



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE – GUAYAQUIL**

FACULTAD DE INGENIERÍAS

CARRERA: INGENIERÍA ELÉCTRICA

**TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE: INGENIERO
ELÉCTRICO**

MENCIÓN EN SISTEMAS DE POTENCIA Y DISEÑO DE MAQUINARIAS

**TEMA: ESTUDIO TÉCNICO DE LAS INSTALACIONES
ELÉCTRICAS DE BAJA TENSIÓN Y EVALUACIÓN DE SU
CLASIFICACIÓN COMO ÁREAS RIESGOSAS DE ACUERDO AL
ARTÍCULO 500 DEL NEC EN LAS TORRES DE MALTERÍA Y
COCIMIENTO EN LA EMPRESA CERVECERÍA NACIONAL, CN.
S.A.**

AUTOR: POL MATHEUS VERA YÁNEZ

DIRECTOR: ING. ORLY GUZMÁN

GUAYAQUIL, SEPTIEMBRE 2012

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Yo, Pol Matheus Vera Yáñez portador de la cédula de ciudadanía N°0919366161, estudiante de la Universidad Politécnica Salesiana declaro que la responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponde exclusivamente.

Guayaquil, Septiembre del 2012.

Pol Vera Yáñez

CERTIFICACIÓN

Que la tesis ha sido desarrollada en su totalidad por el señor Pol Matheus Vera Yáñez bajo mi dirección, por lo que autorizo su presentación.

Guayaquil, Septiembre del 2012.

Ing. Orly Guzmán Kure

Director

DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo de tesis a mis padres Víctor y Esperanza quienes me han apoyado incondicionalmente desde los inicios de mis estudios, a mis hermanos Mariuxi y Roger que también aportaron en el trayecto de mi carrera, y en especial a mi sobrina Dayanna para que le pueda servir de ejemplo y guía cuando empiece su etapa universitaria.

Pol Matheus Vera Yáñez.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco primeramente a Dios y mi familia por estar presente conmigo y dándome las fuerzas necesarias, también a los señores: Ms. Roberto Rangel, Ing. Jacinto Carrillo, Ing. Orly Guzmán quienes me ayudaron con mi formación profesional; además a mis amigos más cercanos, quienes me acompañaron durante todo el proceso de la Tesis.

Pol Matheus Vera Yáñez.

ÍNDICE GENERAL

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD	II
CERTIFICACIÓN	III
DEDICATORIA	IV
AGRADECIMIENTOS	V
ÍNDICE GENERAL.....	VI
ÍNDICE DE TABLAS	X
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	XI
RESUMEN.....	XVIII
INTRODUCCIÓN.	19
CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	20
1.1 PROBLEMA.....	20
1.2 JUSTIFICACIÓN.	20
1.3 OBJETIVOS.	21
1.4 HIPÓTESIS.....	21
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.	22
2.1 BREVE RESUMEN DEL NEC, CÓDIGO ELÉCTRICO NACIONAL.	22
2.2 PRINCIPALES DIVISIONES EN LA NFPA.	23
2.3 CLASIFICACIÓN DE LOS CAPÍTULOS DEL NEC.....	24
2.4 EVALUACIÓN DE SU CLASIFICACIÓN COMO ÁREAS RIESGOSAS.....	25
2.5 EVALUACIÓN DE SU CLASIFICACIÓN COMO ÁREAS RIESGOSAS SEGÚN EL NEC.	26
CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO.	27
3.1. CONSIDERACIÓN PARA LA CLASIFICACIÓN DE LAS ÁREAS.....	27
3.2. CLASIFICACIÓN DE ÁREAS POR CLASE.	28
3.2.1 CLASE I.....	28
3.2.2 CLASE II.	29
3.2.3 CLASE III.	29
3.3. CLASIFICACIÓN DE ÁREAS POR DIVISIÓN.	29

3.3.1 DIVISIÓN 1.....	29
3.3.2 DIVISIÓN 2.....	29
3.4. CLASIFICACIÓN DE PRODUCTOS POR GRUPO.....	30
3.5. GENERALIDADES DE EVALUACIÓN EN ÁREAS CLASE II.....	32
3.6. DESARROLLO.....	32
3.7. LOCALIZACIÓN DE LAS ÁREAS EN ESTUDIO.....	33
CAPÍTULO IV CLASIFICACIÓN DE ÁREAS EN TORRES DE GRANOS.....	35
4.1 TORRE DE COCIMIENTO.....	35
4.1.1 NIVEL 1-TC TRANSPORTADOR DE MALTA Y ADJUNTO.....	35
4.1.2 NIVEL 2-TC TOLVA ARROZ MOLIDO.....	47
4.1.3 NIVEL 3-TC MOLINO MARTILLO.....	56
4.1.4 NIVEL 4-TC COMPRESOR.....	66
4.1.5 NIVEL 5-TC BALANZA DE MALTA.....	73
4.1.6 NIVEL 6-TC ZARANDA Y DESCHINADORA.....	79
4.1.7 NIVEL 7-TC CAPTACIÓN DE POLVOS.....	87
4.2. TORRE DE MALTERIA.....	94
4.2.1 NIVEL 0-TM COMPRESOR DE AIRE.....	94
4.2.2 NIVEL 1-TM CABINA DE CONTROL.....	103
4.2.3 NIVEL 2-TM ÁREA DE OBJETOS NO NECESARIOS.....	112
4.2.4 NIVEL 3-TM CUARTO DE HERRAMIENTAS.....	118
4.2.5 NIVEL 4-TM FILTRO DE MANGA.....	122
4.2.6 NIVEL 5-TM DESGERMINADORA.....	127
4.2.7 NIVEL 6-TM BALANZA DE PESADO A TINAS.....	132
4.2.8 NIVEL 7-TM ZARANDA.....	137
4.2.9 NIVEL 8-TM BALANZA DE DESPACHO A MALTA.....	143
CAPÍTULO V CONSIDERACIONES Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EN	
ÁREAS CLASIFICADAS DENTRO DE LAS TORRES DE COCIMIENTO Y	
MALTERÍA.....	149
5.1 OBJETIVO.....	149
5.2 ALCANCE.....	149
5.3 REFERENCIAS.....	149
5.4 DEFINICIONES.....	150

5.5 SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS.....	152
5.6 DESARROLLO.	153
5.6.1 SEÑALIZACIÓN EN LOS EQUIPOS ELÉCTRICOS.	153
5.6.2 MODOS DE PROTECCIÓN PARA MATERIALES ELÉCTRICOS EN ATMÓSFERAS DE POLVOS.	156
5.6.3 CLASES DE TEMPERATURAS.....	159
5.6.4 GRADO DE PROTECCIÓN.	160
5.6.5 SELECCIÓN DE EQUIPO E INSTALACIONES ELÉCTRICAS.	166
5.6.6 MÉTODOS DE INSTALACIÓN.	166
CAPÍTULO VI RESUMEN GENERAL DE LA EVALUACIÓN DE SU CLASIFICACIÓN COMO ÁREAS RIESGOSAS DE ACUERDO AL ARTÍCULO 500 DEL NEC.	183
6.1 ANTECEDENTES DEL NEC.....	183
6.2 DATOS SOBRE NEC EN LA ACTUALIDAD.....	183
6.3 CAPÍTULO 5 DEL NEC, LUGARES PELIGROSOS.	184
6.4 PRINCIPIOS DE COMBUSTIÓN.	184
6.5 FUENTES DE ENERGÍA.	184
6.6 RESUMEN DE LOS ARTÍCULOS 500- 504 DEL NEC.	185
6.6.1 CLASIFICACIÓN DE LAS ATMÓSFERAS PELIGROSAS EN LA CLASE II.	185
6.6.2 TÉCNICAS DE PROTECCIÓN DE ELEMENTOS INSTALADOS EN ÁREAS DE CLASE II.	185
6.6.3 TEMPERATURA DE OPERACIÓN DE EQUIPOS INSTALADOS.....	186
6.6.4 PRINCIPIOS DE MANTENIMIENTO GENERALES DENTRO DE ÁREAS CLASE II.	186
6.7 RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES.....	187
6.7.1 CARTILLAS DE RESUMEN DE LAS EVALUACIONES REALIZADAS EN LAS TORRES.	189
ANEXOS	206
PRESUPUESTO REFERENCIAL PARA LA READECUACIÓN EN LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN LAS TORRES DE GRANOS.....	206
DIAGRAMAS UNIFILARES.	282

DIAGRAMAS UNIFILARES DE TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN EN TORRE DE COCIMIENTO.	282
DIAGRAMAS UNIFILARES DE TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN EN TORRE DE MALTERÍA.....	333
PLANOS DE IMPLANTACIÓN.	362
PLANOS DE IMPLANTACIÓN CON LOS COMPONENTES ELÉCTRICOS EN TORRE DE COCIMIENTO ACTUALES.	362
PLANOS DE IMPLANTACIÓN CON LOS COMPONENTES ELÉCTRICOS EN TORRE DE MALTERÍA ACTUALES.	381
PLANOS DE IMPLANTACIÓN CON LOS COMPONENTES ELÉCTRICOS EN TORRE DE MALTERÍA PROPUESTOS.	416
PLANILLAJES	433
PLANILLAJES DE CÁLCULO DE DEMANDA EN TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN EN TORRE DE COCIMIENTO.....	433
PLANILLAJES DE CÁLCULO DE DEMANDA EN TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN EN TORRE DE MALTERÍA.	455
DATOS EXTRAS EN REFERENCIA A LOS POLVOS COMBUSTIBLES	467
CARACTERÍSTICAS LOS POLVOS COMBUSTIBLES.....	468
DEBERES DEL INSTALADOR, FABRICANTE Y OPERADOR.	470
CLASIFICACIÓN DE ÁREAS Y SELECCIÓN DE APARATOS.	470
MÉTODOS DE INSTALACIÓN.	471
SISTEMAS DE CABLE.	472
SISTEMA DE TUBERÍA.	472
REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO.	473
EVALUACIÓN DE CLASIFICACIÓN DE ÁREA	474
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA..	475

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: CLASIFICACIÓN POR GRUPOS DE ACUERDO A LA CLASE.....	30
TABLA 2: COMPARACIÓN DE CLASIFICACIÓN ENTRE NORMAS IEC Y EL NEC.....	31
TABLA 3: TORRE DE MALTERÍA	34
TABLA 4: TORRE DE COCIMIENTO.....	34
TABLA 5: CLASIFICACIÓN DE ZONAS PELIGROSAS.....	154
TABLA 6: ASIGNACIÓN DE COLOR.....	155
TABLA 7: MODOS DE PROTECCIÓN PARA ATMÓSFERAS CON POLVOS COMBUSTIBLES.....	156
TABLA 8: PROTECCIÓN PARA MATERIALES NO ELÉCTRICOS EN ATMÓSFERA DE POLVOS.....	158
TABLA 9: TEMPERATURAS MÁXIMAS DE SUPERFICIE Y DE INFLAMACIÓN.....	159
TABLA 10: TEMPERATURA DE INFLAMACIÓN DE LOS POLVOS.....	159
TABLA 11: DESIGNACIÓN DE NÚMEROS PARA IP.....	161
TABLA 12: TERCER DÍGITO EN GRADO DE PROTECCIÓN IP.....	162
TABLA 13: TIPO DE PROTECCIÓN NEMA PARA SITUACIONES NO PELIGROSAS.....	163
TABLA 14: TIPO DE PROTECCIÓN NEMA PARA SITUACIONES ARRIESGADAS O PELIGROSAS.....	164
TABLA 15: COMPONENTES BÁSICOS EN LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN LUGARES CLASIFICADOS DE CLASE 2 DIVISIÓN 2 GRUPO G.....	170
TABLA 16: INTERRUPTORES Y ACCESORIOS PARA INSTALACIONES ELÉCTRICAS.....	173
TABLA 17: ELEMENTOS PARA CANALIZACIONES APROBADOS EN ÁREAS PELIGROSAS.....	178
TABLA 18: CLASES DE CABLES APROBADOS EN ÁREAS PELIGROSAS.....	180
TABLA 19: BASES Y CLAVIJAS DE TOMA CORRIENTES.....	181

