equipo de proceso no falla muy a menudo, pero no obstante, los requisitos del NEC establecen que las instalaciones eléctricas en localizaciones División 2 permiten ser consideradas como una fuente de ignición, en el evento de que pueda ocurrir simultáneamente una falla en el equipo eléctrico. Esta simultaneidad no sucede frecuentemente; como un ejemplo asúmase que tanto el equipo de proceso como el eléctrico fallen una vez cada 8.760 horas (un año). La posibilidad de que ambos tipos de equipo fallen durante la misma hora es de una en 64 millones, lo que indica que es muy remota; obsérvese que estas frecuencias de falla asumidas son altas, ya que en la práctica las fallas usualmente ocurren durante un intervalo de tiempo más corto que una hora.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

Sobre una base realista, la posibilidad de falla simultánea es muy remota, por lo que esta consideración justifica el reconocimiento y aceptación del concepto División 2.

La clasificación División 2 es igualmente aplicable a una zona de transición que normalmente deberá existir entre una División 1, existente a causa de la presencia normal de vapores inflamables y una localización No Clasificada. Obviamente gases y vapores inflamables no podrán estar presentes a un solo lado de una línea imaginaria y nunca en el lado opuesto, deberá haber una zona de transición donde los gases o vapores inflamables puedan estar presentes bajo condiciones anormales. Condiciones anormales para este caso podrían ser por ejemplo: corrientes de aire desfavorables, una liberación anormal de gran cantidad de materiales inflamables, etc.

Considérese el caso de una fuente que libera material inflamable durante la operación normal. Esta fuente estará circundada por una localización División 1, la cual a su vez está circundada por una localización División 2 concéntrica más grande. División 2 es la zona de transición o aledaña, el área exterior a la División 2 se considerará como no peligrosa.

Podría haber casos en los que una barrera intraspasable (que se denomina Barrera de vapor) tal como un muro, podría servir completamente para prevenir la dispersión de vapor. En tal caso, no debería aplicarse este concepto y no deberá haber zona aledaña, División 2.

Cuando una edificación (o un área cerrada, similar) es clasificada como División 1 (toda el área interna de la edificación), debido a que el equipo dentro de esta edificación maneja gases o vapores de líquidos inflamables, un área División 2 como zona de transición puede ser incluida alrededor de todos los muros que no se consideren barreras de vapor y alrededor de algunos sitios donde existan aberturas en el muro, como las puertas y ventanas.

De igual manera que el caso descrito en el párrafo anterior, cuando una edificación (o un área cerrada, similar) es clasificada como División 2 (toda el área interna de la edificación), debido a que los equipos dentro de esta edificación manejan gases o vapores de líquidos inflamables, no necesariamente debe extenderse un área División 2 alrededor de todos los muros que no se consideren barreras de vapor y alrededor de los sitios donde existan aberturas en el muro, como las puertas y ventanas, excepto que un equipo interior requiera una clasificación por distancias, debido a aperturas como puertas y ventanas, donde ocasionalmente debido a la comunicación, podrían presentarse los gases o vapores del equipo instalado en el interior. Aunque generalmente lo que se recomienda es no colocar equipos eléctricos que generen chispa o altas temperaturas en las áreas adyacentes a tales aberturas.

### c) Localizaciones No Clasificadas

La experiencia ha demostrado que la liberación de material inflamable por algunas operaciones y aparatos es tan poco frecuente que no es necesario clasificar las áreas circundantes. A continuación se presentan ejemplos de tales situaciones:

- Sitios donde las sustancias inflamables son contenidas en Sistemas de Tubería soldada, sin válvulas, flanges o aparatos similares.
- Áreas donde los vapores o líquidos inflamables son almacenados o transportados solamente en recipientes adecuados (ver las recomendaciones NFPA, las reglas del Ministerio de Transporte de Colombia, sobre el transporte de mercancías peligrosas, la Norma NTC 1692, y las normas del DOT – US Department of Transportation- que especifican los recipientes para vapores o líquidos inflamables).

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>

- Localizaciones ventiladas adecuadamente alrededor de equipos que continuamente tengan fuentes de llamas o calor, como el caso de hornos y tipos de teas, no necesitan ser clasificados únicamente en razón al gas combustible que pudiera considerarse como una fuente de material inflamable.
- En casos prácticos, áreas circundando **fuentes de ignición permanente** tales como equipo de encendido, usualmente permanecen **No Clasificadas** sin importar la probabilidad de liberación de vapor inflamable. Por ejemplo en calderas, hornos y teas.

#### d) **Localizaciones especiales que deben clasificarse**

Es conveniente advertir que algunas localizaciones que parecieran no requerir ser clasificadas, deben ser revisadas, teniendo en cuenta que se podrían liberar vapores inflamables en cantidades suficientes para crear peligro en localizaciones inesperadas. Por ejemplo, una torre enfriadora donde se maneja “solamente agua” podría ser verdaderamente una fuente de vapor y requerir clasificación propia. Pequeñas cantidades de sustancias inflamables podrían contaminar el agua de enfriamiento en numerosos equipos de una unidad de proceso y luego, ayudados por el efecto de ventilación ser vaporizados mezclándolos con una buena cantidad de aire liberados en la torre enfriadora, generando atmósferas inflamables.

Otro ejemplo es un cuarto de baterías, donde se podrían liberar cantidades apreciables de hidrógeno y crear peligro en un cuarto que se encuentre inadecuadamente ventilado.

#### 4.20.7.3 Ventilación

La decisión de clasificar una localización como División 1, División 2 o No Clasificada, depende en parte del grado de ventilación de la localización. No es permitido considerar como No Clasificada, un área que es Clasificada, suministrando ventilación, si dentro de esta área cerrada se encuentran aparatos que manejen hidrocarburos.

Persianas, celosías y rejillas abiertas colocadas en techos, pisos o muros se considerarán en general como pisos, techos y muros abiertos, para propósito de ventilación. Las celosías y persianas que se pueden cerrar serán consideradas como pisos, techos o muros cerrados. Las celosías y persianas que permanecen abiertas y solo se cierran automáticamente en caso de incendio, pueden considerarse como muros, pisos y techos abiertos, para el propósito de ventilación. Cuando en un piso existen elementos estructurales, columnas y otros que representen menos del 15% del área total, pueden no tenerse en cuenta para la determinación del grado de ventilación.

En general una localización naturalmente ventilada debe ser esencialmente abierta y libre de obstrucciones para el paso natural del aire a través de ella en forma horizontal y vertical. Esta construcción puede ser techada o parcialmente cerrada por los lados o ambos.

Una **ventilación adecuada** es la ventilación (natural o artificial) que es suficiente para prevenir la acumulación de cantidades significativas de mezclas aire-vapor o gas-aire en concentraciones sobre el 25% del límite bajo de explosividad (o inflamabilidad) LFL – LEL.

Una ventilación adecuada debe proporcionar alrededor de 6 cambios de aire por hora (NFPA-497. Numeral 3.3.1) para áreas cerradas, según cálculos deberá considerarse un factor de seguridad de 2, estableciendo: 12 cambios de aire por hora (API-RP-500 6.3.2.4.5) ó 0,028 m<sup>3</sup>/ min (1 cfm) por cada pie<sup>2</sup> de área de piso.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

Para la ventilación de áreas clasificadas la toma de aire deberá hacerse desde un área (sana) No Clasificada y que garantice que en ningún caso habrá posibilidad de mezclas explosivas.

Por lo anterior para el caso de ventilación mecánica de un sitio determinado, se tiene que considerar que los equipos que suministran el aire fresco (sin contaminantes) deberán proveer al espacio a ventilar por lo menos 12 cambios por hora del volumen de aire del espacio considerado.

#### **4.20.7.4 Extracción**

En caso de utilizar un sistema de extracción y no de ventilación, aunque realmente el efecto es equivalente, se deben hacer los cálculos para garantizar que el equipo que se instale, realice entre 6 y 12 cambios de aire por hora del volumen del recinto.

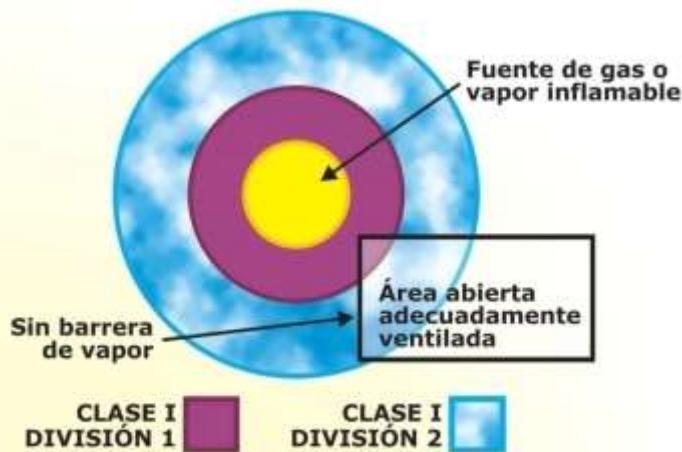
Un aspecto importante en este caso es asegurar que el aire de renovación que ingresa al recinto en reemplazo del que se está extrayendo, sea aire de calidad adecuada, libre de contaminantes y de posibles trazas de productos inflamables o combustibles. Es conveniente permitir un área de ingreso de aire, provista de filtros y adecuadamente ubicada para que el aire que se tome del ambiente sea lo más limpio posible.

#### **4.20.7.5 Áreas adyacentes**

La vecindad de algunas áreas clasificadas, puede hacer cambiar la clasificación de áreas dentro de un sitio o construcción, dependiendo de ciertas condiciones constructivas y de proximidad al área clasificada. Este aspecto es importante tenerlo en cuenta en el análisis de estructuras y construcciones hechas dentro del alcance de un área clasificada.

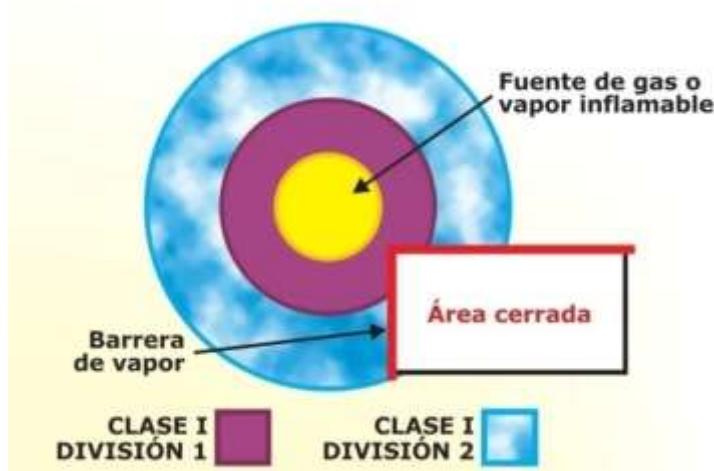
- Un sitio abierto y ventilado adecuadamente, que se encuentra dentro de un área clasificada y que no está separado por una barrera de vapor (Construcción de muro y techo en concreto que garantiza que por ningún motivo pasará a través de él, vapor inflamable), deberá clasificarse como se indica en la FIGURA 123.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b> <b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>	



**FIGURA 123 - SITIO ABIERTO Y VENTILADO ADECUADAMENTE, QUE SE ENCUENTRA DENTRO DE UN ÁREA CLASIFICADA Y NO ESTÁ SEPARADO POR UNA BARRERA DE VAPOR**

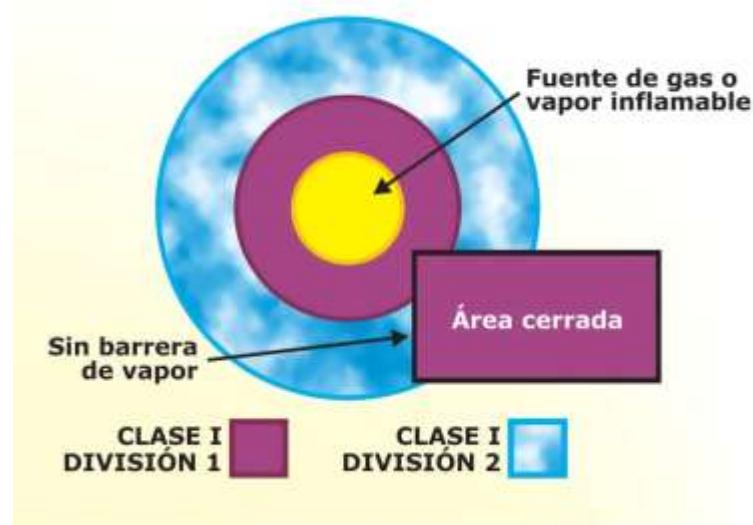
- Un sitio cerrado, adyacente a un área clasificada y separada de esta, por una barrera de vapor (construcción de muro y techo en concreto que garantiza que por ningún motivo pasará a través de él, vapor inflamable) deberá clasificarse como No Clasificada, considerando solamente la fuente externa. Ver FIGURA 124.



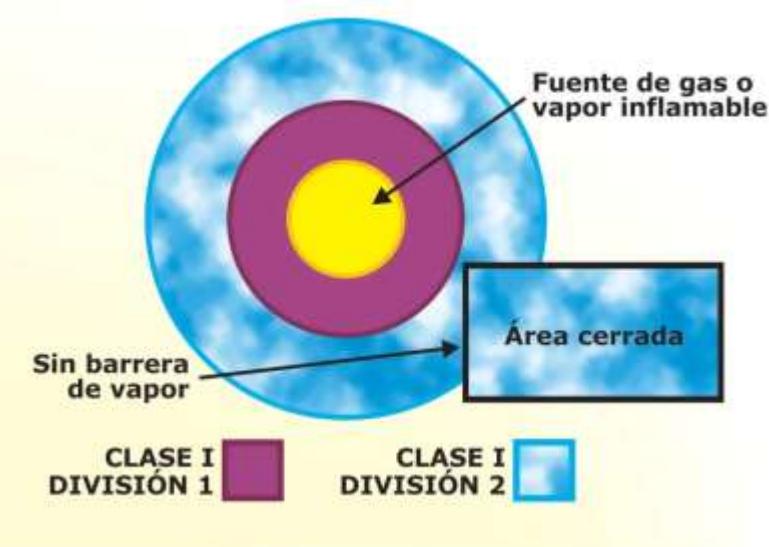
**FIGURA 124 - SITIO CERRADO, ADYACENTE A UN ÁREA CLASIFICADA Y SEPARADA DE ESTA, POR UNA BARRERA DE VAPOR**

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>			
<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>	

- Un sitio cerrado, adyacente a un área clasificada, que no está separada por una barrera de vapor (construcción de muro y techo en concreto que garantiza que por ningún motivo pasará a través de él, vapor inflamable), deberá clasificarse con la más alta y exigente clasificación del área donde está incluida. Ver FIGURA 125 y FIGURA 126.



**FIGURA 125 - SITO CERRADO, ADYACENTE A UN ÁREA CLASIFICADA Y QUE NO ESTÁ SEPARADA POR UNA BARRERA DE VAPOR**



**FIGURA 126 - SITO CERRADO, ADYACENTE A UN ÁREA CLASIFICADA Y QUE NO ESTÁ SEPARADA POR UNA BARRERA DE VAPOR**

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

#### **4.20.7.6 Purgado y presurizado**

En algunas aplicaciones o sitios en los cuales es indispensable que el área no sea clasificada debido a que los equipos que se requiere instalar, por su cantidad, complejidad y disponibilidad de manejo, no se consiguen en versiones aptas para áreas peligrosas, o los costos de disponer de este tipo de equipos serían prohibitivos, se pueden utilizar otras técnicas que garantizan que no van a estar presentes en el área requerida, gases o vapores inflamables. Una de esas técnicas muy utilizadas en el ambiente de refinería, en la parte de cuartos de control de plantas, subestaciones, cuartos de interruptores y centros de control de motores, es la presurización.

##### **a) Presurización**

Tomando la definición de la NFPA-496 la Presurización: "Es el proceso de proporcionar a un encerramiento, un gas de protección, con o sin el flujo continuo, a la presión suficiente para prevenir la entrada de un gas o vapor inflamable, un polvo combustible, o una fibra incendiable".

Dentro de las instalaciones a las cuales se les suministre presurización no pueden existir equipos, instrumentos o accesorios, que puedan generar fuentes de escape de gases o vapores inflamables, puesto que el mismo gas o aire de la presurización se encargaría de llevar los gases o vapores a los sitios donde haya fuentes de ignición.

El encerramiento a presurizar debe garantizar que la presión interna sea contenida por todas las partes que conformen dicho encerramiento. Además debe soportar sobre presiones exteriores que se puedan presentar y que traten de introducir gases en el encerramiento. Cuando se trate de construcciones como cuartos de control, las puertas y las ventanas deben garantizar soportar las sobre presiones externas que se puedan presentar, y las presiones internas debidas al sistema de presurización.

El encerramiento protegido se debe mantener a una presión positiva de por lo menos 25 Pascales (0,1 pulgadas de agua) sobre la atmósfera circundante durante el funcionamiento del equipo protegido.

En caso de falla y que se pierda la presión positiva en el encerramiento protegido, el sistema deberá contar con un dispositivo como un indicador, alarma, interruptor de corte, o sistema de enclavamiento que le avise al usuario para tomar la acción de apagar o desenergizar manualmente o automáticamente el equipo capaz de producir la ignición.

Dependiendo del tipo de sistema de presurización que se contemple, los dispositivos indicarán o realizarán los cortes de energía.

Se podrán utilizar como medio de protección Aire o gases no inflamables (por ejemplo: nitrógeno), siempre que estén libres de contaminantes y de trazos de material combustible o inflamable.