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1: EXIGENCIA DE NORMAS INTERNACIONALES EN EL MUNDO.....	31
ILUSTRACIÓN 2: FOTOGRAFÍA 1.....	36
ILUSTRACIÓN 3: FOTOGRAFÍA 2.....	37
ILUSTRACIÓN 4: FOTOGRAFÍA 3.....	38
ILUSTRACIÓN 5: FOTOGRAFÍA 4.....	39
ILUSTRACIÓN 6: FOTOGRAFÍA 5.....	39
ILUSTRACIÓN 7: FOTOGRAFÍA 6.....	39
ILUSTRACIÓN 8: FOTOGRAFÍA 7.....	39
ILUSTRACIÓN 9: FOTOGRAFÍA 8.....	40
ILUSTRACIÓN 10: FOTOGRAFÍA 9.....	40
ILUSTRACIÓN 11: FOTOGRAFÍA 10.....	41
ILUSTRACIÓN 12: FOTOGRAFÍA 11.....	42
ILUSTRACIÓN 13: FOTOGRAFÍA 12.....	42
ILUSTRACIÓN 14: FOTOGRAFÍA 13.....	42
ILUSTRACIÓN 15: FOTOGRAFÍA 14.....	43
ILUSTRACIÓN 16: FOTOGRAFÍA 15.....	43
ILUSTRACIÓN 17: FOTOGRAFÍA 16.....	44
ILUSTRACIÓN 18: FOTOGRAFÍA 17.....	45
ILUSTRACIÓN 19: FOTOGRAFÍA 18.....	45
ILUSTRACIÓN 20: FOTOGRAFÍA 19.....	45
ILUSTRACIÓN 21: FOTOGRAFÍA 20.....	46
ILUSTRACIÓN 22: FOTOGRAFÍA 21.....	47
ILUSTRACIÓN 23: FOTOGRAFÍA 22.....	49
ILUSTRACIÓN 24: FOTOGRAFÍA 23.....	49
ILUSTRACIÓN 25: FOTOGRAFÍA 24.....	49
ILUSTRACIÓN 26: FOTOGRAFÍA 25.....	49
ILUSTRACIÓN 27: FOTOGRAFÍA 26.....	50
ILUSTRACIÓN 28: FOTOGRAFÍA 27.....	50
ILUSTRACIÓN 29: FOTOGRAFÍA 28.....	51
ILUSTRACIÓN 30: FOTOGRAFÍA 29.....	52
ILUSTRACIÓN 31: FOTOGRAFÍA 30.....	53

ILUSTRACIÓN 32: FOTOGRAFÍA 31.....	54
ILUSTRACIÓN 33: FOTOGRAFÍA 32.....	54
ILUSTRACIÓN 34: FOTOGRAFÍA 33.....	55
ILUSTRACIÓN 35: FOTOGRAFÍA 34.....	56
ILUSTRACIÓN 36: FOTOGRAFÍA 35.....	56
ILUSTRACIÓN 37: FOTOGRAFÍA 36.....	57
ILUSTRACIÓN 38: FOTOGRAFÍA 37.....	58
ILUSTRACIÓN 39: FOTOGRAFÍA 38.....	58
ILUSTRACIÓN 40: FOTOGRAFÍA 39.....	59
ILUSTRACIÓN 41: FOTOGRAFÍA 40.....	60
ILUSTRACIÓN 42: FOTOGRAFÍA 41.....	61
ILUSTRACIÓN 43: FOTOGRAFÍA 42.....	61
ILUSTRACIÓN 44: FOTOGRAFÍA 43.....	61
ILUSTRACIÓN 45: FOTOGRAFÍA 44.....	62
ILUSTRACIÓN 46: FOTOGRAFÍA 45.....	62
ILUSTRACIÓN 47: FOTOGRAFÍA 46.....	63
ILUSTRACIÓN 48: FOTOGRAFÍA 47.....	64
ILUSTRACIÓN 49: FOTOGRAFÍA 48.....	64
ILUSTRACIÓN 50: FOTOGRAFÍA 49.....	65
ILUSTRACIÓN 51: FOTOGRAFÍA 50.....	66
ILUSTRACIÓN 52: FOTOGRAFÍA 51.....	67
ILUSTRACIÓN 53: FOTOGRAFÍA 52.....	68
ILUSTRACIÓN 54: FOTOGRAFÍA 53.....	68
ILUSTRACIÓN 55: FOTOGRAFÍA 54.....	69
ILUSTRACIÓN 56: FOTOGRAFÍA 55.....	69
ILUSTRACIÓN 57: FOTOGRAFÍA 56.....	70
ILUSTRACIÓN 58: FOTOGRAFÍA 57.....	71
ILUSTRACIÓN 59: FOTOGRAFÍA 58.....	71
ILUSTRACIÓN 60: FOTOGRAFÍA 59.....	72
ILUSTRACIÓN 61: FOTOGRAFÍA 60.....	73
ILUSTRACIÓN 62: FOTOGRAFÍA 61.....	74
ILUSTRACIÓN 63: FOTOGRAFÍA 62.....	75
ILUSTRACIÓN 64: FOTOGRAFÍA 63.....	75
ILUSTRACIÓN 65: FOTOGRAFÍA 64.....	75

ILUSTRACIÓN 66: FOTOGRAFÍA 65.....	76
ILUSTRACIÓN 67: FOTOGRAFÍA 66.....	77
ILUSTRACIÓN 68: FOTOGRAFÍA 67.....	78
ILUSTRACIÓN 69: FOTOGRAFÍA 68.....	79
ILUSTRACIÓN 70: FOTOGRAFÍA 69.....	80
ILUSTRACIÓN 71: FOTOGRAFÍA 70.....	81
ILUSTRACIÓN 72: FOTOGRAFÍA 71.....	81
ILUSTRACIÓN 73: FOTOGRAFÍA 72.....	82
ILUSTRACIÓN 74: FOTOGRAFÍA 73.....	82
ILUSTRACIÓN 75: FOTOGRAFÍA 74.....	82
ILUSTRACIÓN 76: FOTOGRAFÍA 75.....	82
ILUSTRACIÓN 77: FOTOGRAFÍA 76.....	83
ILUSTRACIÓN 78: FOTOGRAFÍA 77.....	83
ILUSTRACIÓN 79: FOTOGRAFÍA 78.....	83
ILUSTRACIÓN 80: FOTOGRAFÍA 79.....	85
ILUSTRACIÓN 81: FOTOGRAFÍA 80.....	85
ILUSTRACIÓN 82: FOTOGRAFÍA 81.....	86
ILUSTRACIÓN 83: FOTOGRAFÍA 82.....	87
ILUSTRACIÓN 84: FOTOGRAFÍA 83.....	88
ILUSTRACIÓN 85: FOTOGRAFÍA 84.....	89
ILUSTRACIÓN 86: FOTOGRAFÍA 85.....	89
ILUSTRACIÓN 87: FOTOGRAFÍA 86.....	90
ILUSTRACIÓN 88: FOTOGRAFÍA 87.....	90
ILUSTRACIÓN 89: FOTOGRAFÍA 88.....	90
ILUSTRACIÓN 90: FOTOGRAFÍA 89.....	90
ILUSTRACIÓN 91: FOTOGRAFÍA 90.....	91
ILUSTRACIÓN 92: FOTOGRAFÍA 91.....	92
ILUSTRACIÓN 93: FOTOGRAFÍA 92.....	92
ILUSTRACIÓN 94: FOTOGRAFÍA 93.....	93
ILUSTRACIÓN 95: FOTOGRAFÍA 94.....	93
ILUSTRACIÓN 96: FOTOGRAFÍA 95.....	93
ILUSTRACIÓN 97: FOTOGRAFÍA 96.....	94
ILUSTRACIÓN 98: FOTOGRAFÍA 97.....	96
ILUSTRACIÓN 99: FOTOGRAFÍA 98.....	96

ILUSTRACIÓN 100: FOTOGRAFÍA 99.....	97
ILUSTRACIÓN 101: FOTOGRAFÍA 100.....	97
ILUSTRACIÓN 102: FOTOGRAFÍA 101.....	97
ILUSTRACIÓN 103: FOTOGRAFÍA 102.....	97
ILUSTRACIÓN 104: FOTOGRAFÍA 103.....	98
ILUSTRACIÓN 105: FOTOGRAFÍA 104.....	98
ILUSTRACIÓN 106: FOTOGRAFÍA 105.....	99
ILUSTRACIÓN 107: FOTOGRAFÍA 106.....	99
ILUSTRACIÓN 108: FOTOGRAFÍA 107.....	99
ILUSTRACIÓN 109: FOTOGRAFÍA 108.....	100
ILUSTRACIÓN 110: FOTOGRAFÍA 109.....	100
ILUSTRACIÓN 111: FOTOGRAFÍA 110.....	101
ILUSTRACIÓN 112: FOTOGRAFÍA 111.....	102
ILUSTRACIÓN 113: FOTOGRAFÍA 112.....	102
ILUSTRACIÓN 114: FOTOGRAFÍA 113.....	103
ILUSTRACIÓN 115: FOTOGRAFÍA 114.....	104
ILUSTRACIÓN 116: FOTOGRAFÍA 115.....	105
ILUSTRACIÓN 117: FOTOGRAFÍA 116.....	106
ILUSTRACIÓN 118: FOTOGRAFÍA 117.....	106
ILUSTRACIÓN 119: FOTOGRAFÍA 118.....	107
ILUSTRACIÓN 120: FOTOGRAFÍA 119.....	107
ILUSTRACIÓN 121: FOTOGRAFÍA 120.....	108
ILUSTRACIÓN 122: FOTOGRAFÍA 121.....	108
ILUSTRACIÓN 123: FOTOGRAFÍA 122.....	109
ILUSTRACIÓN 124: FOTOGRAFÍA 123.....	110
ILUSTRACIÓN 125: FOTOGRAFÍA 124.....	111
ILUSTRACIÓN 126: FOTOGRAFÍA 125.....	112
ILUSTRACIÓN 127: FOTOGRAFÍA 126.....	113
ILUSTRACIÓN 128: FOTOGRAFÍA 127.....	114
ILUSTRACIÓN 129: FOTOGRAFÍA 128.....	114
ILUSTRACIÓN 130: FOTOGRAFÍA 129.....	114
ILUSTRACIÓN 131: FOTOGRAFÍA 130.....	114
ILUSTRACIÓN 132: FOTOGRAFÍA 131.....	115
ILUSTRACIÓN 133: FOTOGRAFÍA 132.....	115

ILUSTRACIÓN 134: FOTOGRAFÍA 133.....	116
ILUSTRACIÓN 135: FOTOGRAFÍA 134.....	116
ILUSTRACIÓN 136: FOTOGRAFÍA 135.....	116
ILUSTRACIÓN 137: FOTOGRAFÍA 136.....	116
ILUSTRACIÓN 138: FOTOGRAFÍA 137.....	117
ILUSTRACIÓN 139: FOTOGRAFÍA 138.....	117
ILUSTRACIÓN 140: FOTOGRAFÍA 139.....	118
ILUSTRACIÓN 141: FOTOGRAFÍA 140.....	119
ILUSTRACIÓN 142: FOTOGRAFÍA 141.....	120
ILUSTRACIÓN 143: FOTOGRAFÍA 142.....	120
ILUSTRACIÓN 144: FOTOGRAFÍA 143.....	120
ILUSTRACIÓN 145: FOTOGRAFÍA 144.....	121
ILUSTRACIÓN 146: FOTOGRAFÍA 145.....	121
ILUSTRACIÓN 147: FOTOGRAFÍA 146.....	122
ILUSTRACIÓN 148: FOTOGRAFÍA 147.....	122
ILUSTRACIÓN 149: FOTOGRAFÍA 148.....	123
ILUSTRACIÓN 150: FOTOGRAFÍA 149.....	124
ILUSTRACIÓN 151: FOTOGRAFÍA 150.....	124
ILUSTRACIÓN 152: FOTOGRAFÍA 151.....	124
ILUSTRACIÓN 153: FOTOGRAFÍA 152.....	124
ILUSTRACIÓN 154: FOTOGRAFÍA 153.....	125
ILUSTRACIÓN 155: FOTOGRAFÍA 154.....	125
ILUSTRACIÓN 156: FOTOGRAFÍA 155.....	126
ILUSTRACIÓN 157: FOTOGRAFÍA 156.....	126
ILUSTRACIÓN 158: FOTOGRAFÍA 157.....	127
ILUSTRACIÓN 159: FOTOGRAFÍA 158.....	127
ILUSTRACIÓN 160: FOTOGRAFÍA 159.....	129
ILUSTRACIÓN 161: FOTOGRAFÍA 160.....	129
ILUSTRACIÓN 162: FOTOGRAFÍA 161.....	129
ILUSTRACIÓN 163: FOTOGRAFÍA 162.....	129
ILUSTRACIÓN 164: FOTOGRAFÍA 163.....	130
ILUSTRACIÓN 165: FOTOGRAFÍA 164.....	130
ILUSTRACIÓN 166: FOTOGRAFÍA 165.....	130
ILUSTRACIÓN 167: FOTOGRAFÍA 166.....	130

ILUSTRACIÓN 168: FOTOGRAFÍA 167.....	131
ILUSTRACIÓN 169: FOTOGRAFÍA 168.....	132
ILUSTRACIÓN 170: FOTOGRAFÍA 169.....	132
ILUSTRACIÓN 171: FOTOGRAFÍA 170.....	132
ILUSTRACIÓN 172: FOTOGRAFÍA 171.....	132
ILUSTRACIÓN 173: FOTOGRAFÍA 172.....	133
ILUSTRACIÓN 174: FOTOGRAFÍA 173.....	133
ILUSTRACIÓN 175: FOTOGRAFÍA 174.....	134
ILUSTRACIÓN 176: FOTOGRAFÍA 175.....	135
ILUSTRACIÓN 177: FOTOGRAFÍA 176.....	135
ILUSTRACIÓN 178: FOTOGRAFÍA 177.....	135
ILUSTRACIÓN 179: FOTOGRAFÍA 178.....	136
ILUSTRACIÓN 180: FOTOGRAFÍA 179.....	136
ILUSTRACIÓN 181: FOTOGRAFÍA 180.....	138
ILUSTRACIÓN 182: FOTOGRAFÍA 181.....	138
ILUSTRACIÓN 183: FOTOGRAFÍA 182.....	139
ILUSTRACIÓN 184: FOTOGRAFÍA 183.....	139
ILUSTRACIÓN 185: FOTOGRAFÍA 184.....	139
ILUSTRACIÓN 186: FOTOGRAFÍA 185.....	139
ILUSTRACIÓN 187: FOTOGRAFÍA 186.....	140
ILUSTRACIÓN 188: FOTOGRAFÍA 187.....	140
ILUSTRACIÓN 189: FOTOGRAFÍA 188.....	140
ILUSTRACIÓN 190: FOTOGRAFÍA 189.....	140
ILUSTRACIÓN 191: FOTOGRAFÍA 190.....	141
ILUSTRACIÓN 192: FOTOGRAFÍA 191.....	141
ILUSTRACIÓN 193: FOTOGRAFÍA 192.....	142
ILUSTRACIÓN 194: FOTOGRAFÍA 193.....	142
ILUSTRACIÓN 195: FOTOGRAFÍA 194.....	143
ILUSTRACIÓN 196: FOTOGRAFÍA 195.....	143
ILUSTRACIÓN 197: FOTOGRAFÍA 196.....	145
ILUSTRACIÓN 198: FOTOGRAFÍA 197.....	145
ILUSTRACIÓN 199: FOTOGRAFÍA 198.....	145
ILUSTRACIÓN 200: FOTOGRAFÍA 199.....	145
ILUSTRACIÓN 201: FOTOGRAFÍA 200.....	146

ILUSTRACIÓN 202: FOTOGRAFÍA 201.....	146
ILUSTRACIÓN 203: FOTOGRAFÍA 202.....	146
ILUSTRACIÓN 204: FOTOGRAFÍA 203.....	147
ILUSTRACIÓN 205: FOTOGRAFÍA 204.....	147
ILUSTRACIÓN 206: FOTOGRAFÍA 205.....	147
ILUSTRACIÓN 207: FOTOGRAFÍA 206.....	148
ILUSTRACIÓN 208: FOTOGRAFÍA 207.....	148
ILUSTRACIÓN 209: COMPARACIÓN DE NORMATIVAS MUNDIALES.....	154
ILUSTRACIÓN 210: ESQUEMA DE POLUCIÓN.....	155
ILUSTRACIÓN 211: ETIQUETA PARA EQUIPOS EN CLASE 2 DIVISIÓN 2 GRUPO G.....	166
ILUSTRACIÓN 212: ESQUEMA 1 DE CONEXIÓN A MOTORES CON SOPORTERÍA COLGANTE.....	168
ILUSTRACIÓN 213: ESQUEMA 2 DE CONEXIÓN A MOTORES CON SOPORTERÍA DE PARED.....	169
ILUSTRACIÓN 215: SELLADO PARA INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN ÁREAS CLASIFICADAS.....	172
ILUSTRACIÓN 214: ESQUEMA 3 DISPOSITIVOS DE SELLADO.....	172
ILUSTRACIÓN 216: ESQUEMA 4 DISPOSITIVOS DE SERVICIOS GENERALES.....	176
ILUSTRACIÓN 217: ESQUEMA 5 DISPOSITIVOS DE SERVICIOS GENERALES.....	177
ILUSTRACIÓN 218: ESQUEMA 6 SITUACIÓN ACTUAL EN GENERAL DENTRO DE LAS TORRES EN MENCIÓN.....	188
ILUSTRACIÓN 219: ESQUEMA 7 SITUACIÓN PROPUESTA PARA LA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA GENERAL DENTRO DE LAS TORRES EN MENCIÓN.....	189

**TEMA: ESTUDIO TÉCNICO DE LAS INSTALACIONES
ELÉCTRICAS DE BAJA TENSIÓN Y EVALUACIÓN DE SU
CLASIFICACIÓN COMO ÁREAS RIESGOSAS DE ACUERDO AL
ARTÍCULO 500 DEL NEC EN LAS TORRES DE MALTERÍA Y
COCIMIENTO EN LA EMPRESA CERVECERÍA NACIONAL, CN
S.A.**

Autor: Pol Matheus Vera Yáñez, pveray@est.ups.edu.ec

Director de tesis: Ing. Orly Guzmán, oguzman@ups.edu.ec

Palabras Claves: Áreas Riesgosas, Polvos Combustibles, Artículo 500 NEC,
Readecuación.

RESUMEN

El presente trabajo de tesis se realizó en la compañía de Cervecería Nacional, CN S.A. subsidiaria de SABMiller PLC que se dedica a la fabricación, venta de cervezas y bebidas refrescantes en la ciudad de Guayaquil. El estudio se realizó en las Torres de Cocimiento y Maltería en donde empieza la preparación de la materia prima en la recepción, almacenamiento y manejo de granos de cebada y arroz que son necesarios para la producción de malta, en donde se vio factible realizar la evaluación del grado de riesgo de explosividad de acuerdo con las normas internacionales descritas en el NEC artículo 500, donde se especifican las características que deben tener las instalaciones eléctricas en lugares riesgosos. Además se realizaron documentos técnicos, diagramas unifilares eléctricos y planillajes de demanda de los tableros principales de distribución eléctrica. Luego del reconocimiento de la situación actual se propone esquemas típicos de instalación cumpliendo con las normas americanas y se presenta un presupuesto referencial para tener una idea económica de los cambios mencionados. Este trabajo fue solicitado por la empresa Cervecería Nacional para tener registro y documentación que son exigidos por empresas auditoras internacionales, además para localizar los problemas y tomar acciones correspondientes en las instalaciones eléctricas, que se reflejarán en la calidad del producto para el consumidor final.

INTRODUCCIÓN.

El presente documento muestra el estudio en referencia a lugares peligrosos según normas eléctricas, tratando de recoger todos los requerimientos, sugerencias técnicas y de seguridad para este tipo de edificación industrial donde se procesan polvos combustibles, cumpliendo para tal efecto con estándares técnicos apropiados.

Se da a conocer una revisión del artículo 500 del NEC donde se titula lugares peligrosos o clasificados y trata sobre los requisitos en las instalaciones eléctricas para equipos eléctricos y electrónicos de cualquier tensión ubicados en lugares donde puede existir riesgo de incendio o explosión por la presencia de gases, vapores inflamables, líquidos inflamables, polvos combustibles, fibras y partículas combustibles.

Como estrategia se considera una clasificación de lugares peligrosos por las propiedades de los vapores, líquidos con gases inflamables y los polvos o fibras combustibles que pueda existir en ellos; y por la posibilidad de que se produzcan concentraciones inflamables o combustibles.

Para dar la clasificación en las Torres de Maltería y Cocimiento dentro de la empresa Cervecería Nacional, CN S.A. se evaluó cada nivel o piso de una manera independiente y como forma de análisis se documentó la situación actual de las instalaciones eléctricas y las técnicas de protección aceptables a prueba de ignición de polvos para los equipos eléctricos y electrónicos instalados en lugares peligrosos clasificados.

Luego de hacer la evaluación se considera una propuesta con la utilización de componentes no incendiarios, a prueba de polvos combustibles. Es decir se hace una explicación de las características técnicas que menciona el NEC.

Además se anexan los planos de implantación, planillajes de los tableros principales, diagramas unifilares de fuerza con datos básicos de módulos de control y un presupuesto referencial para cambiar el sistema con los componentes adecuados.

CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

1.1 PROBLEMA.

Desde los inicios, al implementar las instalaciones eléctricas en las Torres de Maltería y Cocimiento dentro de la empresa Cervecería Nacional, CN S.A, no se consideraron estándares técnicos correspondientes a este tipo de edificaciones donde existen asentamientos de polvos combustibles, ocasionados por el proceso de granos orgánicos que se ejecutan en sus interiores.

La necesidad de ampliación de capacidad eléctrica por la demanda de producción ha generado que nuevas instalaciones sean ejecutadas en su interior por diferentes contratistas de montaje eléctrico, que a su vez no han considerado un procedimiento o estándar técnico único. De allí que hoy en día haya surgido la necesidad de evaluar las instalaciones para ver las condiciones en modo operativo y confirmar si cumplen con las normas establecidas.

1.2 JUSTIFICACIÓN.

La evaluación de áreas clasificadas según el artículo 500 del NEC en su texto de origen National Electrical Code NEC (Código Eléctrico Nacional) en las torres mencionadas anteriormente, dará a conocer la situación actual de las instalaciones eléctricas con respecto a las normas en mención, y se expone una propuesta económica para tener un sistema eléctrico más confiable y seguro para el personal que labora en los interiores de la torres.

La actualización de planos de implantación y la realización de diagramas unifilares eléctricos, darán la facilidad para encontrar la ubicación de los equipos existentes y para las readecuaciones futuras en las torres de Maltería y Cocimiento dentro de la empresa de Cervecería Nacional, CN S.A.

Además el estudio fue solicitado debido a las auditorías que son realizadas por parte de empresas aseguradoras que evalúan rigurosamente las instalaciones integrales para establecer parámetros en las pólizas de seguros, estableciendo los derechos y obligaciones que debe cumplir la empresa para la cobertura de los daños que se puedan presentar en el interior de la misma.

1.3 OBJETIVOS.

El objetivo es evaluar las condiciones operativas de las Torres de Maltería y Cocimiento, para realizar una clasificación de los niveles desde el punto de vista de riesgos eléctricos, aplicando el artículo 500 del NEC. Una vez clasificadas las torres en mención, se deberá establecer un criterio si las instalaciones y equipos eléctricos existentes son apropiados para garantizar la ausencia de riesgos de incendio o explosión.