En Plantas de Proceso Industrial, entre las cuales se incluye la industria Petrolera y en especial las Refinerías y las Plantas Petroquímicas, se utiliza esta técnica para reducir o eliminar la clasificación de áreas de cuartos de control, subestaciones y cuartos de interruptores de potencia, que según su ubicación con respecto a los equipos de proceso estarían en áreas de riesgo de presencia de productos inflamables. Para estos casos se utiliza aire como medio de protección.

Generalmente se emplea aire acondicionado que puede trabajar como sistema de presurización, siempre y cuando cumpla el requisito de mantener la presión positiva interna diferencial de 25 Pascales (0,1 pulgadas de agua) sobre la presión exterior al cuarto de control; además el punto de toma de aire

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>

de reposición (o aire fresco), debe estar fuera del área en la cual se pueda presentar producto inflamable o combustible en cualquier momento, y disponer de filtros que la hagan libre en general de contaminantes.

Para garantizar que la presión positiva diferencial de aire interno exista en todo momento, normalmente se instalan sistemas o equipos de respaldo del equipo principal, que funcionan en caso de falla.

### **Tipos de Presurización**

- **TIPO X:** Reduce la clasificación dentro del cerramiento protegido de Clase I, División 1 o Clase I, Zona 1 a No Clasificado.  
En este tipo de presurización, cuando la presión positiva del gas de protección falla, además de las alarmas y señalizaciones de la falla en el sistema de presurización, debe existir un interruptor o enclavamiento que automáticamente desenergiza todos los circuitos que alimentan equipos que no posean un cerramiento aprobado para funcionar en División 1 o Zona 1.
- **TIPO Y:** Reduce la clasificación dentro del cerramiento protegido de División 1 a División 2 o de Zona 1 a Zona 2.  
Teniendo en cuenta que el sistema de presurización solo reduce la clasificación, los equipos que se instalen dentro de este cerramiento deben ser aptos para funcionar en División 2 o Zona 2.
- **TIPO Z:** Reduce la clasificación dentro del cerramiento protegido de Clase I, División 2 o de Clase I, Zona 2 a No Clasificada.  
Básicamente en este tipo de presurización, se instalan indicadores y alarmas en lugares muy visibles, que anuncian la falla del sistema de presurización para que se tomen las medidas dependiendo del riesgo.

#### **b) Purgado**

Es un método utilizado para reducir y eliminar el riesgo de incendio o explosión que se presenta en un cerramiento debido a la presencia de gases o vapores inflamables, consistente en suministrar un gas de protección al cerramiento con una presión y flujo suficientes para que la concentración de dichos gases o vapores, se reduzca a niveles aceptables.

Para mayor Información sobre purgado y presurización, consultar la Norma NFPA 496.

#### **4.20.7.7 Detectores de gas combustible**

En algunos sitios en los cuales existe tránsito reducido de personal, y básicamente quienes por allí pueden circular son personas de operación y mantenimiento que conocen muy bien la planta y los riesgos existentes, además de presentarse una baja posibilidad de presencia de productos inflamables o combustibles plenamente identificados, pueden utilizarse detectores de gas combustible, para reducir la clasificación de áreas o simplemente para determinar la presencia de productos conocidos y tomar medidas adicionales de precaución.

Es importante tener en cuenta que en los sitios en los cuales pueda ocurrir la presencia de productos inflamables o combustibles en condiciones normales, estos detectores de gases combustibles no son aceptados como sistema para reducir la clasificación de áreas y solo podrán utilizarse como medios detectores para minimizar riesgos tomando medidas complementarias de seguridad.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

Los detectores de gas combustible deben cumplir por lo menos los siguientes requisitos:

- Ser exclusivos para detectar el tipo de gas o vapor que pudiera estar presente en esta localización.
- Ser aprobados por un laboratorio de reconocimiento nacional o internacional.
- Ser detectores permanentes y fijos, adecuadamente montados y conectados.
- Deben contar con suficientes sensores para asegurar que puede detectar la presencia de los vapores o gases en cualquier parte del área a controlar.
- Los detectores deben calibrarse de acuerdo con las recomendaciones de los fabricantes y con la regularidad que ellos establezcan, sin que se sobrepase de tres meses.

Los detectores pueden calibrarse para activarse a diferentes porcentajes de concentración de gases o vapores respecto al Nivel Mínimo de Inflamabilidad LFL del gas o vapor que pudiera estar presente en un momento dado. Generalmente cuando se calibran alrededor del 30% o menos del LFL, se produce una alarma o indicación para que se tomen las medidas de precaución que se tengan establecidas. Cuando se ajustan a un porcentaje superior, que se aproxime al valor del LFL, además de dar la señalización, se debe iniciar un proceso automático de desconexión de la energía que se suministra a los equipos del área, que no están capacitados para funcionar en la clasificación del área de riesgo.

Estos detectores podrían ser utilizados en la refinería por ejemplo:

- En sitios como cunetas, manholes y cárcamos en donde se quiera determinar la presencia de un determinado gas o vapor con el objetivo de tratar de minimizar los riesgos por la presencia de dichos productos.
- En las zonas de transición a la entrada de cuartos de control, donde la puerta de acceso a dicho cuarto, que está presurizado con aire acondicionado, colinda con una zona exterior que está clasificada como Clase I división 2.
- En cuartos de cables o sótanos de subestaciones, donde algunos restos de producto inflamable o aguas contaminadas, con dichos productos, que se filtre por las paredes o bancos de ductos, podrían generar concentraciones de atmósferas explosivas, que pongan en riesgo las instalaciones, debido al paso de los cables a la parte de los tableros de distribución de las subestaciones.
- En sitios que inicialmente han sido clasificados como Clase I División 2, pero que debido a la experiencia y a las condiciones de ventilación, se ha podido establecer que no han tenido presencia de atmósferas explosivas.

#### **4.20.8 Procedimiento para clasificación de áreas**

Cuando se está en una instalación petrolera se puede observar un sin número de equipos de proceso, cada uno de los cuales maneja una presión, un flujo, una temperatura, etc. En el proceso de realizar una clasificación de áreas es importante saber qué se debe mirar, qué datos tomar y qué parámetros tener en cuenta para establecer las dimensiones de las zonas de riesgo del área.

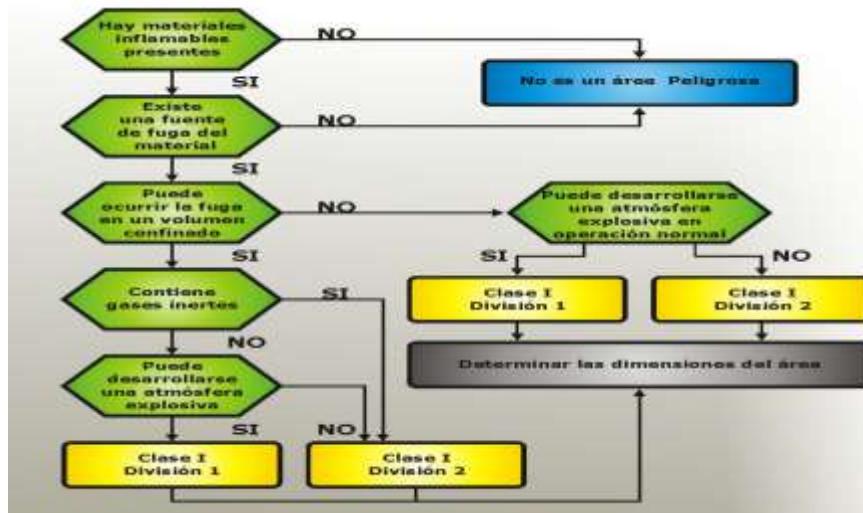
	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b> <b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>	



**FIGURA 127 - INSTALACIÓN PETROLERA TÍPICA**

#### 4.20.8.1 Paso 1: determinar la necesidad de clasificación

En la siguiente figura se muestran los pasos básicos que se debe seguir para determinar si un área necesita clasificación y en consecuencia establecer el nivel de riesgo.



**FIGURA 128 - PASOS BÁSICOS PARA REALIZAR UNA CLASIFICACIÓN DE ÁREAS**

#### 4.20.8.2 Paso 2: obtener información del sitio

- **¿Se tiene información de clasificación de áreas existentes?**

Es necesario realizar una actualización de las áreas por cambio de proceso, equipos, ampliaciones, modificaciones, etc.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>			
<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>	

- **¿Se tiene información de clasificación de áreas del sitio nuevo?**

Se requiere la verificación, ya que entre el diseño y el montaje puede haber cambios que puedan afectar la clasificación.

- **Historial del sitio**

Se debe obtener información del personal operativo de la planta sobre los siguientes aspectos:

- ¿Ha habido fugas?
- ¿Estas fugas ocurren frecuentemente?
- ¿Las fugas ocurren durante operación normal o bajo contingencias?
- ¿Los equipos están en buen estado, cuestionable condición o necesitan reparación?
- ¿De los procesos de mantenimiento, pueden resultar mezclas inflamables?
- ¿Durante el lavado de líneas de proceso, cambio de filtros, apertura de equipos, pueden resultar mezclas inflamables?.

- **Información básica para clasificar el área.**

Para proceder con una clasificación de áreas se debe conseguir la siguiente información:

- Diagramas de flujo de proceso: Los cuales ayudan a entender como tal el proceso, sus flujos, temperaturas, presiones, etc.
- Diagramas P&ID: Los cuales ayudan a determinar los elementos que constituyen el proceso en sí, como válvulas, tanques, compresores, etc.
- Listado de productos: En los listados de productos se puede encontrar las sustancias que se manejan en la instalación y sus respectivas características físico-químicas.
- Planos PlotPlant: En este plano se muestra la distribución de equipos de proceso y sirve para determinar las zonas de riesgo y realizar la respectiva clasificación.



**FIGURA 129 - INFORMACIÓN NECESARIA PARA HACER UNA CLASIFICACIÓN DE ÁREAS**

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>			
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>			
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>	

#### 4.20.8.3 Paso 3: seleccionar el diagrama adecuado para la clasificación

Correlacionar toda la información de diagramas de flujo, lista de productos con las variables de presión, temperatura, flujo, etc., y determinar:

- Si el tamaño de los equipos de proceso es bajo, moderado o alto.
- La presión es baja, moderada o alta.
- El material combustible es más denso o menos denso que el aire.
- Las fuentes de escape están sobre el piso o arriba de este.
- El tipo de instalación: carga o descarga de material, almacenamiento, producción, etc.

Con estos datos se determina la extensión del área clasificada, lo que significa la influencia del riesgo en toda la instalación y sus límites, considerando las indicaciones de la FIGURA 130.

VARIABLE	UNIDADES	BAJO	MODERADO	ALTO
PRESIÓN (P)	PSI	<100	100<P<500	>500
VOLUMEN (V)	GAL	>5000	5000<V<25000	>25000
TASA DE FLUJO (F)	GPM	<100	100<F<500	>500

**FIGURA 130 - LISTADO DE VARIABLES Y SUS RANGOS PARA DETERMINAR LA EXTENSIÓN**

#### 4.20.8.4 Paso 4: determinar la extensión del área clasificada

Se trata de localizar las fuentes potenciales de fugas en los planos de vista en planta las cuales pueden ser bombas, compresores, válvulas de control, válvulas de seguridad, entre otros.

Por cada fuente de fuga, es necesario realizar un diagrama de clasificación para determinar la mínima extensión alrededor de la fuga. La extensión se puede determinar considerando los siguientes aspectos:

- Si la mezcla inflamable puede ocurrir frecuentemente, debido a reparación, mantenimiento, etc.
- Donde las condiciones de supervisión y mantenimiento son tales que es posible que se den fugas en equipos de proceso, tanques o donde se almacene material combustible.
- Donde el material combustible se pueda transportar por tuberías o ductos.
- Ventilación o permanencia de viento en el área específica y las ratas de dispersión del material combustible.
- Una vez se determina la extensión del área clasificada, utilizar marcas como diques, vías o cárcamos en el plano, para que sea de fácil determinación por el personal de la planta.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>

#### 4.20.9 Normas de trabajo

Básicamente se trabaja con dos normas Americanas:

- NFPA 497: Práctica Recomendada para la Clasificación de Líquidos Inflamables, Gases o Vapores Inflamables y de Áreas Peligrosas (Clasificadas) para Instalaciones Eléctricas en Áreas de Procesamiento Químico.
- ANSI/API RP 500: Práctica Recomendada para Clasificación de Áreas para Equipos Eléctricos en Instalaciones de Petróleo Clasificadas como Clase I, División 1 y División 2.

En la siguiente figura se puede observar los diferentes tipos de normatividades que existen para la clasificación de áreas. Normalmente existen dos tendencias: la Americana con las normas NFPA y el NEC, y la Europea con la norma IEC. La norma API 500 es exclusiva para instalaciones petroleras y la norma IP tiene que ver con los encerramientos de los equipos eléctricos.

Instituto emisor	Norma	Información
	API RP 500	Norma estadounidense.
	API RP 505	Norma estadounidense con nomenclatura de Zona, vea la
	IEC 60079	Norma europea.
	IP 15	Norma europea.
	NFPA 70	Norma estadounidense. El CEN es una traducción de esta referencia.
	NFPA 325	Norma estadounidense.
	NFPA 497	Norma estadounidense.

**FIGURA 131 - . DIFERENTES NORMATIVIDADES PARA LA CLASIFICACIÓN DE ÁREAS**

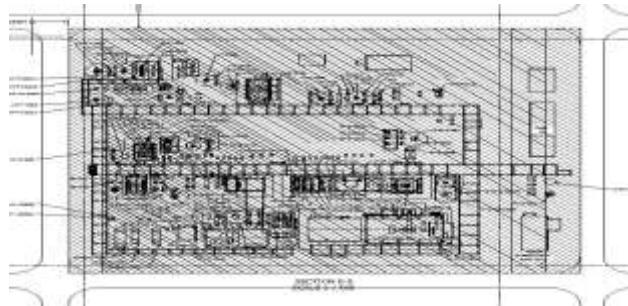
**PREGUNTA:** Si en un plano o en un sitio, se observa la siguiente referencia, ¿Qué significa?

**CLASE I, DIVISIÓN 2, GRUPO D**

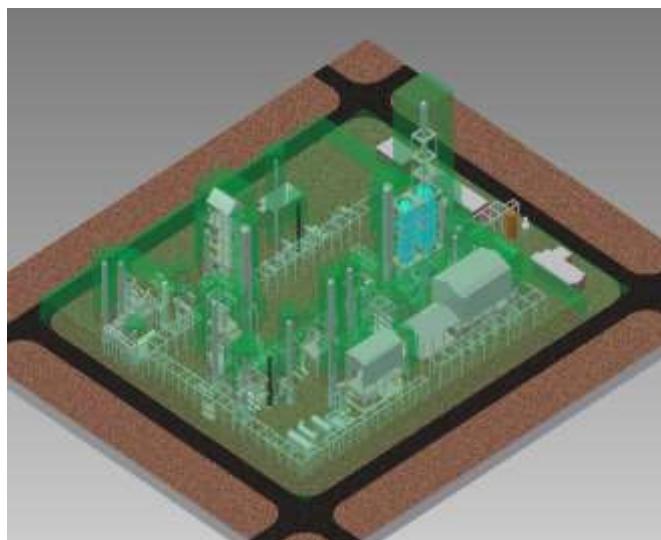
Es un sitio en donde hay riesgo de tener concentraciones en la atmósfera de vapores derivados del petróleo bajo condiciones anormales o accidentales de operación del sistema.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>

A continuación se presenta una figura de cómo se debe presentar en un plano una clasificación de áreas, no sólo una vista en planta sino una vista tridimensional, ya que realmente no es un área sino un volumen de clasificación.



**FIGURA 132 - VISTA EN PLANTA DE UNA INSTALACIÓN CON SU CLASIFICACIÓN DE ÁREAS**



**FIGURA 133 - VISTA EN 3D DE UNA INSTALACIÓN CON SU CLASIFICACIÓN DE ÁREAS**

#### 4.20.10 Equipos de combustión interna en áreas clasificadas

Los motores de combustión interna para que sean explosion proof deben tener sistema de parada de emergencia, un flame arrestor ubicado en la entrada de aire y un spark arrestor (o matachispas) en el sistema de gases de escape. En el nuevo reglamento de sistemas de protección contra incendios de Ecopetrol se incluye un capítulo sobre motores de combustión interna. Sin embargo, en los procedimientos operativos y de mantenimiento se dan las distancias de seguridad para motores de combustión interna que no son explosion proof deben ubicarse a 15 m si la sustancia involucrada es un líquido combustible y 30 m si es un líquido inflamable. Adjunto los criterios utilizados:

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

- Equipos permitidos y no permitidos en áreas clasificadas:**

- No utilizar motores de combustión interna a gasolina en áreas clasificadas Clase 1 División 1 y Clase 1 División 2.
- Siguiendo lineamientos de 30 CFR 36.23: Se permiten en estas áreas motores de combustión interna Diésel si tienen flame arrestor en la entrada de aire (intake) y arrestador de chispas en los tubos de gases de escape. (Spark Arrestors).
- Siguiendo lineamientos de 30 CFR 7.98: Adicionalmente, para motores de combustión interna DIESEL que necesitan operar en áreas clasificadas Clase 1 División 1, deben tener diseño explosion proof y sistema de parada de seguridad (Safety Shutdown system).

- Distancias de Seguridad:**

Siguiendo Lineamientos de NFPA 497 y API RP 505:

- La distancia mínima desde el motor de combustión interna DIESEL a tuberías de ductos, poliductos y oleoductos que transportan líquidos inflamables es de 30 m.
- La distancia mínima desde el motor de combustión interna DIESEL a tuberías de ductos, poliductos y oleoductos que transportan líquidos combustibles es de 15 m.