1.4 HIPÓTESIS.

El proyecto denominado “Estudio Técnico de las Instalaciones Eléctricas de baja tensión y Evaluación de su Clasificación como Áreas Riesgosas de acuerdo al Artículo 500 del NEC en las Torres de Maltería y Cocimiento en la Empresa Cervecería Nacional, CN S.A”, trata de encontrar un formato general de implementar técnicas en las instalaciones eléctricas para mejorar lo existente y mantener un esquema con las adecuaciones futuras. Dentro de este formato se quiere lograr como hacer la identificación de los problemas y la contribución de dar a conocer normas técnicas internacionales que fueron creadas para la seguridad en los equipos instalados pero sobre todo la seguridad integral de las personas.

La finalidad del estudio es llegar a tener un sistema eléctrico más confiable y evitar cualquier inicio de incendio como sucedió en la torre de Maltería en años anteriores se formó un incendio causado por un cortocircuito, provocando pérdida de la producción en un periodo de tiempo. En conclusión se puede decir que al utilizar elementos adecuados para este tipo de edificaciones clasificadas con polvos combustibles se minimiza el riesgo de incendio y la propagación del mismo.

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.

2.1 BREVE RESUMEN DEL NEC, CÓDIGO ELÉCTRICO NACIONAL.

El Código Eléctrico Nacional en su texto de origen: National Electrical Code con las siglas NEC o NFPA 70, es un manual con una serie de estándares de seguridad para las instalaciones eléctricas. El NEC nace y forma parte de las normas de prevención de incendios publicada por la Asociación Nacional de Protección contra el Fuego en su texto de origen: National Fire Protection Association con las siglas NFPA. La NFPA es una organización que se creó en Estados Unidos y es encargada de establecer y mantener las normas con requisitos mínimos para la prevención, capacitación, instalación y uso de medios de protección contra incendio.

Según los registros, la NFPA se formó en 1896 por la iniciativa de un grupo de representantes de compañías de seguros y una escasa representación de sectores industriales, con el propósito de normalizar el nuevo y creciente mercado de sistemas de extinción de incendios.

En 1881, la necesidad de estandarización eléctrica se da inicio luego de la difusión de un asegurador de bienes que dio la constancia de incendios por cortocircuitos en la industria textil de Nueva Inglaterra.

Antes de 1895, se utilizaban cinco códigos referidos a la instalación eléctrica en EEUU causando controversia y confusión, con lo que se vieron obligados a unificar criterios y estándares. En 1896 se acordó que los cinco códigos existentes dieran lugar a un documento de códigos para instalaciones seguras. Y durante el año 1897 se reconoció la gran importancia en las industrias, para entonces el nuevo documento de códigos fue revisado por 1.200 individuos en EEUU y Europa; en ese mismo año fue publicado el National Electrical Code ®. En 1904 se permite que en las industrias y sectores participen activamente en el desarrollo de las normas promulgadas por la

NFPA. El primer departamento de bomberos en estar representado en la NFPA, fue el de la ciudad de Nueva York en 1905. Hoy en día, la NFPA incluye a representantes de muchos departamentos de bomberos; de las compañías de seguros; de la industria manufacturera; asociaciones; sindicatos; organizaciones comerciales e incluso de profesionales particulares.

2.2 PRINCIPALES DIVISIONES EN LA NFPA.

A continuación se mencionan las principales divisiones de la NFPA en donde se visualiza de manera clara que el NEC es un capítulo completo del NFPA dirigido hacia el sector eléctrico, como lo podemos observar en la siguiente lista:

NFPA 10 - Extintores Portátiles

NFPA 13 - Instalación de Sistemas de Rociadores y estándares de fabricación

NFPA 70 - Código Eléctrico Nacional (NEC)

NFPA 70B - Prácticas Recomendadas de Mantenimiento para Equipo Eléctrico

NFPA 70E - Seguridad Eléctrica en Lugares de Trabajo

NFPA 72 - Código Nacional de Alarmas

NFPA 77 - Seguridad con Electricidad Estática

NFPA 101 - Código de Seguridad Humana, el Fuego en Estructuras y Edificios

NFPA 704 - Clasificación de Productos Químicos y Sustancias Peligrosas

En la lista mostrada solo se mencionan las divisiones o capítulos más comunes; el NFPA en la actualidad está buscando crear capítulos nacionales como es en el caso de Argentina, México, Puerto Rico, República Dominicana, Venezuela y Perú que toman bases de los capítulos para hacerlos locales según la región.

(Libros y Software para Ingeniería 2011, “Sitio Dedicado a los estudiantes de Ingenierías” <http://librosysoftwareparaingenieria.blogspot.com/2011/09/national-electrical-code-nechandbook.html#more>> 22 de Noviembre 2011).

2.3 CLASIFICACIÓN DE LOS CAPÍTULOS DEL NEC.

Se escogió como referencia los artículos del NEC publicado en el año 1996 versión español en formato digital y versión impresa en la versión ingles para la evaluación respectiva. El documento del NEC es formado por nueve capítulos, a continuación se mencionan los capítulos con sus títulos, desglosando el capítulo cinco donde se da a conocer los artículos referentes a edificios especiales:

Capítulo 1. General

Capítulo 2. Cableado y protección

Capítulo 3 - Métodos y materiales de las instalaciones

Capítulo 4. Equipos de uso general

Capítulo 5. Edificios especiales

500 Lugares peligrosos (clasificados)

501 Lugares de Clase I

502 Lugares de Clase II

503 Lugares de Clase III

504 Sistemas de seguridad intrínseca

505 Lugares de Clase I, Zonas 0, 1 y 2

510 Lugares peligrosos (clasificados) concretos

511 Garajes públicos y talleres de reparación

513 Hangares para aviones

514 Gasolineras y estaciones de servicio

515 Plantas de distribución de combustibles a granel

516 Procesos de pintura por pulverización, inmersión y aplicación

517 Instituciones sanitarias

518 Lugares de reunión

520 Teatros, zonas de audiencia de los estudios cinematográficos y de TV y lugares similares

525 Carnavales, circos, ferias y espectáculos similares

530 Estudios cinematográficos y de TV y lugares similares

540 Proyectores de películas

545 Casas prefabricadas

547 Edificios agrícolas

- 550 Autocaravanas, casas prefabricadas y aparcamientos de autocaravanas
 - 551 Vehículos recreativos y aparcamientos de vehículos recreativos
 - 552 Caravanas
 - 553 Casas flotantes
 - 555 Marinas y puertos deportivos
- Capítulo 6 - Equipos especiales
- Capítulo 7 - Condiciones especiales
- Capítulo 8 - Sistemas de comunicaciones
- Capítulo 9 - Cuadros y ejemplos

(Código Eléctrico Nacional, Quincy-USA, 1996).

2.4 EVALUACIÓN DE SU CLASIFICACIÓN COMO ÁREAS RIESGOSAS.

Se puede mencionar en manera macro que hoy en día las industrias y fábricas que trabajan con materiales que pueden generar un ambiente explosivo, ya se están familiarizando con temas importantes que tengan relación con los códigos y estándares nacionales e internacionales; es decir la clasificación de áreas riesgosas, normalización de equipos eléctricos, los estándares de instalación y canalización para conductores especialmente para este tipo de ambientes peligrosos. Se conoce en manera global que en el mundo las normativas de gran influencia en la parte eléctrica, estas normativas se dividen en dos sistemas y mencionan en sus textos la clasificación de áreas peligrosas.

El primer sistema de normas eléctricas de gran influencia en el mundo viene desde Europa conocida como: International Electrotechnical Commission (IEC). En las normas IEC los lugares peligrosos se llaman zonas peligrosas donde la atmósfera es potencialmente explosiva; por ejemplo en las Zonas 0, 1, y 2 que son estimadas por las probabilidades de ocurrencia y longitud de tiempo en que la mezcla potencialmente explosiva se presente en el ambiente. Los equipos o aparatos eléctricos son diseñados para ser utilizados en estas zonas usando estándares de las Normas Europeas (EN).

El segundo sistema proviene desde Norte América, donde es conocido el manual Código Eléctrico Nacional (NEC) y menciona la clasificación de lugares peligrosos, usando la terminología de grupos, clase y división; en los grupos se identifica el material de riesgo explosivo como los gases o vapores, polvos combustibles y fibras inflamables; en la clase se da a conocer la magnitud del riesgo presente producido por gases o vapores, polvos combustibles o fibras inflamables; y en la división se define si la condición de presencia en el ambiente del material de riesgo es normal o anormal. Los equipos o aparatos eléctricos son diseñados y construidos para el uso dentro de estas áreas y son examinados para aprobación por las Nationally Recognized Test Laboratories (NRTL) utilizando elementos normalizados.

El Ecuador se encuentra en una zona neutral entre las grandes potencias mundiales y ciertos países de Latinoamérica, y por eso que se permite el uso de un sistema eléctrico que más se acomoda a sus necesidades.

2.5 EVALUACIÓN DE SU CLASIFICACIÓN COMO ÁREAS RIESGOSAS SEGÚN EL NEC.

La evaluación al sistema eléctrico en las Torres de Maltería y Cocimiento se maneja referente a lo que indica el NEC y donde se hace evidente sus artículos; para este caso específico es el artículo 500 donde se describen los lugares peligrosos.

El alcance del artículo 500 son los requerimientos de las instalaciones eléctricas en equipos de cualquier tensión montados en lugares donde puede existir riesgo de incendio o explosión por la presencia de gases o vapores inflamables, líquidos inflamables, polvos combustibles o fibras con partículas combustibles.

Dentro del artículo 500-2 se hace mención de las condiciones generales de los lugares peligrosos y los clasifica de acuerdo a las propiedades de los vapores, líquidos o gases inflamables y los polvos o fibras combustibles; es decir el tipo de ambiente que puede haber en ellos y la posibilidad de que se produzcan concentraciones inflamables o combustibles.

CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO.

Para la clasificación de áreas peligrosas, los pisos o niveles que pertenecen a las Torres de Maltería y Cocimiento en la empresa Cervecería Nacional, CN S.A. se considerarán y se evaluarán de manera independiente.

Las instalaciones y equipos eléctricos en lugares peligrosos o también llamadas áreas clasificadas, están sujetos a todas las normas aplicables contenidas en el artículo 500 del NEC, donde se enuncia los estándares técnicos de protección aceptables. Como característica principal de los dispositivos que se deben instalar dentro de las áreas clasificadas, se puede decir que son a prueba de ignición de polvos, con un sistema de seguridad intrínseca, herméticamente cerrado. Hay que tener claro que dentro de las precauciones especiales, los artículos de 500 al 504 exigen que los equipos estén contruidos e instalados de manera que aseguren un funcionamiento correcto en condiciones adecuadas de uso y mantenimiento.

3.1.CONSIDERACIÓN PARA LA CLASIFICACIÓN DE LAS ÁREAS.

La clasificación de áreas peligrosas es un método de análisis que se aplica al medio ambiente o a la atmósfera del lugar donde pueden existir; gases o vapores inflamables, fibras o polvos combustibles, con el fin de establecer las precauciones especiales que se deben considerar para la construcción, instalación y uso de materiales en equipos eléctricos.

En lugares donde exista una alta probabilidad de presencia de una atmósfera explosiva, se deberán utilizar equipos eléctricos con baja probabilidad de crear una fuente de ignición.

De acuerdo al manual NEC, la clasificación se divide en tres etapas; Clase, División, y Grupo, a continuación se detallarán los criterios de la selección para cada una de estas etapas.

3.2.CLASIFICACIÓN DE ÁREAS POR CLASE.

Para determinar el tipo de Clase en la clasificación de áreas o lugares peligrosos, se debe referir principalmente a la naturaleza del material o producto que se labora en el interior del área. Existen tres clases que se mencionan a continuación y se explica brevemente a que material pertenece:

3.2.1 CLASE I.

En la clase I se consideran los lugares donde hay la presencia de gases o vapores en cantidades significantes para producir mezclas inflamables. Pertenecen a la clase I materiales explosivos, líquidos combustibles, tóxicos entre otros; además en la clase I se subdividen zonas según la frecuencia de aparición y el tiempo de permanencia de una atmósfera explosiva.

3.2.1.1 Clase I / Zona 0.

Se determina Clase I / Zona 0 a toda área o lugar en donde un ambiente explosivo se encuentra en forma constante o durante períodos largos de tiempo.