Siguiendo Lineamientos de API RP 54 en pozos petroleros:

- Cualquier tipo de vehículo deberá ser ubicado a una distancia mayor a 100 pies (30.5 m) de cualquier cabezal de pozo.
- Los generadores eléctricos deberán estar ubicados a una distancia mayor a 100 pies (30.5m) de cualquier cabezal de pozo.
- Donde el terreno lo permita, los compresores deben estar ubicados a 100 pies (30.5m) de cualquier cabezal de pozo.

#### **4.21 RIESGOS DE INCENDIO EN SUBESTACIONES Y REDES ELÉCTRICAS**

Los eventos de incendios en subestaciones y redes eléctricas no son de ocurrencia habitual, sin embargo, los impactos que pueden generar son importantes por cuanto ponen en riesgo la vida de las personas y la integridad de las instalaciones.

Los riesgos de incendio en subestaciones y redes eléctricas se presentan principalmente como consecuencia de cortocircuitos, sobrecargas, arcos eléctricos, explosión de gabinetes y equipos, derrames de aceite en transformadores, sobretensiones de origen atmosférico y/o de frecuencia industrial.

Los objetos físicos o condiciones que producen peligros potenciales de incendio son llamados riesgos de incendio. Cada riesgo tiene los siguientes atributos:

- La probabilidad de que un incendio pueda ocurrir durante un intervalo específico de tiempo.
- La magnitud del posible incendio.
- La consecuencia de las pérdidas potenciales.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>

#### 4.21.1 Plan para atención de emergencias

La empresa elaborará y mantendrá actualizado un plan para atención de emergencias que incluya el evento de incendio en subestaciones y redes eléctricas, y en su difusión e implementación se incluirán a todos los trabajadores propios y en misión, contratistas y visitantes.

El plan de emergencias debe contemplar todos los aspectos que le apliquen, de acuerdo con el análisis de riesgos y vulnerabilidad, considerando entre otros:

- Recursos para su atención.
- Sistemas de detección, notificación y alarma.
- Brigadas de atención.
- Programa de inspecciones y pruebas periódicas de sistemas y equipos.
- Atención a lesionados.
- Grupos de apoyo externo.
- El personal debe estar informado sobre la inhabilitación de los sistemas (de emergencia) cuando así ocurriese durante actividades de mantenimiento u otras.
- Para los sistemas y equipos contra incendios se debe tener en cuenta que dependiendo de las instalaciones, los sistemas serán automáticos o manuales (en la medida que se tenga mayor confiabilidad en los sistemas de detección y alarma estos deberán ser automáticos), con agua (El agua solo se utilizará en donde se instalen sistemas de agua nebulizada) u otro agente extintor, por ningún motivo se utilizarán para fines distintos que el combate de incendios, pruebas o simulacros, y la empresa debe tener un procedimiento para actuar en el evento en que en sus instalaciones, el sistema contra incendios sea intervenido total o parcialmente.
- Organizar y desarrollar un plan de emergencia teniendo en cuenta las siguientes ramas:
  - Rama Preventiva.
  - Rama Pasiva o estructural.
  - Rama Activa o Control de las emergencias.

Adicional a estas medidas, se deberán estudiar e implantar los programas de mantenimiento preventivo de las máquinas, equipos, herramientas, instalaciones locativas, alumbrado y redes eléctricas. Así mismo, se deberán inspeccionar periódicamente las redes e instalaciones eléctricas, la maquinaria, equipos y herramientas utilizadas y en general todos aquellos elementos que generen riesgos de origen eléctrico.

Los mantenedores y operadores de estas instalaciones deberán estar entrenados en la operación de los diferentes sistemas de contra incendio a instalarse en el área, ya que el uso de diferentes agentes como el CO2 puede generar una atmósfera sofocante nociva para el personal.

- Se debe contar con un plan de emergencia contra incendios, que incluya al menos los siguientes aspectos:
  - Respuesta a las alarmas de incendio y sistemas de alarmas contra incendios de supervisión.
  - Proceso de notificación al personal en caso de un incendio.
  - Evacuación de los trabajadores que no participan directamente en actividades de combate de incendios.
  - La coordinación con las fuerzas de seguridad u otro personal designado.
  - Simulacros periódicos para comprobar la viabilidad del plan.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

- La determinación de los límites del área de fuego debe basarse en los siguientes elementos:
  - Los tipos, cantidad, densidad y ubicación de los materiales combustibles.
  - Situación y configuración de equipos de la instalación.
  - Las pérdidas de equipo de la instalación en caso de un incendio.
  - Ubicación de sistemas de detección de incendios y de supresión.

#### **4.21.2 Preceptos para evitar incendios de origen eléctrico en subestaciones y redes eléctricas**

- No tener junto, ni alrededor de equipos eléctricos, recipientes con líquidos inflamables que no hagan parte de la instalación.
- No acumular los cuartos eléctricos, basuras ni desechos que contengan materiales combustible como papel, plásticos, madera, telas y otros.
- No dejar junto a estas zonas envases de aerosoles, desinfectantes u otros envases similares.
- No reemplazar en los interruptores de protección de los tableros, los fusibles por alambres.
- Revisar que los conductores estén en buen estado de conservación.
- Realizar mantenimiento periódico y pruebas termo gráficas a los equipos, los gabinetes y los circuitos.
- Disponer de sistemas contraincendios acordes con el tipo de instalación.

#### **4.21.3 Cómo actuar en caso de incendios de origen eléctrico**

- Cuando se ha iniciado un incendio, producto del uso de la energía eléctrica, deberá eliminarse la fuente de energía eléctrica actuando sobre el equipo de protección que se encuentra en el tablero o en el interruptor general.
- Efectuada la operación anterior se logra desenergizar el(los) circuito(s), se procederá a combatir el amago del incendio mediante chorros de agua, ya que no existiría el flujo de la corriente eléctrica. (Dado que el incendio puede presentarse solo en una parte de la subestación, no es recomendable el uso de agua como agente extintor, independientemente que se encuentre desenergizado, dado que esto pudiera dañar los equipos aledaños que no se encuentran en combustión. Considerar el CO2 con extintores como agente extintor).
- De no ser así, se procederá a combatir el incendio a través de extintores que contienen gas carbónico comprimido.
- Preferible instalar sensores de humo y sensores de calor, para poder actuar en caso de producirse el incendio. (Deberá ser mandatorio la instalación de sistemas de detección y alarma en estas zonas). Esto no aplicara para subestaciones ubicadas en locaciones de pozos petroleros cuando estas se encuentran por fuera de los linderos de las estaciones, plantas y facilidades de producción.
- Despues de realizar un análisis de riesgos se definirá la instalación de sistemas de agente limpio en las siguientes áreas: centros de cómputo, centros de telecomunicaciones, CCM, Cuartos de Control.
- Los sistemas de agente limpio no se instalaran en CCM, Cuartos de Control que cumplan con las siguientes características:
  - Diseño de acuerdo con los estándares corporativos de Ecopetrol y Normas Internacionales, en donde se mantienen las distancias de seguridad y se construye con materiales ignífugos, entre otros
  - No almacenamiento de materiales combustibles dentro de dichos recintos.
  - Equipos con un adecuado programa de mantenimiento predictivo.
  - Personal debidamente entrenado en control y extinción de Equipos Eléctricos (Uso de equipos contra incendio SCBA, Trajes, Extintores)

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>

#### 4.21.4 Equipos para combate de conatos de incendio de origen eléctrico

- Para combatir los incendios de origen eléctrico, de no conseguirse el corte de la energía, se debe proceder a combatir el incendio a través de extintores que contengan gas carbónico comprimido.
- Es necesaria la instalación de sensores de humo y sensores de calor, para poder actuar dentro de la mayor brevedad posible, en caso de producirse el incendio.
- El Extintor de Gas Carbónico es el más adecuado para incendios de origen eléctrico. El Gas Carbónico lo que hace es tomar el oxígeno de manera que el fuego no se propague. Ver FIGURA 134. (Estos extintores deberán estar ubicados en lugares donde la temperatura ambiente no sea superior a 31.8 ° C, con el fin de evitar su despresurización, deberán estar cubiertos con forros para protegerlos de la acción del polvo y la Humedad).



**FIGURA 134 - EXTINTORES DE GAS CARBÓNICO (CO2)**

- Para casos especiales, el sistema de protección contra incendios de carácter eléctrico debe ser del tipo automático, es decir, que detecte el fuego y lo extinga sin necesidad de ser atendido.
- En estos casos el sistema contra incendios no debe dañar los materiales contenidos dentro del ambiente o dentro de las zonas donde se produce el incendio, o sea, debe ser un agente limpio que no deje residuos dañinos para los materiales almacenados, de tal manera que el costo de reposición sea el más bajo posible.

#### 4.21.5 Prevención de incendios en subestaciones y redes eléctricas

Un programa de prevención de incendios debe ser establecido, y como mínimo, debe incluir lo siguiente:

- Un programa de orden y aseo que garantice que en las subestaciones y cuartos eléctricos:
  - Se implemente la señalización necesaria informativa y de prevención frente al riesgo eléctrico.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

- Se garantice que estos sitios solo albergarán productos que apliquen para el funcionamiento propio de las instalaciones y no se conviertan en bodegas.
- Mantener las áreas comunes limpias, incluyendo los alrededores de las subestaciones, para evitar que un incendio forestal la afecte.
- Es importante contar con información sobre seguridad contra incendios para todos los empleados y contratistas. Esta información debe incluir, como mínimo, la familiarización con los procedimientos de prevención de incendios, alarmas de emergencia de plantas y procedimientos, y cómo informar de un incendio.
- Definir un programa de inspecciones programadas, incluidas las disposiciones para el manejo de acciones correctivas para corregir las condiciones que aumentan el peligro de fuego.
- Una descripción clara de las prácticas generales de mantenimiento y el control de combustibles transitorios.
- Control de las fuentes de ignición como el tabaquismo, el esmerilado, soldadura y corte, con sistemas de permisos de trabajo.
- Cada subestación y/o cuarto eléctrico debe contar con equipos o sistemas para el control y extinción de incendio, con la capacidad necesaria para brindar cobertura geográfica y el poder de extinción necesario para combatir el incendio, igualmente se debe garantizar el entrenamiento del personal en la operación de este sistema.
- Todos los sistemas de protección contra incendios y equipos deberán ser examinados, probados y mantenidos de acuerdo con la legislación vigente. La prueba, inspección y mantenimiento deben estar documentados con los procedimientos escritos, resultados y seguimiento de acciones correctivas registradas y seguimiento para el cierre.
- Se debe aplicar permisos de trabajo en caliente, cuando estos trabajos puedan generar fuentes de ignición o calor generando incendios.

NOTA: en las labores donde se pueda generar un incendio, siempre se debe contar con un brigadista el cual debe contar con un equipo para la atención de la emergencias tales como: Traje de Protección Contra Incendio, Manta Protectora, Equipo de Respiración Autónoma SCBA, extintores de CO2, Perdiga de aislamiento, Guantes Dieléctricos, Botiquín. Este personal deberá estar certificado en técnicas de RCP.

Las instalaciones petroleras deberán tener clasificadas sus áreas peligrosas siguiendo los lineamientos de la norma API RP 500 y NFPA 497 en áreas Clase I División 1 o Clase I División 2 de acuerdo a la presencia de gases o vapores inflamables en la atmósfera. Las instalaciones eléctricas en dichas áreas deberán cumplir con los requerimientos específicos y deberán ser intrínsecamente seguros o a prueba de explosión según se requiera.

Todas las instalaciones de un área clasificada deben estar aterrizzadas.

- Una zona de fuego debe ser separada con puertas cortafuego con una resistencia al fuego según los requerimientos de las normas aplicables y deben estar provistas de un sistema que permita que estas se cierren cuando el sistema de detección así lo considere (Este sistema de cierre automático de puertas solo aplica cuando se instalan sistemas de agente limpio para hermetizar los cuartos de volumen de control).
- Las puertas cortafuegos deben resistir el fuego, al menos 3 horas cuando la bóveda aloje transformadores refrigerados en aceite o transformadores secos de tensión mayor a 35 KV.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

- En instalaciones donde se genera hidrógeno como es el caso de los cuartos de baterías debe ser separado de las zonas adyacentes, contar con sistemas de ventilación natural o mecanizada, la iluminación debe ser antiexplosión.
- El uso de materiales que no cumpla con la definición de combustibles o no combustibles limitados, tales como paneles translúcidos de plástico reforzado, se permite en aplicaciones limitadas si la evaluación del riesgo de incendios demuestra que son aceptables.
- Las rejillas de ventilación no sustituyen los sistemas de ventilación normal, a menos que fuesen diseñadas para doble uso. Las rejillas de ventilación deben establecerse en áreas identificadas por la evaluación del riesgo de incendio. El calor generado en caso de incendio debe ser descargado desde su lugar de origen directamente hacia el exterior. Los conductos de plástico, incluyendo los tipos enumerados ignífugos, no se deben utilizar para los sistemas de ventilación. Solo se podrán utilizar en zonas con atmósferas corrosivas.
- Las tomas de suministro de aire fresco deberían estar situados de forma que se minimice la posibilidad de inhalar humos de la combustión en la instalación, o estar provistos de cierre automático de detección de humo.
- Siguiendo los lineamientos establecidos por la norma NFPA 20 "Estándar para la instalación de bombas estacionarias de protección contra incendios", Edición 2010 numeral 4.6.5.1, la capacidad de almacenamiento de agua en los tanques debe ser lo suficiente para permitir el funcionamiento de la bomba del sistema de protección contra incendio a un 150% de su capacidad nominal de operación. Es decir, la cantidad de agua en el tanque no debe ser inferior a la requerida para que el sistema opere a un flujo del 150% del flujo nominal de la bomba por 55 minutos para el control y extinción de incendios en el tanque atmosférico más crítico instalado o para que opere durante por lo menos 120 minutos en la zona en donde solamente se tienen instalados rociadores.
- Las bandejas portacables deben ser manejadas como cualquier material combustible que afecte a equipos eléctricos energizados.
- Los dispositivos de interrupción de corriente por fuga a tierra para protección de las personas contra electrocución y contra incendio, pueden ir incorporados en los interruptores automáticos o ubicados al lado del mismo formando un conjunto dentro del panel o tablero que los contiene.
- Los interruptores diferenciales contra riesgo de incendio, deberán tener una corriente nominal diferencial menor o igual a 300 mA, estos podrán ser de actuación instantánea o retardada.
- Los transformadores refrigerados en aceite no deben ser instalados en niveles o pisos que estén por encima o contiguos a sitios de habitación, oficinas y en general lugares destinados a ocupación permanente de personas, que puedan ser objeto de incendio o daño por el derrame del aceite refrigerante.
- Las bandejas portacables no metálicas deben ser de materiales retardantes a la llama, no propagadores de incendios y de baja emisión de gases tóxicos o sustancias corrosivas.
- En edificaciones de más de tres pisos, las tuberías eléctricas no metálicas plegables, corrugadas de sección circular, deben ir ocultas dentro de cielorrasos, cielos falsos, pisos, muros o techos, siempre y cuando los materiales constructivos usados tengan una resistencia al fuego de mínimo 15 minutos, o menos si se tiene un sistema contra incendio de regaderas automáticas en toda la edificación.
- En las subestaciones está prohibido que crucen canalizaciones de agua, gas natural, aire comprimido, gases industriales o combustibles, excepto las tuberías de extinción de incendios y de refrigeración de los equipos de la subestación.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>

## **4.22 ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL Y EQUIPOS DE APOYO PARA PREVENCIÓN DEL RIESGO ELÉCTRICO**

### **4.22.1 Elementos de protección personal EPP**

Los elementos de protección personal (EPP) son dispositivos de uso individual diseñados para proteger al trabajador de los peligros en su área de trabajo, cuando los mismos no pueden ser eliminados por completo, con lo cual se logra brindar un ambiente seguro y proteger la salud del trabajador.

Además de caretas, gafas de seguridad, cascos y zapatos de seguridad, el equipo de protección personal incluye una variedad de dispositivos y ropa, tales como overoles, guantes, chalecos, tapones para oídos y equipo respiratorio.

El uso del equipo de protección personal suele ser esencial, pero deben entenderse como un complemento de los controles de ingeniería, de las prácticas laborales y de los controles administrativos. Los controles de ingeniería implican la modificación física de una máquina, de una instalación o del ambiente de trabajo. Los controles administrativos implican modificar cómo y cuándo los trabajadores realizan sus tareas, tales como los horarios de trabajo y la rotación de personal con el fin de reducir la exposición, así como hacer el seguimiento de protocolos estrictos y de puntos de verificación. Las prácticas laborales implican la capacitación de los trabajadores en la forma de realizar tareas que reducen los peligros de exposición en el lugar de trabajo.

El equipo de protección personal para proteger el trabajador del riesgo eléctrico está diseñado para que actué como barrera, frente a los peligros que tiene el trabajador de verse afectado por el choque eléctrico, el arco o la explosión u otros efectos directos o indirectos de la electricidad.

Los equipos de protección personal que protegen contra tensiones y corrientes deben ser utilizados de manera obligatoria en cualquier trabajo con riesgo de falla o arco eléctrico, incluyendo entre otros la inspección visual energizada de interiores de gabinetes o paneles, o el acercamiento con cualquier fin a un elemento energizado. Se excluyen de esta obligatoriedad los acercamientos personales (sin herramientas) que se den desde las vías de circulación normal de personal, siempre y cuando las barreras y protecciones de arco estén operativas (puertas, láminas, etc.).