3.2.1.2 Clase I / Zona 1.

Se determina Clase I / Zona 1 a toda área o lugar en la que es probable que exista una atmósfera explosiva en operación normal.

3.2.1.3 Clase I / Zona 2.

Se determina Clase I / Zona 2 aquellas áreas en las que es muy baja la posibilidad de que se produzca una atmósfera explosiva en operación normal durante un corto período de tiempo.

3.2.2 CLASE II.

En la Clase II se determina las áreas donde están presentes productos como: polvos orgánicos o combustibles, carbón y metales inflamables.

3.2.3 CLASE III.

Dentro de la Clase III se encuentran la presencia de materiales fibrosos inflamables.

3.3. CLASIFICACIÓN DE ÁREAS POR DIVISIÓN.

La clasificación de áreas peligrosas por división es de acuerdo por el nivel de riesgo presente en el lugar. En la evaluación de la división, es necesario tomar en cuenta la frecuencia de escape del material de riesgo al ambiente del lugar y el nivel de ventilación del área en estudio. Se considera para este método dos divisiones:

3.3.1 DIVISIÓN 1.

Se clasifica división 1 cuando existe presencia grande de gases o fugas de vapores y polvos combustibles en concentraciones inflamables; esto puede ocurrir en operación normal o cuando se realizan labores de mantenimiento y reparación de algún equipo; además por un mal procedimiento de operación que pueda liberar concentraciones grandes de gases o vapores y polvos combustibles.

3.3.2 DIVISIÓN 2.

Son consideradas las áreas peligrosas en división 2, donde se manejan, procesan o almacenan productos inflamables y la concentración es poca o casi nula. Normalmente los productos se encuentran en recipientes o sistema cerrado y solo en caso de una ruptura o mala operación de los recipientes pueden desarrollar una propagación del material de riesgo formando una atmosfera peligrosa inflamable.

3.4. CLASIFICACIÓN DE PRODUCTOS POR GRUPO.

La clasificación por grupo se basa en las características químicas y de explosividad de las mezclas inflamables de gases o vapores, polvos combustibles y fibras sintéticas, donde éstas varían dependiendo del tipo de material envuelto.

En la tabla 1 se ve claramente la clasificación por Grupo, en conjunto se relaciona con el tipo de Clase que se mencionó anteriormente. Con estudios más específicos se podría hacer un análisis de las sustancias de los grupos para saber las características de cada material y saber la máxima intensidad de explosión como también la mínima temperatura de ignición de la mezcla considerada. A continuación, se listan algunos elementos etiquetados según su Clase y Grupo correspondiente:

TABLA 1: CLASIFICACIÓN POR GRUPOS DE ACUERDO A LA CLASE

Sustancias típicas de Clase I	
Grupo A:	Acetileno.
Grupo B:	Hidrógeno o sustancias con un % mayor de 30% en volumen.
Grupo C:	Ethil, Ether y Etileno.
Grupo D:	Acetona, Ammonia, Benceno, Gasolina.
Sustancias típicas de Clase II	
Grupo E:	Aluminio, Magnesio.
Grupo F:	Carbón, Coque.
Grupo G:	Harina, Granos, Madera, Plásticos y Químicos.
Sustancias típicas de Clase III	
	Fibras naturales o sintéticas

Fuente: Jorge Torres, T.S.U. Electrónica Industrial, I.U.P. Santiago Mariño. Venezuela, 2010.

Luego de la revisión de las clasificaciones de acuerdo al artículo 500 del NEC se hace una comparación con la norma europea IEC como se visualiza en la tabla 2. En la ilustración 1 se gráfica por color la exigencia de las normas de acuerdo al sector en el mundo y se ve claramente la situación del Ecuador con respecto de la exigencia en la utilización de las normas internacionales.

(Torres, Jorge 2010, “Monografías del I.U.P. Santiago Mariño. Venezuela: <http://www.monografias.com/trabajos13/clasar/clasar.shtml>, Tomado el 13 Diciembre de 2011).

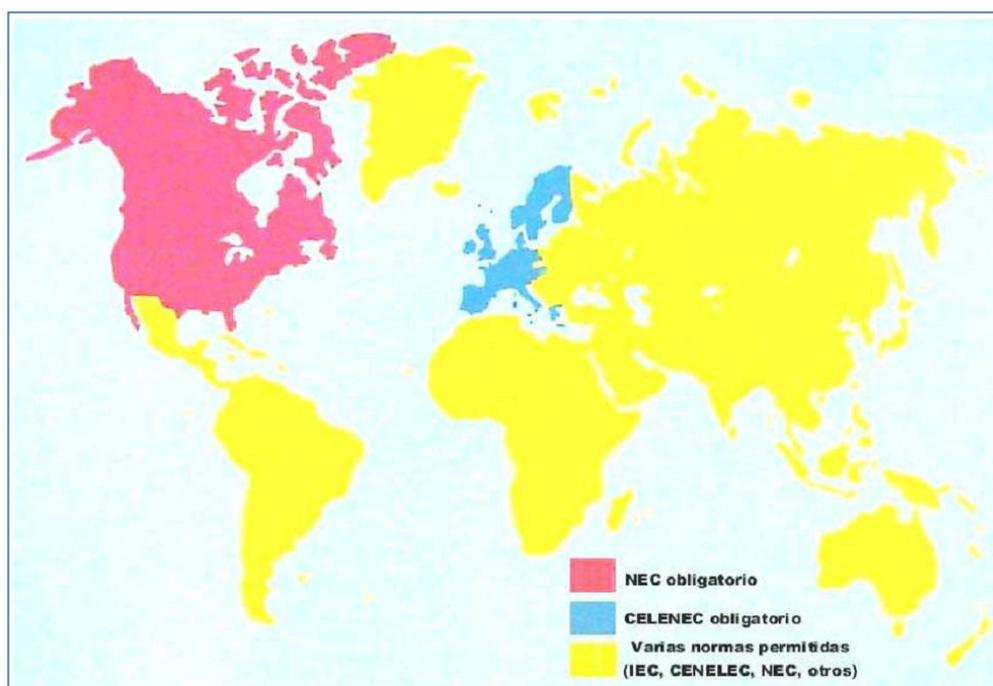
TABLA 2: COMPARACIÓN DE CLASIFICACIÓN ENTRE NORMAS IEC Y EL NEC

Material Peligroso	Clasificación Tradicional IEC	Clasificación Tradicional NEC	
Gas o vapor	Zona 0	Clase 1	División 1
	Zona 1		
	Zona 2		División 2
Polvo	Zona 10 (zona 20)	Clase 2	División 1
	Zona 11 (zona 22)		División 2
Fibras	Zona 10 (zona 20)	Clase 3	División 1
	Zona 11 (zona 22)		División 2

Fuente: El Autor, 2011

Nota: La clasificación entre las Normas es la misma se cambia solo en los nombres.

ILUSTRACIÓN 1: EXIGENCIA DE NORMAS INTERNACIONALES EN EL MUNDO.



Fuente: Folleto DELGA S.A.I.C. y Equipamientos Eléctricos para áreas clasificadas y no clasificadas. www.delga.com 2010.

Nota: Ecuador se encuentra en zona neutral permitiendo escoger normas internacionales.

3.5.GENERALIDADES DE EVALUACIÓN EN ÁREAS CLASE II.

Las áreas clase II son peligrosas cuando hay la presencia de polvos combustibles. Se define polvo a cualquier material de 420 micrones o menos de diámetros que presente peligro de incendio cuando se disperse en el aire. La división dependerá de las acumulaciones del polvo combustible bajo condiciones normales en los equipos eléctricos. El lineamiento a seguir para determinar la acumulación de capa de polvo en 24 horas en superficies horizontales es de: Espesor mayor a 3mm para división 1 y menor a 3mm hasta que se pueda distinguir para división 2. El peligro de explosión depende de un conjunto de factores, tales como: características explosivas del polvo, tamaño de partícula y su distribución; concentración de polvo, contenido de la humedad, temperatura y presión del ambiente, presencia de gas inflamable; volumen de recipiente.

Uno de los factores principales para determinar la seriedad de explosión de manera exacta es saber la medida específica de la explosividad de un polvo definida por la expresión: $K_{st}=(dP/dt)_{max}.V^{1/3}$ en $bar.m.s^{-1}$; donde P es la presión, t tiempo, V volumen del recipiente; el nombre de la ecuación es Ley cúbica y los datos depende de los ensayos realizados en laboratorios para determinar el K_{st} del polvo combustible, de este valor depende la clase de explosión; siendo $K_{st}=0$ explosividad nula; $0 < K_{st} < 200$ explosividad débil a moderada; $200 < K_{st} < 300$ fuerte y $K_{st} > 300$ muy fuerte.

Queda como tema expuesto el determinar el grado de explosividad del polvo y la sensibilidad de incendio producido por granos de cebada o de arroz, siendo parte de un estudio especializado en otra carrera; en los anexos se presenta los resultados de estudios ya realizados referente al tema. La evaluación basara por la presencia de polvos combustibles y datos que respaldan que existe un peligro de explosión y de incendio débil.

3.6.DESARROLLO.

El estudio de clasificación de áreas peligrosas se realizó bajo una inspección visual integrando el área eléctrica y constructiva. En el desarrollo del estudio se incluyó la

participación del personal que opera en las máquinas de las Torres de Maltería y Cocimiento para tener una guía en el proceso de funcionamiento, además de la recopilación de datos de importancia siendo puntos clave como se muestra a continuación:

- A. Definición del proceso productivo realizado en cada una de las torres en estudio.
- B. Determinación de las características de las materias primas procesadas.
- C. Levantamiento de instalaciones eléctricas existentes en cada una de las torres.
- D. Datos de placas de motores ubicados dentro de los niveles.
- E. Datos de tableros eléctricos de fuerza, control y alumbrado.
- F. Canalizaciones eléctricas de fuerza, control y alumbrado.
- G. Tipos de luminarias utilizadas.
- H. Cableado eléctrico de fuerza, y alumbrado.
- I. Actualización de los planos de implantación en 2D de: Torre de Maltería (9 niveles) y Torre de Cocimiento (8 niveles), localizando las fuentes de polución existentes en cada una de los niveles.
- J. Ubicación de los equipos con motores eléctricos existentes en cada uno de los niveles de las torres, así como de las canalizaciones respectivas.
- K. Clasificación de las áreas en cada uno de los diferentes niveles de las Torres de Maltería y Cocimiento, de acuerdo a lo establecido en el artículo 500 del NEC.
- L. Determinación de los requerimientos de seguridad que deben cumplir las instalaciones eléctricas en estas áreas clasificadas.
- M. Rediseño de las instalaciones eléctricas para cumplir con los requerimientos de seguridad.
- N. Presentación de resultados del estudio, a través de planos y memorias respectivas.

3.7.LOCALIZACIÓN DE LAS ÁREAS EN ESTUDIO.

El estudio en mención se ejecutó en las dos Torres de granos ubicadas dentro de la planta de Cervecería Nacional que se encuentra en el Km. 16 ½ Vía Daule - Calle Cobre entre Av. Río Daule y Av. Pascuales en la ciudad de Guayaquil.

Las Torres de Maltería y de Cocimiento también son llamadas torres de granos y en cada nivel se ha asignado un nombre por su actividad del proceso como que se da a conocer en las tablas 3 y 4 respectivamente.

TABLA 3: TORRE DE MALTERÍA

Torre de Maltería	
Foto de Ubicación	División de los Niveles
	Nivel 0 - Compresor de aire.
	Nivel 1 - Cabina de control.
	Nivel 2 - Área de objetos no necesarios.
	Nivel 3 - Cuarto de Herramientas.
	Nivel 4 - Filtro de Manga.
	Nivel 5 - Desgerminadora.
	Nivel 6 - Balanza de Pesado a tinajas.
	Nivel 7 - Zaranda.
Nivel 8 - Balanza de despacho de Malta.	

Fuente El autor 2011

Nota: División de ochos niveles de la Torre de Maltería

TABLA 4: TORRE DE COCIMIENTO

Torre de Cocimiento	
Foto de Ubicación	División de los Niveles
	Nivel 1 - Transportador de malta y adjunto.
	Nivel 2 - Tolva de arroz molido.
	Nivel 3 - Molino martillo.
	Nivel 4 - Compresor.
	Nivel 5 - Balanza de malta.
	Nivel 6 - Zaranda.
	Nivel 7 - Captación de polvo.

Fuente El autor 2011

Nota: División de siete niveles de la Torre de Cocimiento

CAPÍTULO IV CLASIFICACIÓN DE ÁREAS EN TORRES DE GRANOS.

La clasificación se desarrolla con la metodología de evaluación de riesgo con la guía de siete pasos básicos típicos en la realización de diagnósticos de áreas riesgosas explicados en la sección de datos extras ubicados en anexos.

4.1 TORRE DE COCIMIENTO.

4.1.1 NIVEL 1-TC TRANSPORTADOR DE MALTA Y ADJUNTO.

De acuerdo a la clasificación descrita anteriormente, el nivel 1 de la Torre de Cocimiento ha sido ubicado para efectos de determinación de grado de riesgo de explosividad, dentro del Grupo G, Clase II, División 2.

Esta clasificación corresponde al artículo 500 del NEC y para certificar la clasificación se menciona los artículos de donde provienen cada uno de los parámetros; en el código 500-3B el Grupo G se denomina a lugares donde las atmósferas tienen polvos combustibles como harina, cereales, serrín de madera, granos, serrín de plástico y productos orgánicos no incluidos en los Grupos E o F.

En el código 500-6, se especifica que en un lugar de Clase II es el que resulta peligroso por la presencia de polvos combustibles.

En el literal B del artículo 500-6 nombra que en un lugar de Clase II División 2 es aquél en el que no hay normalmente en el aire polvos combustibles en cantidad suficiente para producir mezclas explosivas o combustibles y la acumulación de polvo combustible normalmente es insuficiente para impedir el funcionamiento normal del equipo eléctrico u otros equipos, se especifica también que puede haber polvo combustible en el aire como consecuencia esporádica por el mal funcionamiento de los equipos de manipulación o de proceso. Esta acumulación de

polvo combustible sobre la cercanía de los equipos eléctricos puede ser suficiente para impedir la disipación de calor de dichos equipos o pueden arder por el funcionamiento anormal o el fallo de los equipos eléctricos.

Una característica principal en el nivel 1 como se muestra la ilustración 2, existe una concentración mínima de polvo de arroz de manera intermitente; las personas encargadas en el mantenimiento general que pertenecen a la empresa, realizan la limpieza de las superficies de este nivel, logrando que el impacto sea mínimo pues periódicamente se retira del ambiente dicha acumulación de polvo en los equipos y localidades obteniendo una condición normal de operación en la parte eléctrica. La concentración de polvos puede existir frecuentemente por reparaciones de mantenimiento o por fugas de polvos de otros niveles superiores.

ILUSTRACIÓN 2: FOTOGRAFÍA 1



Fuente: El autor, 2011.

Nota: Torre de Cocimiento, vista interior del Nivel 1.

En el área exterior de este nivel se realiza descarga de los granos de arroz desde los camiones transportadores hacia los contenedores subterráneos y en donde por mala operación pudiera darse una concentración peligrosa de polvo y llegar a afectar a este nivel.

Dentro de este nivel se transporta la materia prima para la elaboración de la cerveza por medio de ductos metálicos cerrados, estos granos producen polvos combustibles que van en conjunto con los granos y que pueden escaparse sólo en caso de ruptura accidental u operación anormal del equipo.

Revisando el código 502-4 sobre los métodos de instalación se indica que se debe cumplir ciertos requisitos. A continuación teniendo como base estas indicaciones se evalúa las instalaciones actuales dividiéndolas en partes para una mejor guía; es decir será una comparación de lo que indica la norma con lo que se encuentra ya instalado.

4.1.1.1 CANALIZACIONES ELÉCTRICAS.

En lugares de Clase II División 2, las instalaciones se deben hacer con tubo metálico rígido, como se muestra en la ilustración 3.

ILUSTRACIÓN 3: FOTOGRAFÍA 2



Fuente: El autor, 2011.

Nota: Vista de montaje de tubería rígida en Nivel

En el nivel 1 se utilizan tuberías metálicas rígidas, también tuberías metálicas tipo EMT con accesorios de conexión para los circuitos de alumbrado y de tomacorrientes.

Las observaciones encontradas sobre el uso de tuberías como canalizaciones eléctricas se establece que en este nivel no se han dotado con los accesorios adecuados para el área clasificada, en este caso las cajas de derivaciones no son a prueba de explosión y no están protegidas contra polvos combustibles, algunas están incompletas o descubiertas formando un punto donde no se evita la salida de chispas.

Como concepto general las bandejas porta-cables son los elementos utilizados para conducir los conductores entre las diferentes partes de la instalación eléctrica.

ILUSTRACIÓN 4: FOTOGRAFÍA 3



Fuente: El autor, 2011.

Nota: Vista de montaje de parrilla metálica en Nivel 1.

Dentro de este nivel se utilizan bandejas porta-cables formadas de ángulos metálicos soldados como se muestra en la ilustración 4, similares a las bandejas porta-cables tipo escaleras pero no cumpliendo con las normas que son tratados en el NEC sección 318, referente a sistemas de bandejas porta-cables tipo escalera, bandejas de fondo sólido y otras estructuras similares.

Para el sistema de control y sistemas neumáticos si se utilizan bandejas porta-cables tipo escalera con tapa de acero galvanizado, también se ha instalado una bandeja porta-cables tipo ducto con amarra-cable y en su interior una división para separar fuerza y control, esta bandeja tipo ducto recorre todo los siete niveles que conforma la torre en mención. Además existe un tramo de bandeja porta-cables tipo ducto troquelado para alimentar un motor como se muestra en el plano respectivo del nivel.

Algunas de las observaciones encontradas sobre el uso de bandejas se puede indicar que la mayoría de las canalizaciones no se encuentran aterrizadas; cada cable en la bandeja no se encuentra identificado con marcas permanentes; algunas partes de las bandejas presentan bordes afilados, que puedan dañar los cables; no se utilizan los accesorios adecuados para las diferentes derivaciones de los cables; los cables no se encuentran debidamente sujetos ni ordenados por medio de amarras plásticas.

ILUSTRACIÓN 5: FOTOGRAFÍA 4



Fuente: El autor.
Nota: Evidencia de acumulación de polvos en Nivel 1.

ILUSTRACIÓN 6: FOTOGRAFÍA 5



Fuente: El autor, 2011.
Nota: No se utilizan accesorios adecuado en derivaciones en las canalizaciones.

ILUSTRACIÓN 7: FOTOGRAFÍA 6



Fuente: El autor, 2011.
Nota: Evidencia de acumulación de polvos y bandejas perforadas donde ingresan polvos.

ILUSTRACIÓN 8: FOTOGRAFÍA 7



Fuente: El autor, 2011.
Nota: Cables no ordenados ni sujetos a las bandejas porta cables.

Los mantenimientos frecuentes que se realizan dentro del nivel 1 no contemplan las canalizaciones motivo la cual se encuentran con concentración de polvo como se observan en las ilustraciones desde la 5 hasta la 8.

4.1.1.2 MECANISMOS DE CONMUTACIÓN.

Sobre los interruptores, tomacorrientes, controladores de motores, fusibles, incluidos los de tipo botón, relés y similares instalados en lugares de Clase II División 2, el código 502-6 indica que deben estar protegidos contra la ignición de polvos.

En el nivel 1 se ha implementado tomas de energía eléctrica cumpliendo con el código 502-6 como se muestra en la ilustración 9 pero aún se encuentran otros tomacorrientes sin protección contra polvos combustibles como se observa en la ilustración 10.

ILUSTRACIÓN 9: FOTOGRAFÍA 8



Fuente: El autor, 2011.
Nota: Vista de Interruptor con protección.

ILUSTRACIÓN 10: FOTOGRAFÍA 9



Fuente: El autor, 2011.
Nota: Vista de tomacorrientes.

Los mecanismos de conmutación, transformadores de control, y dispositivos de protección de sobre intensidad se encuentran dentro de cajas eléctricas de PVC, el código 502-7, hace mención en cómo colocar estos dispositivos en lugares de Clase II División 2 y no certifica que dentro de estas áreas se permita este tipo de cajas, en la ilustración 11 se muestra la caja de PVC instalada. El mismo código mencionado indica que deben ser instalados en tableros que concentren estos dispositivos de

protección y de maniobra o comando, para operar de una manera segura dentro de las áreas clasificadas.

ILUSTRACIÓN 11: FOTOGRAFÍA 10



Fuente: El autor, 2011.

Nota: Caja eléctrica plástica TD1-N1.

4.1.1.3 MOTORES.

Los motores y otros equipos eléctricos rotativos instalados en lugares de Clase II División 2 deben tener un sistema de ventilación a prueba de ignición de polvos para que la temperatura máxima exterior del equipo a plena carga cumpla lo establecido en la sección 500-3F, en donde indica que cuando los polvos orgánicos asentados en la superficie pueden influir en la temperatura y a su vez en el funcionamiento del equipo, para este punto se recomienda realizar un estudio de temperaturas de los equipos para tener dato exacto de los niveles de calor que manejan los motores en el proceso y compararlos con la tabla del código 500-3.

En el nivel 1 tomando los datos de placa de los motores instalados, estos se encuentran con grado IP55; donde el primer dígito 5 indica la protección contra polvos y el segundo dígito 5 señala que están protegido contra chorros de agua, llegando hacer mención al código 502-8 (b) en donde se explica la instalación de motores y generadores en áreas clasificadas. En las ilustraciones 12 y 13 se observa los motores instalados en el nivel 1.

ILUSTRACIÓN 12: FOTOGRAFÍA 11



Fuente: El autor, 2011.
Nota: Nivel 1, Motor 264 Tolva de Arrocillo Molido.

ILUSTRACIÓN 13: FOTOGRAFÍA 12



Fuente: El autor, 2011.
Nota: Nivel 1, Motor 186 Transportador de Malta.

4.1.1.4 APARATOS DE ILUMINACIÓN.

Los aparatos de iluminación deben cumplir las condiciones del código 502-11 que indica que los aparatos fijos de iluminación, si no son del tipo aprobado para lugares de Clase II, al menos estos deben cumplir con las características principales en la protección contra daños físicos o mediante protectores adecuados y diseñados para evitar al máximo el depósito de polvo sobre las bombillas además evitar que salten chispas, sobre material ardiendo o metal caliente. En la ilustración 14 se muestra una luminaria típica instalada dentro del nivel 1.

ILUSTRACIÓN 14: FOTOGRAFÍA 13



Fuente: El autor, 2011.
Nota: Nivel 1, luminarias Fluorescente 2x32W tipo sellada.

El código también indica que todos los aparatos deben estar claramente marcados con la potencia máxima en vatios de la lámpara. En su funcionamiento no deben superar una determinada temperatura en sus superficies expuestas en condiciones

normales de uso, de acuerdo con la Sección 500-3(f), estas indicaciones mencionadas anteriormente no se han cumplido en este nivel. Y de igual manera se recomienda realizar mediciones de la temperatura de los equipos de iluminación para tener datos exactos y llevar un control.

El código 502-11 indica que deben estar suspendidos a través de tubo metálico rígido con rosca o tubo de acero semi-rígido con rosca y las juntas roscadas deben llevar tuercas de seguridad u otro medio eficaz que evite que se aflojen. Cuando el cable entre la caja de derivación o de conexión debe estar protegido con un sello a prueba de polvos combustible. Se debe utilizar un cable flexible aprobado para uso intenso de acuerdo al área indicada. También recalca que el cable flexible de alimentación no se debe utilizar como medio de sujeción del aparato de iluminación.

Dentro del nivel 1 se utilizan lámparas fluorescentes tipo sellada de 2x32W tipo sellada, pero no están aprobadas para el área clasificada y no se encuentran señalizadas. Los soportes colgantes utilizados son de cadenas metálicas, para derivaciones de las tuberías, es decir las cajas de conexiones metálicas se encuentran ya en deterioro a causa del tiempo permitiendo aberturas para la acumulación del polvo. Ver ilustración 15 y 16. No se utilizan medios eficaces para evitar salida de chispas o material ardiente al exterior. El encendido es a través de interruptores protegidos por ignición de polvos, dentro de este nivel no existen luminarias de emergencia.