En los trabajos en línea muerta en los que no se haya reducido el riesgo de fallas en lugares anteriores al punto de trabajo, es decir, aguas arriba del punto de trabajo donde se hizo la apertura, tales como líneas o transformadores que continúen energizados, o cuando se tenga la posibilidad de que alguien inadvertidamente pueda intentar energizar el circuito, aguas arriba o incluso aguas abajo del sitio de trabajo, y cuando en consecuencia se tenga probabilidad de que aparezcan tensiones o corrientes peligrosas durante tales eventos, que puedan afectar al trabajador (incluyendo corrientes a través de las Puestas a Tierra Temporales), se requiere que el personal trabaje con los elementos de protección personal como si se tratase de trabajo bajo tensión.

**Todos los elementos de protección personal y equipos de apoyo (herramientas) deben venir certificados como producto, de acuerdo a la norma que les aplique y por una entidad acreditada para tal fin.**

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>

#### 4.22.1.1 Cascos de seguridad dieléctricos

De acuerdo con las recomendaciones de la norma ANSI Z89.1 y OSHA 29 CFR 1910.135, toda persona que desarrolle tareas eléctricas debe utilizar casco de seguridad apropiado teniendo en cuenta el tipo y la clase del casco de acuerdo con la actividad a realizar. Ver FIGURA 135.



**FIGURA 135 – CASCOS DE SEGURIDAD**

- **Tipos**

- Tipo I para la protección superior.
- Tipo II para la protección superior y lateral del impacto.

- **Clases**

Las 3 clases que indican el grado de aislamiento eléctrico de los cascos según la norma ANSI Z89.1 son:

- Los cascos tipo G (Generales), se prueban en 2.200 V.
- Los cascos tipo E (Eléctrica), se prueban para soportar 20.000 V.
- Los cascos tipo C (Conductor) no proporcionan ninguna protección eléctrica.

En toda zona industrial de ECOPETROL, se deben usar los cascos cumpliendo los siguientes parámetros, Según Documento de ECOPETROL Especificaciones Técnicas para Cascos de Seguridad, Ropa De Trabajo Y Calzado De Seguridad.

En ningún caso se debe pintar los cascos de seguridad, o imprimir logo-símbolos ni cualquier otra información, a menos que este proceso haya sido realizado por el mismo fabricante de los cascos, dentro del diseño propio de éstos.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

- Revisiones y pruebas**

- El casco debe ser revisado todos los días de uso, para detectar deterioro, como: rayones profundos, desgaste del tafilete, daño del elemento de ajuste a la cabeza. Si el casco presenta rayones profundos o grietas debe ser cambiado.
- Las normas ANSI Z89.1 1997 no establecen un periodo de pruebas para verificar las condiciones de aislamiento eléctrico de los cascos, solo establece pruebas en fábrica y estas deben estar registradas en el casco. Se recomienda no obstante probar los cascos cada 18 meses y realizar inspecciones cada vez que se utilicen. Si un casco no pasa la inspección o la prueba debe ser destruido.

Es importante anotar que además de la norma ANSI Z89.1, existen otras normas Colombianas o internacionales, que reglamentan los cascos (Ver TABLA 63).

#### **4.22.1.2 Guantes dieléctricos**

La Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA) describe en su norma (29 CFR 1910.137), para equipo de protección eléctrica, los requisitos de diseño y los requisitos de cuidado en servicio y requerimientos de uso para los guantes. Los guantes de protección eléctrica se clasifican según el nivel de protección contra tensión que ofrecen y si son o no resistentes al ozono.

Los guantes son usados para aislar y proteger contra descargas eléctricas; se consideran como la primera línea de defensa en la protección personal frente al contacto directo accidental con líneas o equipos energizados. En todo trabajo sobre sistemas cuya tensión nominal sea mayor a 25 V, se requiere el uso de guantes dieléctricos. Ver FIGURA 136.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>	



**FIGURA 136 – GUANTES DIELÉCTRICOS**

- **Tipos**

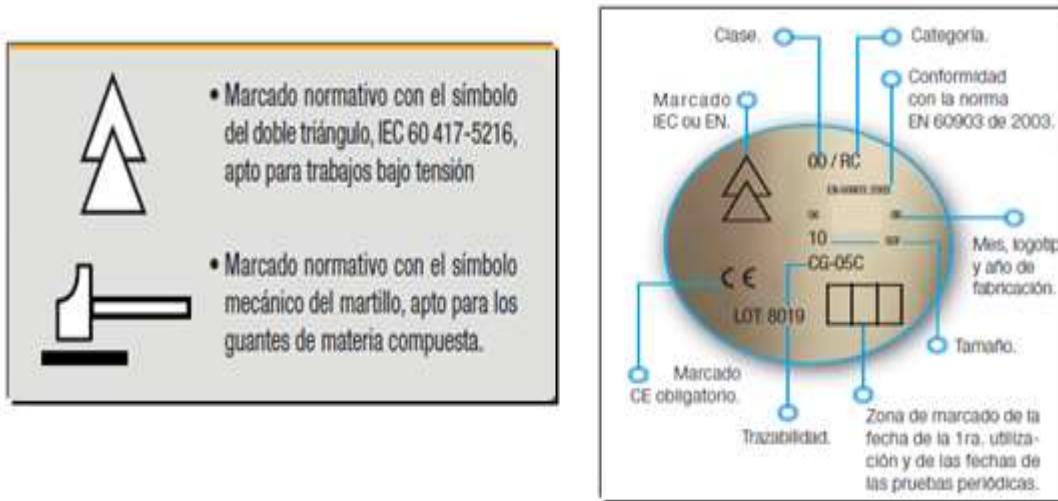
- TIPO I. Guante no resistente al ozono, fabricado de caucho natural o sintético, adecuadamente vulcanizado.
- TIPO II. Guante resistente al ozono fabricado de combinación de elastómeros.

- **Clases**

- CLASE 00. Aislamiento de 500 V.
- CLASE 0. Aislamiento de 1.000 V.
- CLASE 1. Aislamiento de 7.500 V.
- CLASE 2. Aislamiento de 17.000 V.
- CLASE 3. Aislamiento de 26.500 V.
- CLASE 4. Aislamiento de 36.000 V.

Existen 6 clases de protección, según el voltaje máximo de servicio. Estas clases están certificadas después de dos pruebas dieléctricas (tensión nominal mínima y voltaje de prueba) efectuadas por un laboratorio homologado. Así pues, los guantes y manoplas de material aislante se clasificarán por su clase y sus propiedades especiales.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b> <b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>	



**FIGURA 137 – SIMBOLOGÍA Y ETIQUETADO DE GUANTES DIELÉCTRICOS**

Los guantes contra riesgos eléctricos deben cumplir la normativa IEC internacional 903 y/o la Europea EN 60903.

- **Revisiones y pruebas**

- Deben ser revisados antes de su utilización así: Inflar el guante de caucho y verificar que no tenga fugas de aire, y en el guante protector de cuero verificar que no tenga perforaciones.
- Los guantes deben estar limpios de cualquier aceite o grasa.
- Según la norma ASTM F 496 se debe hacer una inspección visual por personal designado al menos una vez cada seis meses. En esta se sugiere realizar la prueba de inflar el guante con una bomba, y registrar estos resultados en el sistema de información.
- Según esta norma, el guante Tipo I solo se puede inflar hasta dos veces su tamaño y el tipo II hasta 1,25 veces su tamaño.
- De acuerdo con la norma ASTM F 496 (sección 7.1 Electrical test) la prueba de resistencia de aislamiento, debe hacerse mínimo una vez cada seis meses.
- Los guantes que no pasen cualquiera de estas pruebas deben ser destruidos.
- Todas las pruebas diarias que se realicen deben ser registradas en los permisos de trabajo o en las Listas de Chequeo.

Es importante anotar que además de la norma ANSI Z89.1, existen otras normas colombianas o internacionales, que reglamentan los guantes (Ver TABLA 63).

#### 4.22.1.3 Calzado de seguridad

Elemento de seguridad usado por cualquier persona que trabaje con equipos eléctricos que puedan quedar energizados accidentalmente por fallas o por errores u omisiones, con el fin de protegerlos contra impactos, energía estática o descargas eléctricas producidas por contactos

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>

directos. La norma ANSI Z41 de 1999 fue reemplazada en el 2005 por las normas ASTM F2412 (métodos de prueba de zapatos de protección) y la ASTM F2413 (Especificación y desempeño de los zapatos de protección). Adicionalmente están las ASTM F1117 (especificación para calzado dieléctrico) y la F1116 (métodos de prueba para calzado dieléctrico). Ver Figura 138.

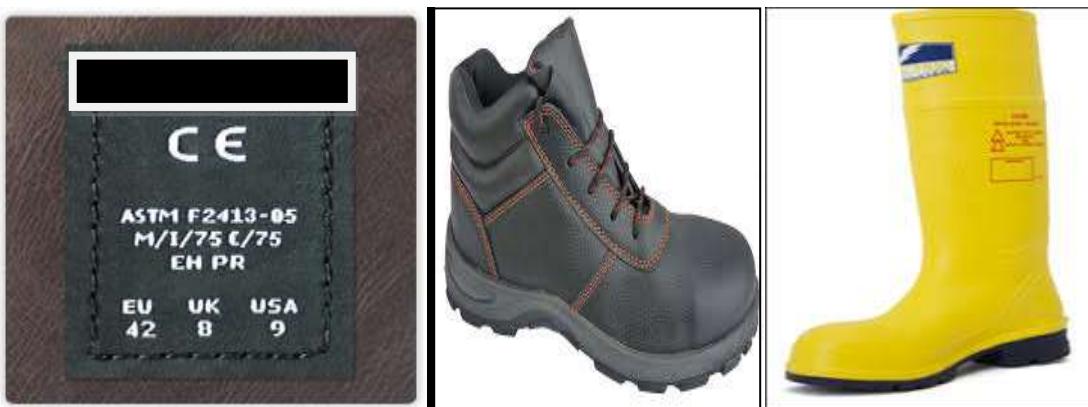


FIGURA 138 – CALZADO DE SEGURIDAD

La construcción de la suela de dicho calzado debe estar diseñada para reducir los peligros relacionados con el contacto de la suela con cualquier objeto que conduzca energía eléctrica.

- Los zapatos de seguridad para riesgo eléctrico de uso permanente deben cumplir y estar certificados bajo la norma ASTM F2413 y estar identificados con el código EH.
- La protección que define la norma ASTM F2413 solo está considerada por la suela del zapato, por lo que no tiene relevancia el material de fabricación de la puntera o de otros accesorios.
- En actividades con alto riesgo de tensiones de paso o toque (alta tensión) o en ambientes húmedos debe utilizarse calzado fabricado y certificado bajo la norma ASTM F1117.
- El calzado EH es fabricado en cuero y el dieléctrico en caucho.
- **Revisiones y pruebas**
  - El calzado de protección eléctrica debe ser revisado cada día de uso, por el trabajador que lo usa, buscando deterioro como cortes, perforaciones o desgaste de la suela. Su deterioro debe incapacitarlo para uso en trabajo eléctrico, por lo que debe ser destruido para evitar que por descuido pueda ser reutilizado por el trabajador.

Es importante anotar que además de las normas mencionadas anteriormente, existen otras normas colombianas o internacionales, que reglamentan el calzado (ver TABLA 63).

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

#### 4.22.1.4 Traje de protección para maniobras eléctricas

Los trajes de protección se usan en trabajos de tipo eléctrico para proteger principalmente contra arcos debidos a cortocircuitos o fallas en los equipos.

El uso de traje de protección térmica es obligatorio para las labores y actividades que impliquen maniobras y/o manipulación en redes eléctricas energizadas.

La ropa debe cumplir los siguientes requisitos mínimos:

- Mangas largas que den total protección al brazo.
- Ropa que provea protección tanto mecánica como térmica.

#### PROPIEDADES FISICAS MINIMAS:

La tela de la ropa inherentemente resistente al fuego debe cumplir como mínimo con las siguientes propiedades físicas:

PROPIEDAD:	VALOR:
Peso por área (Oz/yd <sup>2</sup> ):	Entre 4,5 y 6 Oz/yd <sup>2</sup> De 6 a 8 Oz/yd <sup>2</sup> para Electricistas
ATPV (Arc Thermal Performance Value) Valor de desempeño térmico ante arco siguiendo lineamientos de ASTM F 1959.	❖ Igual o mayor a 4 cal/cm <sup>2</sup> ❖ 8 cal/cm <sup>2</sup> para Electricistas.
Resistencia a la flama siguiendo lineamientos de ASTM D 6413.	Mayor a 4 pulgadas
Desempeño a la protección térmica (cal/cm <sup>2</sup> )	Mayor a 7 cal/cm <sup>2</sup>
Exposición a Flash Fire siguiendo lineamientos de ASTM F 1930.	22% de cuerpo de maniquí o menor.
Resistencia a la tensión siguiendo lineamientos de ASTM D 5034.	110 libras fuerza o mayor.

Todos los accesorios (hilos, tela, cierres o cremallera, velcro, cintas reflectivas deben ser inherentemente resistentes al fuego y certificados bajo la norma NFPA 2112). Adicionalmente la prenda debe contar con la certificación NFPA 2112 por un laboratorio reconocido de confección que respalda la fabricación de la misma.

Las compañías que hacen la manufactura deben ser certificadas bajo los lineamientos de NFPA 2112. Es decir la confección debe ser certificada por un laboratorio reconocido.

#### CRITERIOS DE SELECCIÓN:

Criterios para Selección de gramaje de tela de acuerdo a actividad:

ACTIVIDAD:	GRAMAJE DENSIDAD Oz/Yd <sup>2</sup>	COLOR:	HRC Hazard Cathegory	Risk Protección mínima

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>

Electricistas	6 a 8 una pieza	GRIS (Una Pieza)	para arco eléctrico Categoría 2 8 cal/cm <sup>2</sup> (ATPV) Arc Thermal Perfomance Value
---------------	-----------------	------------------	---

- ❖ ATPV: mayor a 4 cal/cm<sup>2</sup> equivale a una categoría 1 según NFPA 70E, lo cual según actualización del año 2012 para personas que estén en contacto con partes energizadas lo mínimo es 8 cal/cm<sup>2</sup>.

La ropa de trabajo inherentemente resistente al fuego debe cumplir la norma NFPA 2112 y adicionalmente para el caso de oficio electricista debe cumplir la norma ASTM F 1506; ser tipo braga, tener una densidad de área igual o superior a 6.0 OZ/yd<sup>2</sup>, con parámetros de diseño que correspondan a prendas inherentemente resistentes a la llama cuya estructura molecular natural no promueve el proceso de combustión, Composición (93% fibra Meta-aramida, 5% fibra Para- aramida y 2% Fibra de carbono P140) Certificada, Cinta reflectiva, ubicación (brazos, piernas, hombros, espalda) y ancho (1½ pulgadas), con parámetros de diseño que correspondan a una braga certificada.

- Equipo de protección personal contra arco eléctrico

La clasificación según la cantidad de energía incidente se muestra en la TABLA 61, de acuerdo a la norma NFPA 70E.