ILUSTRACIÓN 15: FOTOGRAFÍA 14



Fuente: El autor, 2011.

Nota: Nivel 1, Tuberías EMT para circuito de iluminación.

ILUSTRACIÓN 16: FOTOGRAFÍA 15



Fuente: El autor, 2011.

Nota: Nivel 1, Cajas Metálicas de conexión para tuberías.

4.1.1.5 CONDUCTORES ELÉCTRICOS.

Los cables flexibles utilizados en lugares de Clase II deben cumplir las condiciones indicadas en el código 502-12, donde se menciona que deben ser de un tipo aprobado para uso extra-intenso; además de los conductores del circuito de alimentación sea trifásico o monofásico, este debe contener un conductor de tierra que cumpla lo establecido en la sección 400-23 que se refiere a los cables para uso general.

El código es específico en mención de los terminales y conductores de alimentación indicando que deben estar de manera aprobada; es decir, estar sujetos por abrazaderas u otro medio adecuado que evite la tensión en las conexiones de los terminales; estar dotados de juntas adecuadas que eviten la entrada de polvo por los puntos donde el cable entre en la caja o envoltentes protegidos contra la ignición de polvos. Se utiliza soportes de tubería en mención a este párrafo.

Para los circuitos de iluminación y de fuerza en los motores se utilizan cables concéntricos como se observa en la ilustración 17; aislamiento ST-THHN permitidos si están completamente protegidos con las canalizaciones adecuadas. Se recuerda que los conductores multipolares de cobre tipo ST-THHN son utilizados en conexiones portátiles de electrodomésticos y de equipos en los que se espera transmisión de ruido o vibración o que por su trabajo tengan reubicación frecuente. Este tipo de conductor puede ser usado en lugares secos y húmedos

ILUSTRACIÓN 17: FOTOGRAFÍA 16



Fuente: El autor, 2011.

Nota: Nivel 1, Motor 203 Transportador de Adjunto.

4.1.1 .6 TABLEROS ELÉCTRICOS.

Los tableros de las ilustraciones 18-20 se encuentran dentro de este nivel y concentran los dispositivos de protección y de maniobra. Estos tableros no son aprobados para el área clasificada pues no cumplen con el punto principal de ser a prueba de polvos combustibles y desde la cual pueda proteger al 100% los dispositivos internos. Como parte del levantamiento se asignó a cada uno de ellos el nombre de Tablero de Distribución TD y con el nivel de ubicación N1. Dentro de los diagramas y planillajes encontramos los elementos que contienen cada uno de ellos.

ILUSTRACIÓN 18: FOTOGRAFÍA 17



Fuente: El autor, 2011.
Nota: Nivel 1, TD2-N1 Servicios generales.

ILUSTRACIÓN 19: FOTOGRAFÍA 18



Fuente: El autor, 2011.
Nota: Nivel 1, TD1-N1 Motor Sin Fin Afrecho Silo Exterior.

ILUSTRACIÓN 20: FOTOGRAFÍA 19



Fuente: El autor, 2011.
Nota: Nivel 1, TD3-N1 Transportador de Personas.

4.1.1.7 CONEXIÓN A TIERRA.

Las instalaciones y equipos en los lugares de Clase II División 1 y 2 se deben poner a tierra como se especifica en el artículo 250, que describe las aplicaciones en el sistema de puesta tierra y además cumplir las condiciones enumeradas en el código 502-16, las conexiones de un sistema de puesta a tierra se deben hacer en todas las canalizaciones, herrajes, cajas, armarios, en conclusión a las partes metálicas no conductoras de energía eléctrica en los lugares de Clase II.

ILUSTRACIÓN 21: FOTOGRAFÍA 20



Fuente: El autor, 2011.

Nota: Nivel 1, Caja Metálica de conexión puesta a tierra para transporte de carga de materia prima.

En manera general y específicamente en la Torre de Cocimiento, se comprobó que en los exteriores del nivel 1 por la jardinera se encuentra un conductor que es enterrado en el suelo; no se tuvo conocimiento de la existencia de una malla de puesta a tierra, lo que se comprobó es que este conductor recorre los niveles de la torre interconectando las carcasas de los equipos existentes.

En la parte externa donde se realiza la descarga de los carros contenedores de granos, cuentan con un sistema de protección contra descargas electrostática conformado por un cable que conecta al barraje de puesta a tierra las partes metálicas de los vehículos logrando conectarlos a tierra. Se recuerda que este tipo de descargas son susceptibles de generar o acumular electricidad estática. En la ilustración 21 se visualiza un conductor de cobre de puesta a tierra, que conecta permanentemente al sistema de tierra.

4.1.2 NIVEL 2-TC TOLVA ARROZ MOLIDO.

Siguiendo la clasificación descrita anteriormente, el nivel 2 de la Torre de Cocimiento ha sido ubicada para efectos de determinación del grado de riesgo de explosividad, dentro del grupo G, clase II, división 2. En la ilustración 22 observamos una vista de una parte del nivel 2 y es notorio la presencia de asentamiento de polvos combustibles.

Esta clasificación corresponde desde el código 500-3B numeral 3 en donde se ve claramente que el Grupo G se determina a las atmósferas que contengan polvos combustibles no incluidos en los Grupos E o F, tales como: harina, cereales, serrín de madera, serrín de plástico entre otros granos y productos químicos.

ILUSTRACIÓN 22: FOTOGRAFÍA 21



Fuente: El autor. 2011.

Nota: Nivel 2, Ductos Metálicos de transporte de malta.

Dentro de código 500-6, indica que un lugar de Clase II es el que resulta peligroso por la presencia de polvos combustibles. Para clasificar la división de los lugares de Clase II en el apartado B incluyen las especificaciones y menciona que un lugar de Clase II División 2 es aquél que no hay normalmente en el aire polvos combustibles en cantidad suficiente para producir mezclas explosivas y en el que la acumulación de polvo normalmente es insuficiente para impedir el funcionamiento normal del

equipo eléctrico u otros equipos, pero puede haber polvo combustible en suspensión en el aire como consecuencia esporádica o infrecuente del mal funcionamiento de los equipos de manipulación o de proceso y en los que la acumulación de polvo combustible sobre los equipos eléctricos puede ser suficiente para impedir la disipación de calor de dichos equipos o puede arder por el funcionamiento anormal o el fallo de los equipos eléctricos.

Dentro del nivel 2 la concentración de polvo de arcillo molido es mínima, periódicamente por medio del mantenimiento del personal de mantenimiento de la empresa una vez a la semana retira dicha acumulación en los equipos y localidades obteniendo una condición normal de operación.

Como se ha comprobado que en este nivel la concentración puede existir frecuentemente por reparaciones de mantenimiento o por fugas de polvos de otros niveles superiores, específicamente proveniente del nivel 6.

Dentro de esta área se encuentra la parte central del equipo llamado Tolva de Arroz Molido donde se concentra polvo orgánico. Por este nivel pasan de manera vertical ductos metálicos donde transportan el grano de arroz hacia los silos y donde podría darse una concentración grande de polvo en caso de ruptura accidental u operación anormal del equipo o de los ductos.

Revisando el código 502-4 indica sobre los métodos de instalación y demás requisitos que deben cumplirse, a continuación se hace una comparación con las instalaciones actuales en los siguientes ítems.

4.1.2.1 CANALIZACIONES ELÉCTRICAS.

En lugares de Clase II División 2, las instalaciones se deben hacer con tubo metálico rígido, en las ilustraciones 23 a la 28 se observa los distintos tipos de canalización utilizados en este nivel, por ejemplo se utilizan tuberías tipo EMT con accesorios de conexión para los circuitos de alumbrado, para las derivaciones se utilizan cajas metálicas con tapa, algunas de las tapas se encuentran con deterioro a causa de la mala instalación y paso del tiempo.

Para los circuitos de conexión de motores, estos provienen desde el nivel superior por medio de bajantes conformadas por fundas selladas, cajas condulet y tuberías rígidas, aunque se han utilizado métodos estandarizados para las instalaciones existentes, actualmente se encuentran sin mantenimiento.

ILUSTRACIÓN 23: FOTOGRAFÍA 22



Fuente: El autor, 2011.
Nota: Nivel 2, vista de montaje de tubería metálica rígida.

ILUSTRACIÓN 24: FOTOGRAFÍA 23



Fuente: El autor, 2011.
Nota: Nivel 2, evidencia de acumulación de polvos.

ILUSTRACIÓN 25: FOTOGRAFÍA 24



Fuente: El autor, 2011.
Nota: Nivel 2, desorden en el interior de bandejas porta cables.

ILUSTRACIÓN 26: FOTOGRAFÍA 25



Fuente: El autor, 2011.
Nota: Nivel 2, vista de parrilla metálica.

Las canalizaciones eléctricas son los elementos utilizados para la distribución de los conductores entre las diferentes partes de las instalaciones.

Dentro de este nivel se utilizan bandejas porta-cables formadas de ángulos metálicos soldados similares a las bandejas porta-cables tipos escaleras pero no cumplen con las normas que son tratados en el NEC sección 318, referente a los sistemas de bandejas porta-cables tipo escalera, bandejas de fondo sólido y otras estructuras similares.

Para el sistema de control y fuerza también se utilizan bandejas porta-cables tipo ducto con amarra-cable y división longitudinal en su interior con tapa de acero galvanizado, que traspasa de manera vertical desde el nivel 1 y continua hacia el nivel 3, además existen bandejas porta-cables tipo ducto troquelado de acero más tapa que contienen cables de fuerza y control.

ILUSTRACIÓN 27: FOTOGRAFÍA 26



Fuente: El autor, 2011.

Nota: Nivel 2, tapas de bandejas no ubicadas correctamente.

ILUSTRACIÓN 28: FOTOGRAFÍA 27



Fuente: El autor, 2011.

Nota: Nivel 2, caja y tubería desmontada, paredes sin mantenimiento.

La utilización de bandejas porta-cables no es la apropiada para esta área pues los cables quedan expuesto, se puede utilizar bandejas porta-cables cuando los cables están cubierto con un aislamiento especial indicado en el capítulo 5, de igual manera se encontró que las bandejas no se encuentran aterrizadas; no hay identificación de las bandejas porta-cables indicando el nivel de voltaje; cada cable en la bandeja no se encuentra identificado con marcas permanentes; al parecer se han realizado trabajos dentro de las canalizaciones por lo que no se han ubicado de manera correcta las tapas en algunas bandejas quedando los cables expuestos; no se utilizan los accesorios adecuados para las diferentes derivaciones de dirección en los cables; los cables no se encuentran debidamente sujetos ni ordenados por medio de amarras plásticas en el interior. Los mantenimientos frecuentes que se realizan dentro del área

no contemplan las canalizaciones motivo la cual se encuentran con concentración de polvo, como es el caso de la parrilla metálica.

4.1.2.2 MECANISMOS DE CONMUTACIÓN.

Sobre los interruptores, tomacorrientes, controladores de motores, porta-fusibles, relés y similares ubicados en lugares de Clase II División 2, el código 502-6 indica que deben estar protegidos contra la ignición de polvos y ser a prueba de explosión.

En el nivel 2 se ha implementado protección en el interruptor de las luminarias cumpliendo con el código 502-6 como se observa en la ilustración 29.

ILUSTRACIÓN 29: FOTOGRAFÍA 28



Fuente: El autor, 2011.

Nota: Nivel 2, interruptor con protección.

4.1.2.3 TABLEROS ELÉCTRICOS.

Los transformadores de control, y dispositivos de protección de sobre intensidad se encuentran dentro de un tablero metálico; el código 502-7 indica que en lugares de Clase II División 2 deben estar instalados en tableros aprobados para el área clasificada y que mantengan un IP adecuado para contener los dispositivos de protección y de maniobra o comando, desde los cuales se puedan proteger y operar toda la instalación o parte de ella.

ILUSTRACIÓN 30: FOTOGRAFÍA 29



Fuente: El autor, 2011.