TABLA 61- EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL SEGÚN LA ENERGÍA INCIDENTE

Categoría	Energía Incidente Máxima [cal/cm <sup>2</sup> ]	Equipo de Protección Personal (EPP)	Energía mínima requerida por el EPP [cal/cm <sup>2</sup> ]
0	0 – 1,19	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prenda de algodón: Pantalón y camisa manga larga</li> <li>Gafas con filtro UV</li> <li>Protección auditiva</li> <li>Guante dieléctrico</li> <li>Casco dieléctrico</li> </ul>	N/A
1	1,2 – 3,9	<ul style="list-style-type: none"> <li>overol resistente al fuego</li> <li>Protección facial</li> <li>Gafas con filtro UV</li> <li>Protección auditiva</li> <li>Guante dieléctrico</li> <li>Casco dieléctrico</li> <li>Calzado dieléctrico</li> </ul>	4

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>

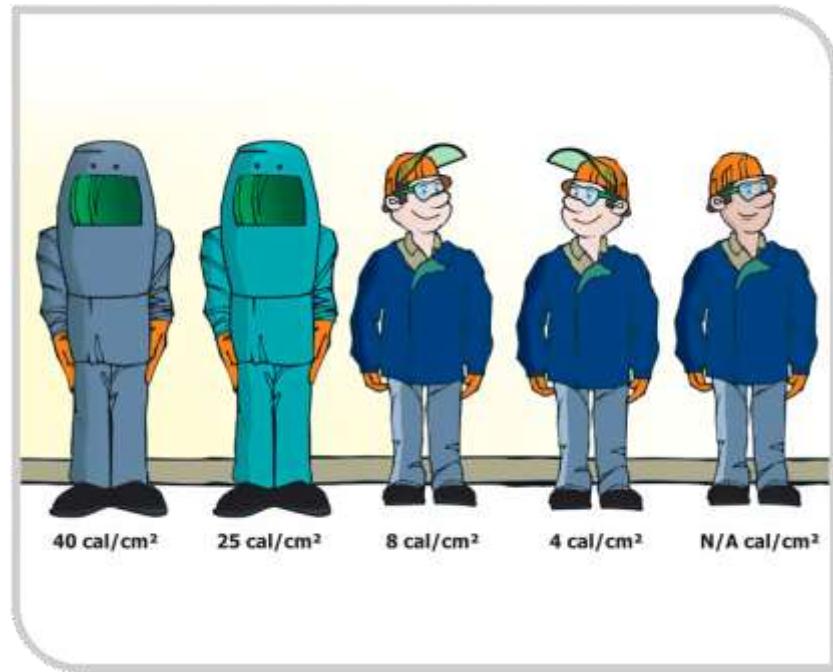
Categoría	Energía Incidente Máxima [cal/cm <sup>2</sup> ]	Equipo de Protección Personal (EPP)	Energía mínima requerida por el EPP [cal/cm <sup>2</sup> ]
2	4 – 7,9	<ul style="list-style-type: none"> <li>• overol resistente al fuego</li> <li>• Protección facial</li> <li>• Prendas interiores de algodón</li> <li>• Gafas con filtro UV</li> <li>• Protección auditiva</li> <li>• Guante dieléctrico</li> <li>• Casco dieléctrico</li> <li>• Calzado dieléctrico</li> </ul>	8
3	8 – 24,9	<ul style="list-style-type: none"> <li>• overol resistente al fuego</li> <li>• Escafandra</li> <li>• Prendas interiores de algodón</li> <li>• Gafas con filtro UV</li> <li>• Protección auditiva</li> <li>• Guante dieléctrico que resista el nivel de arco</li> <li>• Casco dieléctrico</li> <li>• Calzado dieléctrico</li> </ul>	25
4	25 – 39,9	<ul style="list-style-type: none"> <li>• overol resistente al fuego</li> <li>• Escafandra, prendas interiores de algodón</li> <li>• Gafas con filtro UV</li> <li>• Protección auditiva</li> <li>• Guante dieléctrico que resista el nivel de arco</li> <li>• Casco dieléctrico</li> <li>• Calzado dieléctrico</li> </ul>	40
*	>40	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energía incidente superior a cualquier prenda clasificada</li> <li>• No trabajar con riesgo de arco</li> <li>• Desenergice el circuito</li> </ul>	--

## Revisões y pruebas

Las siguientes precauciones deben ser seguidas para el cuidado de las ropas de protección térmica:

- No deben usarse trajes que estén impregnados de grasa o líquidos inflamables.
- Se debe lavar siguiendo las instrucciones del fabricante; lavar solos, ya que al lavar se puede degradar algún tratamiento químico hecho al traje.
- Inspeccionar el traje antes de usarlo buscando contaminación de grasa deterioro o cualquier otro daño y reemplazarlo si es necesario.
- Registrar en el sistema administrador del mantenimiento, los cambios de este equipo de protección. Ver FIGURA 139.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>



**FIGURA 139 – TRAJES DE PROTECCIÓN SEGÚN CANTIDAD DE ENERGÍA INCIDENTE**

No hay normas para pruebas de los trajes de protección en uso, lo que existe es un periodo de vida útil de acuerdo con el material del cual está confeccionado el traje. Para NOMEX o PBI se estima una vida útil de 4 años.

#### 4.22.1.5 Protección facial

De acuerdo con la Resolución 1348 de 2009, Se debe utilizar protección visual en los siguientes lugares o labores específicas, además de las otras tareas o lugares que se hayan identificado en la empresa:

- Cuando se manejen ácidos o electrolitos, solventes orgánicos o compuestos calientes y en general, substancias químicas.
- Cuando se efectúen trabajo de corte y soldadura, así como estañado.
- Cuando se trabaje con máquinas - herramienta de potencia eléctrica, neumáticas o herramientas hidráulicas de corte y compresión.
- Al cortar o empalmar cables, o limpiarlos con cepillo
- En general, al utilizar herramientas en materiales que puedan producir partículas volantes, como es el caso del cincelado, esmerilado, etc.
- Al operar o maniobrar circuitos eléctricos.
- En los generadores de vapor, al inspeccionar las condiciones de combustión a través de la mirilla.
- Al trabajar y transitar por talleres industriales será obligatorio el uso de protección visual

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>

En la TABLA 62 se describen los lugares y tareas donde se debe utilizar la protección visual.

**TABLA 62- TIPOS DE PROTECCIÓN FACIAL**

Fuente	Identificación del Riesgo	Protección
<b>IMPACTO</b>  En general, al utilizar herramientas en materiales que puedan producir partículas volátiles.  Al cortar o empalmar cables.  Al limpiarlos con cepillo,  Al trabajar y transitar por talleres industriales, etc.	Partículas proyectadas, astillas, material particulado	Lentes o monogafas. Para casos de exposición severa utilizar careta facial
<b>CALOR</b>  Cuando se trabaja en equipos eléctricos  Exposición a arcos eléctricos	Chispas calientes, salpicaduras de metales fundidos, exposición a altas temperaturas	Lentes, monogafas, pantalla facial u otro medio de protección facial y ocular. Estos equipos deberán ser acordes a la categoría de arco eléctrico del equipo donde se trabaje
<b>SUSTANCIAS QUÍMICAS</b>  Manejo de ácidos o electrolitos, solventes orgánicos o compuestos calientes y en general sustancias químicas	Chispas calientes, salpicaduras de metales fundidos, exposición a altas temperaturas	Utilizar lentes o monogafas contra salpicaduras y humo, (verificar si adicional a esta protección se requiere careta facial o respirador)
<b>LUZ y/o RADIACIÓN</b>  Exposición a arcos eléctricos	Radiación óptica	Lentes con protección UV

- Revisiones y pruebas**

Antes de su empleo, debe verificarse que los anteojos o la careta de protección se encuentren en buen estado, libres de rayones profundos y otros aspectos que podrían poner en peligro a quien los use. Ver FIGURA 140.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>



**FIGURA 140 – PROTECCIONES FACIALES**

#### **4.22.1.6 Recomendaciones especiales para la utilización de equipos de protección personal**

- Los equipos de protección personal deben ser inspeccionados antes de usarse, y probarse periódicamente de acuerdo con las normas específicas establecidas. El personal debe utilizar los elementos de protección personal incluyendo vestuario especial para garantizar que el trabajo se realice en forma segura.
- Todas las empresas que realicen trabajos en el sector eléctrico, de acuerdo con los resultados del análisis de riesgos, deben suministrar oportunamente a sus trabajadores, y de conformidad a la labor, elementos de seguridad, herramientas y todo el equipo requerido para la ejecución de los trabajos, así como la reposición de los mismos cuando por su deterioro o pérdida sea requerido.
- El uso de los elementos de protección personal, definidos para cada área o proceso en este MANUAL "MASE", aplica a los visitantes que puedan estar expuestos a riesgo eléctrico.
- Como norma general, la ropa de labor para el personal expuesto a riesgo eléctrico será confeccionada en material 100% algodón, sin accesorios metálicos. Sin embargo, cada área de la empresa, apoyada en este MANUAL "MASE", y con base en la Norma NFPA 70E, debe realizar un análisis de riesgos por exposición a arco eléctrico en cada uno de sus procesos y definir el tipo de protección especial que se requiere, considerando los tiempos de exposición y las corrientes de cortocircuito en las condiciones más desfavorables para cada caso, e instalando la señalización correspondiente en cada panel o gabinete.
- Para los grupos de trabajo que laboran en los procesos de transmisión o distribución, además de los equipos y herramientas necesarias para la labor, debe contemplarse según su necesidad, la dotación de equipo de comunicaciones, botiquín de primeros auxilios, equipos para dar cumplimiento a reglas de oro, guantes dieléctricos de acuerdo con el nivel de tensión (y que cumplan normas técnicas que garanticen su efectividad en la protección) y los materiales para señalización y demarcación.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

- Las empresas informarán a los trabajadores sobre el uso y mantenimiento de los elementos de seguridad, equipos y herramientas, indicando las características técnicas, cómo utilizarlos, cuidados y criterios de reposición.
- La empresa implementará la inspección de los elementos de protección personal y ningún trabajador podrá iniciar labores sin usar el equipo de protección requerido, de acuerdo con los factores de riesgo a los cuales va a estar expuesto.
- Es obligación de los trabajadores el uso y cuidado del equipo de protección, el cual debe ser inspeccionado por los trabajadores antes de cada utilización. De encontrarse en mal estado, no se utilizará y gestionará su reposición o reparación.
- En caso de duda sobre el estado de su equipo de protección, lo reportará a su jefe inmediato, quien lo verificará y dictaminará lo que proceda. De persistir la duda o en caso de desacuerdo, se informará a la dependencia de Salud Ocupacional, al vigía o al Comité Paritario de Salud ocupacional.
- En cada subestación eléctrica debe existir una dotación de elementos de protección personal y colectiva para su operación segura. En ella debe contenerse entre otros: Banco o tapete aislante, pétiga de maniobras, guantes dieléctricos, detector de tensión; cinta para demarcar el área de trabajo, Kit de enclavamiento (tarjetas, candado), equipos para puesta a tierra portátil. En los casos de subestaciones donde no se pueda dejar la dotación por cuestiones de inseguridad, el equipo de trabajo deberá llevar estos elementos, como requisito para trabajar en tales subestaciones.

Siempre que se ingrese y labore en las plantas de generación y subestaciones se debe usar casco de seguridad dieléctrico, con protección contra impactos que cumpla con normas nacionales o internacionales vigentes. Queda prohibido perforar, pintar, recortar o agregar partes metálicas o de otra índole a los cascós protectores. Para trabajos en altura se debe usar casco con barbuquejo de tres puntos de apoyo, fabricado con materiales resistentes que fijen el casco a la cabeza y eviten su movimiento o caída.

El empleador debe requerir el uso del equipo de protección personal. Si existen estos riesgos, debe seleccionar el equipo de protección personal y exigir que lo utilicen sus trabajadores, comunicar sus selecciones del equipo de protección personal a sus trabajadores y seleccionar el equipo de protección personal que se ajuste a la talla de sus trabajadores.

- La empresa debe capacitar a los empleados que tienen que hacer uso del equipo de protección personal en temas como: usos adecuados del equipo de protección personal; trabajos en los que es necesario el equipo de protección personal, tipos de equipo de protección personal, limitaciones del equipo de protección personal, y el mantenimiento y reposición de equipos de protección personal.
- Se debe analizar las características técnicas de diseño y calidad de los EPP de acuerdo con las especificaciones de los fabricantes o autoridades competentes, para establecer los procedimientos de selección, dotación, uso, mantenimiento y reposición.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b> <b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>	

#### 4.22.1.7 Kit de rescate eléctrico



**FIGURA 141 – CONTENIDO TÍPICO DE UN KIT DE RESCATE ELÉCTRICO**

Contenido del KIT de rescate para 36 KV:

- 1 banqueta aislante
- 1 pétiga telescopica aislante
- 1 gancho de salvamento equipado de un detector de tensión
- 1 corta cable
- 1 par de guantes aislantes
- 1 frasco de talco
- 1 rollo de cinta de señalización amarillo – negro
- 1 placa de señalización de primeros auxilios y nota de instrucción.

Debe cumplir con normas ISO 9001, IEC 6093, IEC 61235, IEC 61243-1, EN345

A continuación se describen algunos de los códigos para los Kit de rescate, que se encuentran catalogados en la herramienta de compras de Ecopetrol y que incluyen el contenido indicado anteriormente.

- Código 4112066 para el maletín de salvamento
- Código 3914827 para el conjunto mural de salvamento.
- Código 41105 Safety device personal securing

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>				
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>				
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>		

#### 4.22.1.8 Normas nacionales o internacionales que reglamentan los equipos de protección personal

En la siguiente tabla se muestran los elementos utilizados para la protección de las diferentes partes del cuerpo, con sus respectivas normas, tanto nacionales, como internacionales:

**TABLA 63- ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PARA LAS DISTINTAS PARTES DEL CUERPO Y NORMATIVIDAD APLICABLE**

Parte del cuerpo a proteger	EPP	Norma	Entidad	Fecha Emisión	Fecha Vigencia
<b>CABEZA</b>	<b>CASCO</b>	ANSI Z89.1: American National Standard for Industrial Head Protection	ANSI	2009	Actual
		UNE EN 397/A1 Cascos de protección para la industria	AENOR	2000	Actual
		NTC 1523: Higiene y Seguridad. Cascos de seguridad industrial	ICONTEC	1993	Actual
		UNE-EN 50365: Cascos eléctricamente aislantes para utilización en instalaciones de baja tensión	AENOR	2003	
<b>OJOS Y ROSTRO</b>	<b>GAFAS</b>	ANSI Z87.1: Practice for occupational and educational eye and face protection	ANSI	2003	Actual
		UNE EN 166: Protección Individual de los ojos. Especificaciones	AENOR	2002	Actual
		UNE-EN 170: Protección individual de los ojos. Filtros para el ultravioleta. Especificaciones del coeficiente de transmisión (transmitancia) y uso recomendado	AENOR	1993	
<b>OIDOS</b>	<b>PROTECTOR AUDITIVO</b>	UNE EN 352-1: Protectores auditivos. Requisitos generales. Parte 1: Orejeras	AENOR	2003	Actual
		UNE EN 352-3: Protectores auditivos. Requisitos generales. Parte 3: Orejeras acopladas a cascos de protección.	AENOR	2003	Actual
		NTC 2272: Acústica. Método para la medición de la protección real del oído brindada por los protectores auditivos y medición de la atenuación física de las orejeras.	ICONTEC	1998	Actual

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>					
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>					
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>		<b>Versión: 2</b>		

<b>Parte del cuerpo a proteger</b>	<b>EPP</b>	<b>Norma</b>	<b>Entidad</b>	<b>Fecha Emisión</b>	<b>Fecha Vigencia</b>
		ANSI S12.6: Methods for the Measuring the real-ear attenuation of hearing protectors	ANSI	2008	Actual
<b>MANOS</b>	<b>GUANTES</b>	ASTM D120: Standard Specification for Rubber Insulating Gloves	ASTM	2009	Actual
		EN 60903: Trabajos en tensión. Guantes de material aislante.	AENOR	2005	Actual
		NTC 2219: Higiene y seguridad. Guantes aislantes de electricidad	ICONTEC	1986	Actual
		UNE-EN 50237:1998: Guantes y Manoplas con Protección Mecánica para Trabajos Eléctricos	AENOR	1998	
<b>PIES</b>	<b>BOTAS</b>	ASTM F1117 -03(2008): Standard Specification for Dielectric Footwear	ASTM	2008	
		ASTM F2412: Standard test methods for foot protection	ASTM	2005	Actual
		ASTM F2413: Standard Specification for Performance Requirements for Foot Protection	ASTM	2005	Actual
		NTC-ISO 20345: Equipo de protección individual. Calzado de seguridad	ICONTEC	2007	Actual
		NTC 2830: Higiene y seguridad. Protectores de calzado. Determinación de la resistencia dieléctrica.	ICONTEC	1990	Actual
		NTC 2835: Higiene y seguridad. Protectores dieléctricos para calzado. Especificaciones.	ICONTEC	1990	Actual
<b>CUERPO Y LA PIEL EN GENERAL</b>	<b>TRAJE</b>	ASTM F1506: Standard performance specification for flame resistant textile materials for wearing apparel for use by electrical workers exposed to momentary electric arc and related thermal hazard	ASTM	2008	Actual
		ASTM F1959/F1959M: Standard test method for determining the arc rating of materials for clothing.	ASTM	2006	Actual

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>	

#### 4.22.2 Equipo de apoyo para prevención del riesgo eléctrico

##### 4.22.2.1 Pértigas

Son varas telescópicas fabricadas en material aislante, las cuales permiten manipular elementos energizados desde una distancia determinada y evitar el contacto. Se utilizan para realizar tareas tales como: apertura de seccionadores, instalación de equipos de puesta a tierra, verificación de ausencia de tensión (acoplándole detectores de tensión), tijeras de corte, perfiladores, etc. No son aptas para permanecer bajo tensión durante períodos prolongados. Su longitud depende del nivel de tensión del equipo energizado, del trabajo a ser realizado y del alcance físico. Ver FIGURA 142.

Las pértigas que deben utilizarse, serán las fabricadas de flexiglas o epoxiglas con capacidad dieléctrica de 245 KV/m a 328 KV/m (75 KV/pie a 100 KV/pie), que tengan revestimiento siliconado para protección contra la humedad.

Además deben ser de excelente calidad y cumplir con las normas IEC855, OSHA y ASTM F711.



**FIGURA 142 - DETALLES DE PÉRTIGAS**

- **Dimensiones de las pértigas**

Antes de su empleo, debe verificarse que las pértigas se encuentren en buen estado, libres de rayones profundos y otros aspectos que podrían poner en peligro a quien las use.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>

**TABLA 64- DIMENSIONES DE LAS PÉRTIGAS**

<b>MEDIDAS</b>	<b>Diámetro</b>	<b>Longitud</b>	<b>Peso aproximado</b>
	1 <sup>1/4</sup> "	6 pies	0.8 Kg.
	1 <sup>1/4</sup> "	8 pies	1.8 Kg.
	1 <sup>1/4</sup> "	12 pies	2 Kg.
<b>CAPACIDAD DIELÉCTRICA</b>	De 75 KV/pie a 100 KV/pie		

- Revisiones y pruebas**

Las pétigas deben ser revisadas antes y después de usarlas, registrando dicha revisión en el sistema de información. Se deben revisar mínimo 2 veces por año buscando señales de deterioro como rayaduras profundas, desgaste del material, daños en mecanismo telescopico o pérdida de aislamiento.

- Para hacer seguimiento de estas revisiones se deben instalar placas de identificación en acrílico a las pétigas que incluyan como mínimo número de identificación y nivel de tensión.
- La prueba de aislamiento de las pétigas, se realizará con el probador de superficie dos veces por año o antes si la inspección física así lo requiere, y se deben registrar los resultados en el sistema de información.
- Como regla general, cada vez que se usa la pétiga, el trabajador debe usar otra protección adicional. Como mínimo se deben usar guantes aislantes del nivel de tensión compatible o el recomendado por el fabricante. Cuando se utilice en los gabinetes de maniobra (switchgear), se debe usar adicionalmente un traje de protección.

#### **4.22.2.2 Sistemas de puesta a tierra temporales**

El objeto de un equipo de puesta a tierra temporal es limitar la corriente que puede pasar por el cuerpo humano. El montaje básico de las puestas a tierra temporales debe hacerse de tal manera que los pies del liniero queden al potencial de tierra, y que los conductores que se conectan a las líneas, tengan la menor longitud e impedancia posibles, tal como se muestra en la figura a continuación, adoptada de la guía IEEE 1048. Ver FIGURA 143.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>



**Puesta a tierra en redes**

**FIGURA 143 - SISTEMA DE PUESTA A TIERRA TEMPORAL**

- La secuencia de montaje debe ser desde la tierra hasta la última fase y para desmontarlo debe hacerse desde las fases hasta la tierra.
- En el evento en que la línea esté o sea susceptible de interrumpirse en la estructura, se deberá conectar a tierra en ambos lados de la estructura.
- Cuando exista riesgo de retornos o alimentaciones desde el lado de la carga, se requiere encerramiento en tierras, es decir, instalar dos puestas a tierra, una en cada lado del sitio de trabajo.
- **Especificaciones técnicas de las puestas a tierra temporales**

El equipo de puesta a tierra temporal debe cumplir las siguientes especificaciones mínimas, adaptadas de las normas IEC 61230 y ASTM F 855:

- Electrodo: Varilla de longitud mínima de 1,5 m.
- El fabricante debe entregar una guía de instalación, inspección y mantenimiento.
- Grapas o pinzas: El tipo de grapa debe ser el adecuado según la geometría del elemento a conectar (puede ser plana o con dientes) y estar dimensionada para la corriente de cortocircuito del sitio de instalación.
- Cable de cobre extraflexible, cilíndrico y con cubierta transparente o translúcida que permita su inspección visual y cuyo calibre soporte una corriente de falla mínima por un (1) segundo, con temperatura final de 700°C, de: En A.T. 40 kA; en M.T. no menos de 8 kA ni del nivel de cortocircuito del sitio de instalación, mientras en B.T. no menos de 3 kA eficaces ni del nivel de cortocircuito en el punto de instalación. A criterio del operador, se podrán utilizar cables de puestas a tierra de menor calibre, siempre que la corriente de falla calculada sea menor a los valores antes citados y el tiempo de despeje sea tal que la temperatura en el conductor no supere los 700°C. Si la corriente de falla es superior a los valores indicados, se deberá usar un cable de capacidad suficiente para soportar dicha corriente.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>

- Revisiones y pruebas**

- Las puestas a tierra temporales deben ser inspeccionadas previamente y después de su utilización.
- Para hacer seguimiento de estas inspecciones se deben instalar placas de identificación a las tierras que incluyan como mínimo identificación y nivel de corriente de falla que pueden soportar.
- Las puestas a tierra temporales que se utilicen en ECOPETROL deben cumplir el RETIE y ser fabricadas de acuerdo con Normas Internacionales, presentando los certificados de prueba para cada una.

- Condiciones de uso y mantenimiento**

- El equipo se debe conservar siempre limpio y seco.
- El equipo debe ser instalado, utilizado y mantenido por personal competente, capacitado, que esté familiarizado con las puestas a tierra y cumpla con las normas de seguridad aplicables.
- Cualquier equipo que haya sido sometido a una corriente de cortocircuito no debe utilizarse, hasta tanto no se le haga una verificación de las condiciones físicas y de funcionamiento. En este caso debe hacerse entrega del equipo al personal encargado de seguridad industrial.
- El uso de la puesta a tierra debe ir siempre acompañado de un detector de tensión apropiado y de una pétiga aislante para su montaje.

#### **4.22.2.3 Tapetes aislantes**

Se refiere a tapetes aislantes de caucho usados para cubrir el piso para protección de los trabajadores en lugares donde pueda existir el riesgo de una descarga. Ver FIGURA 144.



**FIGURA 144 - TAPETES AISLANTES**

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>

- Especificaciones de los tapetes**

La norma establece que cada pieza debe estar marcada claramente con el nombre del fabricante, la certificación, el tipo y la clase.

Se deben ejecutar inspecciones visuales anuales.

En la siguiente tabla se indica los valores de tensión nominal y de prueba que debe cumplir el tapete de acuerdo con su clase de aislamiento, teniendo en cuenta los requerimientos de la norma ANSI/ASTM-D178-88:

**TABLA 65- CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS TAPETES AISLANTES**

Clase de aislamiento	Tensión Nominal (V)	Prueba AC			Prueba DC		
		Tensión (V)	Separación Electrodos (mm)	Tensión Prueba dieléctrica (V)	Tensión (V)	Separación electrodos (mm)	Tensión de prueba dieléctrica (V)
<b>0</b>	1000	5000	76	6000	20000	76	35000
<b>1</b>	7500	10000	76	20000	40000	76	60000
<b>2</b>	17000	20000	127	30000	50000	152	70000
<b>3</b>	26500	30000	178	40000	60000	203	80000
<b>4</b>	36000	40000	178	50000	70000	305	90000

Aunque en la norma no se establece un periodo de prueba para los tapetes en uso, se recomienda hacer una revisión cada año.

- Revisiones y pruebas**

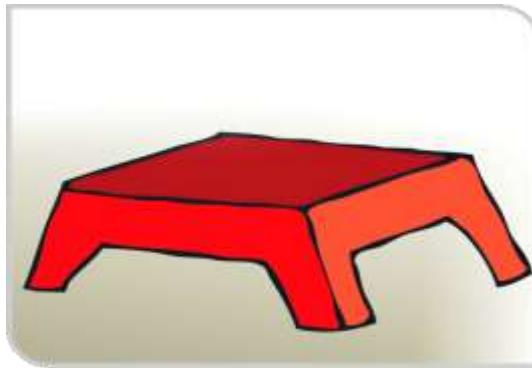
En la norma ASTM D178 se especifican las condiciones mínimas eléctricas, químicas y físicas que debe garantizar el fabricante.

#### **4.22.2.4 Banquetas aislantes**

Al igual que los tapetes aislantes, sirven para proporcionar a los trabajadores aislamiento respecto a tierra.

En suelos húmedos o encharcados, son preferibles a los tapetes aislantes, pues los primeros pueden no resultar efectivos al ser el agua un buen conductor de la electricidad. Ver FIGURA 145.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>



**FIGURA 145 – BANQUETA AISLANTE**

- **Tipos**

Según el lugar de utilización, se definen los siguientes tipos de banquetas aislantes

- Tipo A: Banquetas para interior.
- Tipo B: Banquetas para exterior (de intemperie).

- **Clases**

Según las características eléctricas, cada tipo de banqueta se clasifica, de acuerdo con la tensión nominal de la instalación, en:

- Clase I: Hasta 20 KV.
- Clase II: Hasta 30 KV.
- Clase III: Hasta 45 KV.
- Clase IV: Hasta 66 KV.

- **Revisiones y pruebas**

Antes de su empleo, debe verificarse que las banquetas aislantes se encuentren en buen estado sin muestras de deterioro que puedan poner en riesgo al personal.

#### **4.22.2.5 Verificadores de ausencia de tensión**

Este tipo de detectores se utilizan para la comprobación de ausencia de tensión en conductores en diferentes niveles de tensión, previo a la realización de trabajos de mantenimiento en instalaciones desenergizadas tales como: líneas de distribución, líneas de transmisión, subestaciones, transformadores, celdas, aparatos de maniobra, etc.

En caso que el circuito esté energizado, el detector debe emitir sonido agudo y luz intermitente, motivado por la exposición de un gradiente de campo electrostático que excede el umbral de disparo de dicho equipo, alertando al operador de la existencia de tensión en la red, que podría ser peligroso, pues es el paso previo al montaje del equipo de puesta a tierra temporal, que le garantizará al electricista el nivel de seguridad necesario en la ejecución de las tareas.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

Este equipo debe contener funciones de auto chequeo, anexar batería, estuche y accesorio para ser utilizado con Pétiga Universal.

Debe poseer un monitor de funcionamiento incorporado, que sirva para indicar el estado de correcto funcionamiento del equipo.

El equipo debe poseer un clip de sujeción al cinturón. Ver FIGURA 146.



**FIGURA 146 - VERIFICADOR DE AUSENCIA DE TENSIÓN**

#### **4.23 HERRAMIENTAS**

En el sector eléctrico, llevar a cabo eficientemente trabajos manuales que requieren fuerza y ejecución uniforme o precisa, implica comúnmente emplear herramientas de torsión, tracción, sujeción, impacto, corte, medición, demarcación, perforación, entre otras. Estas herramientas, deberán estar aisladas en su parte de contacto con las manos para prevenir una electrocución accidental.

Antes de utilizar cualquier herramienta, debe conocerse el trabajo a ser realizado por el equipamiento y algunas ideas básicas sobre los distintos tipos de herramientas más adecuadas a su uso, evitando de esa manera posibles riesgos de accidentes derivados de su utilización. Existen hoy en el mercado diversos tipos y marcas de herramientas manuales, específicas para cada ocasión, constituidas por los más variados tipos de materiales y moldes.

#### **4.24 DEMOSTRACION DE LA CONFORMIDAD**

##### **4.24.1 Certificación de conformidad de productos**

Salvo las excepciones establecidas en el RETIE, los productores o importadores de todos los productos cubiertos por el alcance y campo de aplicación del RETIE, previamente a su comercialización en el país, o previamente al levante aduanero para el caso de productos importados, deben demostrar que cumplen con los requisitos establecidos por el reglamento, a través de un Certificado de Conformidad de Producto expedido por un organismo de certificación de productos acreditado por ONAC.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>

#### **4.24.1.1 REQUISITOS GENERALES DE LA CERTIFICACIÓN DE PRODUCTOS**

La demostración de la conformidad de los productos, deben cumplir los siguientes requisitos:

- a. El Certificado de Conformidad de Producto expedido por un Organismo de Certificación acreditado por el ONAC, debe cumplir los requisitos y procedimientos establecidos en los artículos 7º y 8º del Decreto 2269 de 1993 por el cual se organiza el Sistema Nacional de Normalización, Certificación y Metrología, o aquellos que lo modifiquen, adicionen o sustituyan y los criterios de acreditación de la guía **ISO/IEC 65** y los sistemas de certificación de producto establecidos en la guía **ISO/IEC 67**, en su versión más actualizada.
- b. Requieren certificación de la conformidad con el RETIE, aquellos productos listados en la Tabla 2.1 del RETIE y que no correspondan a sus exclusiones. Productos que aun teniendo la misma partida arancelaria pero que no sean objeto del RETIE o estén destinados a instalaciones excluidas de este reglamento, no requieren demostrar la conformidad con RETIE.
- c. Los productos con requisitos establecidos en el RETIE, deben ser certificados, probando cada uno de tales requisitos.
- d. En el proceso de certificación, el organismo acreditado debe tener en cuenta el tipo de aplicación del producto y hacer mención expresa en el certificado. Este requisito es primordial en la certificación de los productos para instalaciones especiales.
- e. Los productos que por su condición particular, en el RETIE se les exige certificado de conformidad con una norma técnica internacional, de reconocimiento internacional o NTC que le aplique, de conformidad con el RETIE, se deben probar con los requisitos de dicha norma y el certificado hará mención del cumplimiento tanto de la norma como del RETIE. Si se exigen requisitos adicionales a los de la norma, deben probarse cada uno de ellos y verificar el cumplimiento de rotulado y trazabilidad.
- f. El organismo de certificación de productos se debe soportar en los resultados de ensayos de laboratorios acreditados por el ONAC. En ausencia de los anteriores, los organismos de certificación podrán soportar sus certificaciones en ensayos realizados en laboratorios acreditados por miembros de ILAC y en los casos excepcionales ya señalados, en laboratorios evaluados. La aceptación o reconocimiento de resultados de ensayos es responsabilidad del organismo de certificación, en aplicación de lo establecido en la guía ISO/IEC 65.
- g. En el proceso de certificaciones, se deben probar cada uno de los parámetros relacionados con los ítems establecidos en el rotulado y marcado, para lo cual se debe utilizar los procedimientos establecidos en la norma de producto aplicada para la certificación.

#### **4.24.1.2 Sistemas de certificación de producto aceptados**

Para efectos de la conformidad con el RETIE, sólo se aceptarán certificados expedidos bajo los siguientes sistemas establecidos en la guía **ISO IEC 67**:

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

### **a) Certificación de Muestra - Sistema 1A**

Este sistema incluye el ensayo/prueba y se evalúa la conformidad sobre muestras del producto. Los resultados cubren únicamente la muestra evaluada. Este sistema de certificación incluye lo siguiente:

- Muestras suministradas por el cliente al organismo de certificación.
- Ejecución de inspección por atributos y ensayos/pruebas; de acuerdo con los requisitos del referencial aplicable.
- Evaluación de la conformidad de acuerdo con los resultados de la inspección por atributos y ensayos/pruebas
- Revisión y emisión de resultados del proceso de evaluación.
- Decisión.

### **b) Certificación de Lotes - Sistema 1B**

Este sistema incluye el ensayo/prueba; se evalúa la conformidad sobre muestras del producto. El muestreo es estadísticamente significativo sobre el total del lote, teniendo en cuenta que las muestras a ser evaluadas durante el proceso son tomadas mediante técnicas normalizadas.

Este sistema de certificación incluye lo siguiente:

- Muestras tomadas por el organismo de certificación, de la fábrica o del mercado, dependiendo del tipo de producto.
- Ejecución de inspección por atributos y ensayos/pruebas, de acuerdo con los requisitos del referencial aplicable.
- Evaluación de la conformidad de acuerdo con los resultados de la inspección por atributos y ensayos/pruebas.
- Revisión y emisión de resultados del proceso de evaluación.
- Decisión.

### **c) Sistema 4**

Este sistema incluye el ensayo/prueba y la vigilancia de muestras de fábrica o del mercado o de ambos. Está enfocado para aquellos productos nacionales, que no cuentan con un sistema de gestión de calidad, y para aquellos importadores cuyo productor no cuente con sistema de gestión de calidad.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

Este sistema de certificación incluye lo siguiente:

Para productores nacionales:

- Muestras tomadas por el organismo de certificación, de la fábrica o del mercado, dependiendo del tipo de producto.
- Ejecución de inspección por atributos y ensayos/pruebas sobre las muestras seleccionadas; de acuerdo con los requisitos del referencial aplicable.
- Evaluación inicial del proceso de producción o del sistema de la calidad para evaluar la capacidad del productor para manufacturar los productos.
- Evaluación de la conformidad de acuerdo con los resultados de la inspección por atributos y ensayos/pruebas y con los resultados de la inspección.
- Revisión y emisión de resultados del proceso de evaluación.
- Autorización (licencia) para el uso del certificado durante el tiempo de vigencia.
- Vigilancia mediante inspección del proceso de producción del fabricante
- Vigilancia mediante ensayos/pruebas o inspección de muestras tomadas por el organismo de certificación, de la fábrica y del mercado, dependiendo del tipo de producto.

Para productores en el extranjero, donde el cliente es el importador nacional:

- Muestras tomadas por el organismo de certificación, de la fábrica o de la bodega del importador o comercializador o del mercado, dependiendo del tipo de producto.
- Ejecución de inspección por atributos y ensayos/pruebas sobre las muestras seleccionadas; de acuerdo con los requisitos del referencial aplicable.
- Inspección inicial del proceso de producción para evaluar la capacidad del productor para manufacturar los productos.
- Evaluación de la conformidad de acuerdo con los resultados de la inspección por atributos y ensayos/pruebas y con los resultados de la inspección.
- Revisión y emisión de resultados del proceso de evaluación.
- Autorización (licencia) para el uso del certificado durante el tiempo de vigencia.
- Vigilancia mediante inspección del proceso de producción del productor.
- Vigilancia mediante ensayos/pruebas o inspección de muestras tomadas por el organismo de certificación, de la fábrica o del mercado, dependiendo del tipo de producto.

#### **d) Sello de certificación de producto - Sistema 5.**

Este sistema incluye los ensayos o pruebas del producto y la auditoría del sistema de gestión de la calidad.

Para productores nacionales:

- Ejecución de inspección por atributos y ensayos/pruebas sobre las muestras seleccionadas; de acuerdo con los requisitos del referencial aplicable.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

- Auditoría del sistema de gestión de la calidad del productor o validación de la certificación otorgada por un organismo acreditado, mediante revisión documental.
- Evaluación de la conformidad de acuerdo con los resultados de la inspección por atributos, ensayos/pruebas y auditoría al sistema de gestión de la calidad.
- Revisión y emisión de resultados del proceso de evaluación.
- Autorización (licencia) para el uso del sello de certificación durante el tiempo de vigencia del certificado.
- Vigilancia mediante auditoría del sistema de gestión de la calidad o validación de la vigilancia a la certificación otorgada por un organismo acreditado, mediante revisión documental y se deben extraer muestras del producto del mercado, del punto de producción o de ambos, las cuales se evalúan para determinar la continuidad de la conformidad.

Para productores en el extranjero, donde el cliente es el importador nacional:

- Muestras tomadas por el organismo de certificación, de fábrica o de la bodega del importador o comercializador o del mercado, dependiendo del tipo de producto.
- Ejecución de inspección por atributos y ensayos/pruebas sobre las muestras seleccionadas; de acuerdo con los requisitos del referencial aplicable.
- Auditoría del sistema de gestión de la calidad del productor o validación de la certificación otorgada por un organismo acreditado, mediante revisión documental.
- Evaluación de la conformidad de acuerdo con los resultados de la inspección por atributos, ensayos/pruebas, inspección del proceso de bodegaje y auditoría al sistema de gestión de la calidad.
- Revisión y emisión de resultados del proceso de evaluación.
- Autorización (licencia) para el uso del sello de certificación durante el tiempo de vigencia del certificado.
- Vigilancia mediante auditoría del sistema de gestión de la calidad o validación de la vigilancia a la certificación otorgada por un organismo acreditado, mediante revisión documental.
- Vigilancia mediante inspección del proceso de bodegaje en Colombia para verificar la conformidad del producto durante su almacenamiento.
- Vigilancia mediante ensayos/pruebas o inspección de muestras tomadas por el organismo de certificación, de la fábrica o del mercado, dependiendo del tipo de producto.
- Adicionalmente, se realizará inspección del proceso de bodegaje en Colombia para verificar la conformidad del producto durante su almacenamiento.

#### **4.24.1.3 Seguimiento de la certificación.**

Las actividades de seguimiento a la certificación, tal como se establece en la guía **ISO/IEC 67** son de obligatoria ejecución para todas las modalidades de certificación que se emitán con alguna vigencia en el tiempo y tal vigencia se condiciona a la realización de las actividades de seguimiento y su resultado positivo.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

#### 4.24.1.4 Formas excepcionales de certificación de producto

##### a) Certificados de conformidad de producto expedidos en el exterior

Se podrán aceptar la demostración de la conformidad con RETIE a productos certificados en el exterior, si el certificado es expedido por un organismo de certificación acreditado y es avalado homologado por la Superintendencia de Industria y Comercio- SIC. Adicional a los aspectos que garanticen la confianza en el certificado, en el proceso de certificación la SIC, debe verificar que la norma o reglamento técnico base del certificado de conformidad de producto, tenga equivalencia con el RETIE y que se identifique plenamente el producto, el tipo de certificado y su vigencia. La homologación del certificado lo hace la SIC, con la Ventanilla Única de Comercio Exterior (VUCE), como parte del proceso del trámite del Registro de Importación.

El responsable de la importación o comercialización, debe constatar que el producto importado corresponda al producto efectivamente certificado; en todo caso la SIC podrá verificar el cumplimiento de los requisitos certificados y sancionar a aquellos que presenten desviaciones, independiente de haber tenido previamente los vistos buenos tanto en la VUCE como en la DIAN.

##### b) Concepto de equivalencia de norma o reglamento técnico con RETIE

Para efectos de la homologación de certificados expedidos en el exterior, se podrá emitir conceptos de equivalencia a aquellas normas o reglamentos técnicos de otros países que guarden semejanza con los requisitos obligatorios para cierto producto establecidos en el RETIE, en tal condición el concepto de equivalencia de reglamento técnico de otro país o norma técnica con el RETIE, es un acto de interpretación del reglamento, en consecuencia serán otorgadas únicamente por el Ministerio de Minas y Energía o por quien este delegue. Para otorgar el concepto de equivalencia de norma o reglamento técnico con el RETIE, el interesado debe hacer una solicitud a la Dirección de Energía Eléctrica, especificando la norma que pretende el concepto de equivalencia, adicionando una matriz que contenga cada uno de los requisitos de producto establecidos en el RETIE, comparándolos con el aparte correspondiente de la norma o reglamento técnico extranjero que se pretenda establecer la equivalencia. Adicionalmente, debe suministrar copia de la totalidad de la norma o reglamento, para verificar la veracidad de los requisitos y su contexto de aplicación. Este trámite se puede hacer por medio electrónico.

En ningún caso el concepto de equivalencia es un certificado de producto, no remplaza el certificado expedido por el organismo de certificación, ni obliga a la SIC a la validación del certificado.

##### c) Sustitución de pruebas de cortocircuito y arco eléctrico

En un plazo no mayor a cinco años, contados a partir de la publicación del presente Anexo o antes si se cuenta con un laboratorio para realizar dichas pruebas, se podrá remplazar estas pruebas por simulaciones las cuales deben ser validadas por un laboratorio que tenga acreditadas pruebas relacionadas o este asistido por un laboratorio reconocido de una universidad que tenga aprobado un programa de ingeniería eléctrica.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

#### d) Declaración de proveedor

De no existir laboratorio en Colombia para realizar las pruebas a un producto objeto del reglamento y de no disponer de laboratorios acreditados en el exterior para esa prueba, se podrá aceptar la declaración del proveedor atendiendo los criterios de la norma IEC/ISO 17050 partes 1 y 2, adjuntando los soportes (resultados de los ensayos realizados, cálculos, simulaciones o demás pruebas, que permiten probar el cumplimiento), igualmente la relación de las normas que cumple dicho producto.

También se aceptará la Declaración del proveedor a productos que por su baja rotación y alto costo de los laboratorios no cuenten con laboratorios acreditados, o distintos a los del productor que puedan ser evaluados por el organismo certificador, estos productos son: Motores, generadores y transformadores, de potencias superiores a 800 KVA; DPS, bancos de condensadores, aisladores y cables, con aislamiento para tensiones superiores a 66KV. La declaración del proveedor debe estar acompañada de los resultados de las pruebas realizadas en los laboratorios del productor y debe hacer precisión de las normas técnicas que cumple.

Sin perjuicio de lo establecido por las autoridades competentes, para aceptar la importación y comercialización de productos ya usados o remanufacturados, en las instalaciones objeto del RETIE, se podrá aceptar la declaración del proveedor como mecanismo para demostrar la conformidad con RETIE, a los siguientes productos usados o remanufacturados: motores o generadores eléctricos de potencia mayor a 150 KVA, transformadores de potencias superiores a 1000 KVA y se asegure estar libre de PCB y a celdas de media o alta tensión, la declaración debe ser suscrita por el importador o remanufacturador y debe estar soportada con los resultados de las pruebas tipo o de rutina que se hacen a estos equipos, incluyendo el de pérdidas de energía para el caso de motores y transformadores, en ningún caso se aceptará la comercialización de Interruptores, DPS y cables reutilizados y en general de aquellos productos reutilizados que no se les pueda garantizar el cumplimiento de los objetivos del RETIE, en especial los de seguridad o de inducción al error al usuario.

**Parágrafo.** *La declaración de proveedor deberá ser suscrita por el productor nacional o por el representante legal del importador y deberá ser validad por un ingeniero electricista o electromecánico, suscribiendo la declaración y anotando su matrícula profesional. El instalador y el organismo de inspección verificarán esta condición.*

#### 4.24.2 DEMOSTRACIÓN DE CONFORMIDAD DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS

##### 4.24.2.1 Aspectos generales de la certificación de la instalación

Toda instalación eléctrica construida con posterioridad al 1ºde mayo de 2005, ampliación o remodelación según lo dispuesto en el artículo 2º "CAMPO DE APLICACIÓN", debe contar con el Certificado de Conformidad con el RETIE. Igual condición aplica a las ampliaciones o remodelaciones.

Para efectos del RETIE y de acuerdo con la Ley 1480 de 2011, la instalación eléctrica, en su conjunto, se considera un producto, en consecuencia y conforme la Decisión 506 de 2001 de la Comunidad Andina de Naciones, se acepta como certificado de conformidad la declaración del proveedor o productor, que para el caso será la declaración de cumplimiento suscrita por el profesional competente responsable de la construcción directa o de la supervisión de la construcción de la instalación eléctrica.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>

Con el fin de garantizar una certificación expedida bajo principios de idoneidad, independencia e imparcialidad a las instalaciones que implican mayor riesgo, la declaración de cumplimiento debe ser validada mediante un Dictamen de Inspección, expedido por un organismo de inspección acreditado por el ONAC. En este caso, se considera que la certificación es plena.

La certificación es un requisito individual para cada instalación, en consecuencia toda cuenta del servicio público de energía en instalaciones de uso final y toda Instalación eléctrica que constituya unidades constructivas individuales objeto de reconocimiento en la asignación de tarifas, requerida para la prestación del servicio de energía eléctrica, debe contar con su certificación de conformidad con el RETIE.

Para ampliación o remodelación de instalaciones, la parte ampliada o remodelada, debe cumplir y demostrar la conformidad con el RETIE, mediante la Declaración de Cumplimiento y el Dictamen de Inspección en los casos que le aplique. En caso de que la remodelación supere el 80%, debe acondicionarse toda la instalación al RETIE y se le dará el tratamiento como a una instalación nueva.

#### **4.24.2.2 Declaración de cumplimiento**

Para efectos de la certificación de la conformidad con RETIE, en todos los casos el profesional competente responsable directo de la construcción o de la dirección de la construcción de la Instalación eléctrica, cualquiera que fuere el tipo, así como la remodelación o ampliación, debe declarar el cumplimiento del RETIE, diligenciando y firmando el formato "*Declaración de Cumplimiento del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas*".

Esta declaración se considera un certificado de primera parte que es un documento, emitido bajo la gravedad de juramento y se constituye en el requisito fundamental del proceso de certificación. Quien la suscribe, adquiere la condición de proveedor y de certificador de la conformidad, en consecuencia asume la mayor responsabilidad de los efectos de la instalación, por lo que debe numerarla y asignarle condiciones de seguridad para evitar su adulteración o falsificación.

La no emisión de la declaración por la persona responsable de la construcción, ampliación o remodelación de la instalación, o la emisión sin el cumplimiento de todos los requisitos que le apliquen a esa instalación, se consideran incumplimientos al RETIE y la SIC o la entidad de vigilancia que le corresponda podrá sancionarlo conforme a la Ley 1480 de 20011 y demás normatividad aplicable.

#### **4.24.2.3 Inspección con fines de certificación**

La inspección de la instalación eléctrica es el examen y comprobación de la funcionalidad de la instalación y la determinación de su conformidad con los requisitos establecidos en el RETIE y debe ser hecha sobre la base de un juicio profesional, por lo que requiere que la persona que la realice posea las más altas competencias sobre el tema a inspeccionar y lo demuestre con su certificación de competencia profesional. El diseño es una herramienta de apoyo de la inspección pero no es el objeto a determinar la conformidad.

La inspección realizada por un organismo independiente es el mecanismo para validar la declaración de cumplimiento, se debe realizar a las instalaciones que requieran certificación plena y debe cumplir los siguientes requisitos:

- Tanto el organismo de inspección como su director técnico y los inspectores deben cumplir

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

plenamente el RETIE y su incumplimiento será objeto de investigación y de las sanciones que la SIC les aplique.

- b. Para la emisión del dictamen de inspección, es necesario que el constructor o el propietario de la instalación eléctrica entregue al organismo de inspección acreditado la documentación completa que le aplique al proceso y debe permitir el desarrollo y la ejecución de las pruebas y las mediciones necesarias para la verificación de la conformidad de la instalación eléctrica.
- c. En todo proceso de inspección el organismo acreditado se obliga a realizar las medidas, pruebas y ensayos eléctricos mediante los cuales se pueda determinar la conformidad de la instalación eléctrica bajo inspección y debe dejar los registros de los valores medidos y de actividades de inspección fundamentales para la decisión.
- d. Los procedimientos, métodos, equipos, aprobados en el proceso de acreditación, son de obligatorio cumplimiento por parte del organismo acreditado.
- e. En el proceso de inspección se buscará la trazabilidad de las diferentes etapas de la instalación eléctrica, para lo cual se debe tener en cuenta lo actuado y documentado por las personas calificadas que participaron en: diseño, dirección de la construcción, interventoría cuando exista; en todos los casos se dejará consignado en el formato de inspección, la matrícula profesional del responsable de cada etapa. Los diseños son elementos de ayuda para definir la conformidad de la instalación con el reglamento pero no son el objeto del dictamen.
- f. Los procedimientos de inspección deben ser acordes con la norma ISO 17020. Se debe realizar la inspección en el sitio de la instalación y dejar las evidencias del hecho. Para garantizar que la instalación eléctrica sea segura y apta para el uso previsto, se debe realizar la inspección tanto visual como ejecutando las pruebas y medidas requeridas y registrar los resultado en los formatos de dictamen establecidos en el presente Anexo General.
- g. Se verificarán las certificaciones de la conformidad de los productos utilizados en la instalación eléctrica, que según el RETIE requieran cumplir tal requisito, pero si se detectan inconformidades en el producto, así este certificado se deberá rechazar y se deberá informar del hecho a la SIC, no será necesario que el organismo de inspección mantenga archivos de todos los certificados de producto.
- h. En todos los casos se debe consignar en los formatos de dictamen el tipo de instalación, si es construcción, ampliación o remodelación, la identidad del propietario, la dirección de localización de la instalación, los nombres y matrículas profesionales de las personas calificadas que actuaron en las diferentes etapas de la instalación (diseñador, constructor o director de la construcción e interventor). Igualmente, se consignará en el formato el nombre y matrícula profesional del inspector y el nombre, dirección y teléfono del organismo acreditado responsable de la inspección.
- i. El dictamen de resultado de la inspección y pruebas de la instalación eléctrica, debe determinar el cumplimiento de los requisitos, relacionados en el formato de inspección, que apliquen.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

- j. Si la instalación inspeccionada no es aprobada, el inspector debe dejar por escrito las no conformidades y el organismo acreditado debe determinar con el usuario la programación de la nueva visita de inspección para cerrar la no conformidad de la instalación frente al reglamento. En todo caso el organismo de inspección debe cerrar la inspección emitiendo el dictamen de aprobación o de no aprobación y debe reportarlo a la base de datos.
- k. El dictamen de inspección es un documento individual para cada cuenta, el organismo de inspección debe emitir un dictamen para cada instalación inspeccionada y entregarlo al propietario de la instalación. En los casos de edificaciones que involucren varios propietarios, a cada uno se le debe entregar su dictamen y el será responsable de su custodia y de suministrarlo cuando el operador de red o la autoridad se lo exija. Los dictámenes correspondientes a áreas comunes o instalaciones como subestaciones, redes de alimentación, ascensores y en general aquellas instalaciones comunes a la copropiedad deben ser administrados y custodiados por la administración de la edificación.
- l. El organismo acreditado guardará reserva sobre los procedimientos, planos, cartas, informes, o cualquier otro documento o información calificada como confidencial y relacionada con la instalación a inspeccionar. No obstante, en el evento de requerimiento por parte de autoridad judicial, la Superintendencia de Servicios Públicos o la de Industria y Comercio debe suministrar la información.
- m. El inspector debe dejar constancia del alcance y estado real de la instalación al momento de la inspección, con mecanismos tales como registros fotográficos, diagrama unifilar y planos o esquemas eléctricos.
- n. Los dictámenes de inspección deben ser de público conocimiento, en la página web del organismo de inspección. Adicionalmente, el organismo de inspección debe reportar los dictámenes a la base de datos centralizada coordinada por el MME o el ONAC, en los formatos acordados. Los operadores de red o los comercializadores de energía deberán consultar dicha base para verificar la autenticidad de los dictámenes que le presenten en las solicitudes de prestación del servicio de energía. La Superintendencia de Industria y Comercio podrá exigir que los Operadores de Red suban al SUI, los dictámenes con los cuales se soportaron las solicitudes de servicio.
- o. La vigencia de la prestación del servicio de inspección de instalaciones eléctricas iniciará con la firma del acuerdo, convenio o contrato entre el organismo y su cliente y su terminación se dará con la entrega del dictamen, ya sea aprobado o no aprobado.
- p. Los organismos de inspección deben reportar a la SIC, dentro de los 10 días hábiles, siguientes a la terminación del plazo dado para cerrar las no conformidades, aquellas instalaciones inspeccionadas que no fueron aprobadas, informando las razones de la no aprobación, junto con el nombre del proyecto, dirección, nombre del constructor y responsables y fecha de inspección. Esta información debe aportarse en medio digital en formato PDF. Si se tiene información que la instalación fue energizada debe hacerse mención del caso.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

- q. En las instalaciones, que tengan como único fin alimentar la instalación de uso final de la electricidad objeto de la inspección y su alimentación tenga asociada otros procesos, construidos a costa de los propietarios de la instalación de uso final, en el proceso de inspección se debe verificar cada uno de los componentes de la instalación desde la frontera con la red de uso general, diligenciando los formatos que correspondan para cada proceso involucrado, los cuales tendrán la condición de anexo(s) del formato para uso final que será el que tendrá el número de control consecutivo del dictamen. No se aceptan certificaciones parciales. Si la instalación es para varias cuentas, los formatos de los procesos aguas arriba de las acometidas parciales que alimenten cada medidor, deben asociarse con la cuenta del área administrativa o de usos comunes de la edificación.
- r. La inspección para verificar las condiciones de seguridad de instalaciones energizadas con anterioridad a la vigencia del RETIE, o en la renovación del dictamen de conformidad, no requieren la declaración del responsable de la construcción, ni los certificados de los productos, en el dictamen se hará la observación de tal condición.
- s. El propietario o administrador de una instalación eléctrica de una edificación de uso comercial, industrial, oficial o residencial multifamiliar o la destinada a la prestación del servicio público de energía, debe mantener disponible una copia del dictamen de Inspección de la instalación eléctrica, a fin de facilitar su consulta cuando lo requiera el responsable de la prestación del servicio o autoridad administrativa, judicial, de policía o de control o vigilancia. Si en la instalación están asociadas cuentas de varios propietarios el administrador de la edificación será quien debe mantener los dictámenes de las instalaciones de áreas comunes e instalaciones comunes desde el tablero de medidores a la frontera del operador de red, por los demás certificados responderá cada uno de los propietarios.

#### **4.24.2.4 Instalaciones que requieren dictamen de inspección**

Requieren *Certificación Plena* y por ende *Declaración de Cumplimiento y Dictamen de Inspección*, las siguientes instalaciones construidas, ampliadas o remodeladas en la vigencia del RETIE:

##### **a) Construcciones Nuevas**

- Todas las instalaciones especiales, tales como: instituciones de asistencia médica, instalaciones en ambientes especiales o clasificados como peligrosos, hangares para aeronaves, gasolineras y estaciones de servicio, almacenamientos de combustibles, procesos de pinturas, sitios de reunión pública, industrias harineras, silos de granos, edificaciones donde se acumula polvo con agua o tengan atmosferas corrosivas; instalaciones de ascensores, grúas, montacargas, escaleras y pasillos mecánicos; instalaciones de más de 24 V de vivienda o comercio móviles, vehículos recreativos, casas flotantes, equipos especiales, hornos o equipos de calentamiento por inducción, celdas electrolíticas, y de galvanoplastia, equipos y maquinaria de riego, piscinas y fuentes de instalaciones similares, sistemas de bombas contra incendio, sistemas de emergencia.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

- Instalaciones industriales de capacidad instalable igual o superior a 20 KVA.
- Instalaciones de uso final construidas con conductores de aluminio, cualquiera que sea su potencia instalable.
- Circuitos de distribución nuevos o ramales de derivación nuevos, en redes de uso general, cuando lo nuevo supere 5 km, sumada tanto de red primaria como secundaria o la potencia instalada nueva, en transformación sea igual o superior a 300 KVA.
- Líneas de transmisión por encima de 57,5 KV, cualquiera que sea su potencia y longitud.
- Construcciones nuevas o remodelaciones de acometidas que involucren subestación, que alimente edificaciones, independiente de quien sea el propietario de la infraestructura.
- Equipos paquetizados o prearmados que constituyen sistemas funcionales asimilables a una instalación para uso final o una subestación, que usualmente incorporan transformación de potencia, con sus sistemas de control y protección y dispositivos o aparatos de conexión que en su conjunto pueden entregar 20 KVA o más. A estos equipos se les dará el tratamiento de instalación de transformación y de uso final y los productos componentes del sistema que sean objeto del RETIE deben contar con el *Certificado de Conformidad*.

**b) Ampliaciones y remodelaciones:**

Igualmente, se requiere certificación plena para las siguientes ampliaciones y remodelaciones:

- En instalaciones industriales cuando la remodelación o ampliación supere 20 KVA y es de más de 50 KVA cuando la ampliación o remodelación supere el 30% de la capacidad instalada o se cambien más del 50% de los aparatos o 50% del alambrado o pertenezca a una instalación especial.
- En redes de distribución de uso general, cuando la ampliación supere el 30% de la capacidad instalada o el 30% de la longitud del circuito intervenido y con la ampliación, ampliaciones o remodelaciones efectuadas en el mismo circuito durante un año las partes remodeladas o ampliadas superen 300KVA y 5 km de red. En el evento que la red de distribución sea de uso exclusivo de una edificación debe dársele el tratamiento de instalación de uso final, independiente de quien sea el propietario.
- En una planta de generación cuando la ampliación supere el 30% de la capacidad instalada y se deba al montaje de nuevos equipos eléctricos en la misma casa de máquinas. En una subestación cuando la ampliación supere el 30% del costo inicial reconocido por la CREG para cada unidad constructiva o el 30% de la capacidad instalada.
- En una línea de transmisión cuando la ampliación aumente su tensión nominal de operación o su capacidad instalada.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

- En una subestación de uso general que sirva a usuarios de distintas edificaciones, cuando la ampliación supere el 30% del costo reconocido por la CREG para cada unidad constructiva, o el 30% de la capacidad instalada, y la ampliación o remodelación supere los 300 KVA.

**c) Criterios para definir los porcentajes de en ampliaciones o remodelaciones:**

Para instalaciones ampliadas o remodeladas, el porcentaje será determinado teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- Para instalaciones de uso final se tomará el número de las salidas o puntos de conexión en cada nivel de tensión.
- Remodelación de subestaciones. En subestaciones de transformación no asociadas a la instalación de uso final, el porcentaje estará referido al número de elementos de la unidad constructiva o conjunto de unidades constructivas donde se realice la remodelación. La certificación plena se aplicará a la unidad o unidades constructivas remodeladas.
- En plantas de generación los porcentajes estarán referenciados al componente donde se realicen los trabajos de remodelación, asimilándolos a un proceso así: casa de máquinas a uso final y subestaciones a transformación.

#### **4.24.2.5 Componentes del dictamen de inspección**

El dictamen de inspección debe tener básicamente los siguientes componentes:

- a. Identificación plena del organismo de inspección y del inspector o inspectores que actuaron en la inspección, así como los documentos que determinan el alcance de la inspección.
- b. La identificación plena de la instalación (tipo y localización) y las personas que intervinieron.
- c. Los aspectos a evaluar con sus resultados y observaciones.
- d. El resultado final de la conformidad.
- e. El dictamen de inspección debe ser firmado tanto por el director técnico del organismo de inspección o quien haga sus veces, como por el inspector responsable de la inspección. Tanto el Director técnico o quien firme el dictamen, como el inspector que realiza el juicio profesional, deben ser profesionales competentes y expertas en procesos de inspección, conforme a la norma ISO 17020 y serán quienes asuman la responsabilidad general del dictamen.
- f. No se podrá aceptar como dictamen de inspección para energizar una instalación de uso final, solo el dictamen de la subestación o de la red general del proyecto. Igualmente, no se debe aceptar energizar la instalación de uso final si no se contempla la conformidad con RETIE de la subestación y red general del proyecto.
- g. Al cierre de la inspección los formatos del dictamen deben estar debidamente firmados, tanto por el

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

inspector que realizó la inspección, como por la persona asignada por el organismo como responsable de aprobación del resultado del dictamen.

#### **4.24.2.6 Vigencia de los dictámenes de inspección**

Los dictámenes de inspección tendrán una validez de cinco años para instalaciones especiales, de 10 años para instalaciones básicas e instalaciones de redes de distribución y de 15 años para plantas de generación, líneas y subestaciones asociadas a transmisión.

Para dar cumplimiento al artículo 4º de la Ley 143 de 1994 en lo referente a la seguridad de la instalación, los responsables de la prestación del servicio de electricidad deben garantizar la operación y mantener los niveles de seguridad establecidos en el RETIE y demás disposiciones sobre la materia y solicitar al usuario la verificación de que se mantienen las condiciones de seguridad, mediante la revisión de la instalación y la renovación de la certificación del cumplimiento del RETIE, incluyendo el dictámenes de inspección, cuando requiera certificación plena.

En la inspección, el inspector debe verificar el cumplimiento del RETIE en cuanto a que la instalación eléctrica no presente riesgos para la salud o vida de personas y la vida animal y vegetal, riesgos al medio ambiente, a la misma instalación o a los bienes contiguos. Por tal razón el dictamen se basará en el resultado de la inspección física, con las mediciones y pruebas pertinentes en la instalación, sin necesidad de profundizar en la revisión documental y debe utilizar los formatos del Presente Anexo General, haciendo la observación que se trata de una inspección de revisión.

### **4.25 LEGISLACIÓN**

La legislación Colombiana relacionada con los sistemas eléctricos ha tomado un vertiginoso crecimiento con el fin de proponer obligaciones y controles que disminuyan la accidentalidad relacionada con este peligro, a continuación se presentan las principales normas en las que se contienen los requerimientos legales vigentes

**TABLA 66- ASPECTOS NORMATIVOS**

<b>NORMA</b>	<b>ENTIDAD</b>	<b>ASUNTO</b>
Ley 9 de enero 24 de 1979	Congreso de la República de Colombia	Se dictan Medidas Sanitarias: "Los trabajadores que por la naturaleza de sus labores puedan estar expuestos a riesgos eléctricos, serán dotados de materiales de trabajo y equipos de protección personal adecuados para prevenir tales riesgos".
Resolución 2400 de mayo 22 de 1979	Ministerio de Trabajo y Seguridad Social	Por la cual se establecen algunas disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad en los establecimientos de trabajo: regulación sobre herramientas eléctricas, lámparas, equipos, tableros de distribución, señalización, entre otros.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>

<b>NORMA</b>	<b>ENTIDAD</b>	<b>ASUNTO</b>
Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas R E T I E Integra las Resoluciones: 18 0398 del 7 de abril de 2004, 18 0498 del 29 de abril de 2005, 18 1419 del 1 de noviembre de 2005; resolución 90708 del 30 de agosto de 2013	Ministerio de Minas y Energía	Se adopta el Reglamento técnico de las Instalaciones Eléctricas para la República de Colombia: Trata los elementos fundamentales para diseño, construcción, operación y mantenimiento de instalaciones eléctricas seguras
Resolución 1348 de abril 30 de 2009	Ministerio de la Protección Social	Reglamento de Salud Ocupacional en los procesos de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, para las empresas del sector eléctrico

#### 4.26 BIBLIOGRAFÍA

- **Reglamento técnico de instalaciones eléctricas – RETIE.**
- **Resolución número 001348 de 2009 del Ministerio de la Protección Social**
- **Norma NTC 2050 Código Eléctrico Colombiano**
- **Reglamento técnico de iluminación y alumbrado público – RETILAP**
- Ley 9 (Enero 24 de 1979). Normas para preservar, conservar y mejorar la salud de los individuos en sus ocupaciones.
- Resolución 02400 (Mayo 22 de 1979). Disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad en los establecimientos de trabajo.
- Decreto 1335 (julio 15 de 1987). Seguridad en la industria minera mediante el cual se expide el reglamento de seguridad en las labores subterráneas.
- Resolución número 003673 de 2008 del Ministerio de la Protección Social
- CEI/IEC 479-1: 1994. Effects of current on human beings and livestock. Part 1: General aspects. Third edition 1994-09
- NFPA 70E-2012 Norma sobre seguridad eléctrica en los lugares de trabajo
- UNE 20-572-92 Parte 1 (equivalente a CEI 479-1: 1984) Efecto de la corriente eléctrica al pasar por el cuerpo humano. Aspectos generales
- OIT- Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo. Tomo III. Capítulo. 18: "Educación y formación".
- OIT- Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo. Tomo III. Capítulo. 31: "Educación y formación".
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo. España INSHT
- Instalaciones Eléctricas. Carlos Mario Diez
- La puesta a tierra de instalaciones Eléctricas. Rogelio Gracia Márquez
- Schneider Electric. "La seguridad en las instalaciones eléctricas para vivienda y pequeño comercio". Edición No. 2. Marzo de 2005
- Instalaciones y montajes electromecánicos. Enriquez Harper
- Accidentes por Rayo. DR. JOSÉ ANTONIO BUESO
- Sistema de conexión a tierra en la construcción. Libro Procobre
- Guía RIESGO ELECTRICO Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Centro Nacional de Nuevas Tecnologías
- IEC 62305

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

- IEC 62305-1
- IEC 62305-2
- IEC 62305-3
- IEC 62305-4
- IEEE Std 80-2000 Earthing
- La norma de OSHA sobre el Control de energía peligrosa (Candado/Etiqueta) (Control of Energía Peligrosa [Cierre/etiquetado]), Título 29 del Código de Reglamentos Federales (Code of Federal Regulations - CFR) Parte 1910.147.
- Grupo Schneider – “La seguridad eléctrica en las instalaciones industriales” Presentación, por Ing. Héctor Eduardo Graffe.
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, España. Guía técnica para la evaluación y prevención del riesgo eléctrico.
- RAYOS DESCARGAS ELECTRICAS. Antonio Cocco Quezada
- Instrucción técnica de prevención para la realización de trabajos eléctricos sin tensión. Universidad de burgos.
- Sistemas de Puesta a Tierra. Libro Procobre
- KELLER'S & Associates. Official OSHA Safety Handbook. Second edition, Neenah, Wisconsin, 1994
- SURATEP. Cartilla. Seguridad para Sistemas Eléctricos.
- Recomendaciones para la población ante la ocurrencia de Tormentas Eléctricas. SEMARNAT. Secretaría de medio ambiente y recursos naturales
- INSTITUTO DE SEGUROS SOCIALES. Bases para un Sistema de Vigilancia Epidemiológica del Accidente de Trabajo. Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, Instituto de Seguros Sociales, Seccional Antioquia, División de Salud Ocupacional, preparado por: Fabiola Ma. Betancur G., Medellín, 1993.
- Estándar de Instalaciones Eléctricas Provisionales – **Gerencia Refinería de Barrancabermeja – Coordinación Confiabilidad de equipo eléctrico**
- Estándar de Señalización para zonas de seguridad, subestaciones eléctricas, tableros y celdas, planos, rutas de evacuación, cajas de maniobra, manholes , estructuras y alimentadores – **Gerencia Refinería de Barrancabermeja – Coordinación de Control y Distribución de Potencia**
- CONSEJO COLOMBIANO DE SEGURIDAD. Método Normativo Americano de registrar los hechos básicos relacionados con la naturaleza y ocurrencia de las lesiones del trabajo. Normas ANSI Z-16-2: in: manual de estadística y análisis de accidentes, p. 41-100
- Ecopetrol, DSA, Reporte e Investigación de Incidentes / Incidentes, Bogotá, 30-09-1999.
- ECOPETROL “GCB”. Informe e Investigación de Accidentes y Casi-Accidentes. B/ja. 19-05-1995.
- ECOPETROL S.A Gestión de fallas de control e incidentes
- NTC 1523: Higiene y Seguridad. Cascos de seguridad industrial
- ANSI Z89.1: American National Standard for Industrial Head Protection
- UNE EN 397/A1 Cascos de protección para la industria
- UNE-EN 50365: Cascos eléctricamente aislantes para utilización en instalaciones de baja tensión
- ANSI Z87.1: Practice for occupational and educational eye and face protection
- UNE EN 166: Protección Individual de los ojos. Especificaciones
- UNE-EN 170: Protección individual de los ojos. Filtros para el ultravioleta. Especificaciones del coeficiente de transmisión (transmitancia) y uso recomendado
- Normas relacionadas en la tabla 63:Elementos de protección para las distintas partes del cuerpo y normatividad aplicable
- NTC-ISO 20345: Equipo de protección individual. Calzado de seguridad
- NTC 2835: Higiene y seguridad. Protectores dieléctricos para calzado. Especificaciones.

	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE</b> <b>VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código</b> <b>GHS-M-001</b>	<b>Elaborado</b> <b>22/06/2016</b>	<b>Versión:</b> <b>2</b>

- ASTM F1506: Standard performance specification for flame resistant textile materials for wearing apparel for use by electrical workers exposed to momentary electric arc and related thermal hazard
- 30 CFR 36.23 Código de Regulaciones Federales de los Estados Unidos. Construcción y Requerimientos de Diseño Sección 36.23 - sistema de admisión de la maquina diésel.
- 30 CFR 7.98 Código de Regulaciones Federales de los Estados Unidos. Requerimientos Tecnicos de máquinas diésel.

## 5 CONTINGENCIAS

En caso de presentarse situaciones que comprometan el cumplimiento del objetivo de este manual, remítase a las autoridades eléctricas de las respectivas áreas para elaborar los planes de mitigación o eliminación de riesgos.

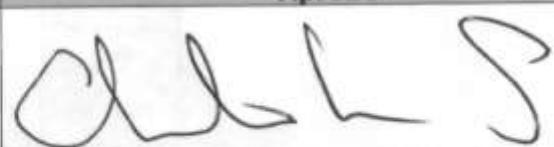
	<b>MANUAL MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL MASE</b>		
	<b>GESTIÓN HSE VICEPRESIDENCIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y AMBIENTAL</b>		
	<b>Código GHS-M-001</b>	<b>Elaborado 22/06/2016</b>	<b>Versión: 2</b>

## RELACIÓN DE VERSIONES

<b>Documento Anterior</b>			
<b>Versión</b>	<b>Fecha</b>	<b>Antiguo Código y Título</b>	<b>Cambios</b>
1	16/05/2011	ECP-DHS-M-003 Manejo Seguro del Sistema Eléctrico en Ecopetrol Normas Y Procedimientos MASE	Elaboración Este manual MASE, tiene dos (2) documentos de ayuda adicional a este: El manual digital en Word interactivo ubicado en plataforma IRIS Para el caso de control de cambios del documento se debe implementar en las tres (3) presentaciones
<b>Documento Nuevo</b>			
<b>Versión</b>	<b>Fecha</b>	<b>Cambios</b>	
1	21/12/2014	Actualización por publicación de la resolución 90708 de agosto 30 de 2013 - RETIE, realimentación y lecciones aprendidas desde la emisión inicial de este documento. Eliminación de Formatos individuales e integración en uno solo para identificar condiciones de riesgo en las instalaciones eléctricas bajo el marco del RETIE y la Norma NTC 2050 Cambio de código por lineamientos de Genoma. Deroga los formatos ECP-DHS-F-260 a ECP-DHS-F-281 los cuales quedan unificados en el GHS-F-086	
2	22/06/2016	Se incluye en el capítulo de trabajos con tensión modalidad de trabajo en línea viva para VDP	

**Para mayor información sobre este documento dirigirse a quien lo elaboró, en nombre de la dependencia responsable:**

Elaboró: José Diego Marulanda Velasquez, con el apoyo del Comité Central de seguridad Eléctrica.  
 Teléfono: 50036  
 Buzón: [jose.marulanda@ecopetrol.com.co](mailto:jose.marulanda@ecopetrol.com.co)

Revisó	Aprobó
 <b>CLARA INÉS ARBELÁEZ NARANJO</b> Gerente de Seguridad Industrial y de Procesos	 <b>EDUARDO URIBE BOTERO</b> Vicepresidente Desarrollo Sostenible y Ambiental