Nota: Nivel 2, tablero de Control TC1-N2.

En el nivel 2 solo existe un tablero de control metálico sin IP adecuado para el área clasificada, al tablero se lo denominó Tablero de Control TC y por el nivel que pertenece N2, en la ilustración 30 se observa el tablero TC1-N2 de control ubicado en este nivel. Dentro de los diagramas eléctricos anexados se muestran los elementos que se encuentran el tablero en mención.

4.1.2.4 MOTORES.

Los motores y otros equipos eléctricos rotativos instalados en lugares de Clase II División 2 deben tener un ventilador a prueba de ignición de polvos para que la temperatura máxima exterior a plena carga cumpla lo establecido en la Sección 500-3 literal F en el funcionamiento normal del equipo al aire libre sin que se haya depositado una capa de polvo y no deben tener aberturas al exterior; para este punto se recomienda realizar mediciones de la termo-gráficas al motor para tener registro de los niveles de temperaturas del equipo durante el proceso, en el nivel 2 existe un solo motor que forma parte del proceso del molino que se encuentra en el nivel 3 como se observa en la ilustración 31.

ILUSTRACIÓN 31: FOTOGRAFÍA 30



Fuente: El autor. 2011.

Nota: Nivel 2, motor 233 Tolva de Arrocillo Molido.

Obteniendo datos de placa el motor instalado se encuentran con grado IP65 donde el primer dígito 6 indica la protección total contra sólidos y el segundo número 5 señala que está protegido contra lanzamiento de agua en todas las direcciones; haciendo mención al código 502 numeral 8 donde se refiere a la características de instalación en motores en esta área clasificada. Las protecciones eléctricas se encuentran desde el tablero de distribución 3 ubicado en cuarto de tablero en Torre de Cocimiento.

4.1.2.5 APARATOS DE ILUMINACIÓN.

Los aparatos de iluminación deben cumplir con lo mencionado con el código 502-11 en la instalación de las luminarias, a continuación se hace una comparación entre lo

que indica el código y como está la situación actual, para obtener una idea clara de los cambios que deben realizarse.

Los aparatos fijos de iluminación aprobados para lugares de Clase II, deben estar protegidos contra daños físicos y diseñados para evitar al máximo el depósito de polvo sobre las bombillas así se evita que salten chispas, material ardiendo o metal caliente al exterior.

Todos los aparatos deben estar claramente marcados con la potencia máxima en watos de la lámpara para funcionar sin superar una determinada temperatura en sus superficies expuestas en condiciones normales de uso.

Primero para evaluar las luminarias instaladas, se menciona el código 202-11 donde indica que deben estar suspendidos a través de tubo metálico rígido con rosca y las juntas roscadas deben llevar tuercas de seguridad u otro medio eficaz que evite que se aflojen. Cuando el cable entre la caja de derivación o la caja de conexión debe poseer un medio para evita el ingreso de polvos combustible, si el aparato colgante no esté sujeto por medio de un tubo que a su vez se utilice como canalización de la alimentación, se debe utilizar un cable flexible aprobado para uso intenso. Hay que considerar que el cable flexible no se debe utilizar como medio de sujeción del aparato.

ILUSTRACIÓN 32: FOTOGRAFÍA 31



Fuente: El autor, 2011.
Nota: Nivel 2, luminarias Fluorescente 2x32W tipo sellada.

ILUSTRACIÓN 33: FOTOGRAFÍA 32



Fuente: El autor, 2011.
Nota: Nivel 2, tuberías EMT para circuito de iluminación.

Dentro del nivel 2 se utilizan lámparas fluorescentes tipo sellada de 2x32W, como se observa en las ilustraciones 32, no son luminarias adecuadas ni aprobadas para el área clasificada, porque no hay garantía de ser antiexplosivas y a prueba de polvos combustibles; en la ilustración 33 se ve claramente que el aparato ha sido modificado, y su tapa está sujeta por cinta aislante perdiendo el grado de protección; además no se encuentran señalizadas. Los soportes colgantes son cadenas metálicas. Para derivaciones de las tuberías se utiliza cajas metálicas con tapa. Existen puntos de alumbrado disponible, al parecer antes se encontraban más lámparas y éstas fueron retiradas quedando las tuberías y puntos de conexión disponibles. El encendido del sistema de alumbrado es a través de interruptores protegidos por ignición de polvos, cumpliendo con lo establecido en la norma anteriormente indicada.

4.1.2.6 CONEXIÓN A TIERRA.

Las instalaciones y equipos en los lugares de Clase II División 1 y 2 se deben poner a tierra como se especifica en el artículo 250 donde se detalla las conexiones de puesta a tierra y cumplir las condiciones enumeradas en el código 502-16, esas conexiones se deben hacer en todas las canalizaciones, herrajes, cajas, armarios; es decir que se debe aterrizar todas las partes metálicas no conductoras existentes los lugares de Clase II. En este nivel se encuentra una derivación del cable de puesta a tierra proveniente del nivel 1. La carcasa del equipo de la Tolva se encuentra conectada al sistema de tierra como se aprecia en la ilustración 34.

ILUSTRACIÓN 34: FOTOGRAFÍA 33



Fuente: El autor, 2011.

Nota: Nivel 2, cable de conexión puesta a tierra para tolva de arroz molido.

4.1.3 NIVEL 3-TC MOLINO MARTILLO.

De acuerdo a la evaluación descrita en el capítulo 3, el nivel 3 de la Torre de Cocimiento ha sido clasificado para efectos de determinación del grado de riesgo de explosividad, dentro del Grupo G, Clase II, División 2.

La clasificación correspondiente proviene del código 500-3b numeral 3, donde menciona la designación del Grupo G al área que contenga polvos combustibles no incluidos en los Grupos E o F como son: harina, cereales, serrín de madera, serrín de plástico y demás producto.

Para el tipo de clase el código 500-6 indica que un lugar de Clase II es el que resulta peligroso por la presencia de polvos combustibles. Y para la División 2 se dice que es aquél en el que no hay normalmente en el aire polvos combustibles en cantidad suficiente para producir mezclas explosivas o combustibles y en el que la acumulación de polvo normalmente es insuficiente para impedir el funcionamiento normal del equipo eléctrico u otros equipos. Como se observa en las ilustraciones 35 y 36 en este nivel puede haber polvo combustible en suspensión en el aire como consecuencia esporádica del mal funcionamiento de los equipos del proceso y en los que la acumulación de polvo combustible dentro de los equipos eléctricos puede ser suficiente para impedir la disipación de calor de dichos equipos o puede arder por el funcionamiento anormal o el fallo de los equipos eléctricos.

ILUSTRACIÓN 35: FOTOGRAFÍA 34



Fuente: El autor, 2011.
Nota: Nivel 3, vista general del Nivel 3.

ILUSTRACIÓN 36: FOTOGRAFÍA 35



Fuente: El autor, 2011.
Nota: Nivel 3, apreciación de polución en el Nivel 3.

En el nivel 3 la concentración de polvo de los granos de cebada o arrocillo existe de manera intermitente, el personal de mantenimiento general en las torres se encarga de la limpieza logrando que el impacto sea mínimo, pues periódicamente se retira del ambiente dicha acumulación de polvo en los equipos y localidades obteniendo una condición normal de operación.

Se constató que la concentración puede existir frecuentemente por reparaciones de mantenimiento del molino martillo o por fugas de polvos de otros niveles superiores.

ILUSTRACIÓN 37: FOTOGRAFÍA 36



Fuente: El autor, 2011.

Nota: Nivel 3, vista de montaje de tubería rígida.

El área adyacente a este nivel se encuentra la cabina de control de los operadores donde realizan los monitoreo del proceso de la Torre de Cocimiento y donde también se tiene acceso hacia el cuarto de tablero bajando un nivel por las escaleras.

El nivel 3 se maneja y transporta granos de cebada o arroz, de éstos se producen los polvos combustibles que normalmente se encuentran dentro de ductos metálicos cerrados, y de los que pueden escaparse sólo en caso de ruptura accidental de los ductos, como parte del proceso también se utiliza y se almacena en este nivel sulfato de calcio. En la ilustración 36 se ve las principales canalizaciones utilizadas.

Revisando el código 502-4 sobre los métodos de instalación se puede hacer la evaluación comparando con las instalaciones que se encuentran actualmente, de igual manera como en los niveles anteriores se ha dividido en partes para una mejor comprensión.

4.1.3.1 CANALIZACIONES ELÉCTRICAS.

En lugares de Clase II División 2, las instalaciones se deben hacer con tubo metálico rígido; tubo metálico semi-rígido; tuberías eléctricas metálicas. En el nivel 3 se utilizan tuberías metálicas rígidas y fundas selladas para alimentación de motores y tuberías metálicas tipo EMT con accesorios, para los circuitos de alumbrado.

Las observaciones encontradas sobre el uso de tuberías como canalizaciones eléctricas se visualiza que en algunas conexiones los tubos no se han dotado con los accesorios adecuados, formando un medio eficaz que no evita la salida de chispas o la entrada de polvos combustibles. Las bandejas porta-cables son elementos utilizados para conducir los conductores entre las diferentes partes de la instalación eléctrica, dentro de este nivel las bandejas porta-cables están formadas por ángulos metálicos soldados formando tipo escalerilla como se observa en las ilustraciones 38 y 39, estas parrillas metálicas son similares a las bandejas porta-cables tipos escaleras pero no cumplen con las normas que son tratadas en el NEC sección 318, referente a los sistemas de bandejas porta-cables tipo escalera, bandejas de fondo sólido y otras estructuras similares.

ILUSTRACIÓN 38: FOTOGRAFÍA 37



Fuente: El autor, 2011.

Nota: Nivel 3, vista de montaje de parrilla metálica.

ILUSTRACIÓN 39: FOTOGRAFÍA 38



Fuente: El autor, 2011.

Nota: Nivel 3, tapas no ubicadas correctamente.

Como se indicó en el nivel 2, desde este nivel viene una bandeja porta-cables tipo ducto con amarra cable y división longitudinal para separar cables de fuerza y control más tapa de bandeja en posición vertical, esta bandeja recorre todo los sietes niveles. Además existe un tramo de bandeja porta-cables tipo ducto troquelado de acero inoxidable para distribución de cables como se aprecia en los planos de implantación.

ILUSTRACIÓN 40: FOTOGRAFÍA 39



Fuente: El autor, 2011.

Nota: Nivel 3, derivaciones en bandejas sin accesorios.

Luego de las inspecciones, se comprobó que la mayoría de las bandejas no se encuentran aterrizadas; los cables en la bandeja no se encuentra identificado con marcas permanentes; algunas partes de las bandejas presentan bordes afilados, que puedan dañar los cables; no se utilizan accesorios adecuados para diferentes derivaciones de dirección de los cables como se indica en la ilustración 40; los cables no se encuentran debidamente sujetos ni ordenados por medio de amarras plásticas. En conclusión estas canalizaciones no son adecuadas para el área. Los mantenimientos frecuentes que se realizan dentro del nivel 3 se realizan cada semana como indicaron los operadores.

4.1.3.2 MECANISMOS DE CONMUTACIÓN.

Sobre los interruptores, tomacorrientes, controladores de motores, fusibles, incluidos los de tipo botón, relés y similares en lugares de Clase II División 2, el código 502-6 indica que deben estar protegidos contra la ignición de polvos.

En el nivel 3 el interruptor de luminarias cumple con el código en mención porque tiene la característica de ser a prueba de polvos combustibles y a prueba de explosión, su ubicación se visualiza en la ilustración 41.

ILUSTRACIÓN 41: FOTOGRAFÍA 40



Fuente: El autor, 2011.

Nota: Nivel 3, interruptor con protección.

4.1.3.3 MOTORES.

Los motores y otros equipos eléctricos rotativos instalados en lugares de Clase II División 2 Grupo G deben poseer ventilador a prueba de ignición de polvos para que la temperatura máxima exterior a plena carga cumpla con niveles establecidos en funcionamiento normal al aire libre teniendo presente que no se haya depositado ninguna capa de polvo y no deben tener aberturas expuestas, para este punto se recomienda realizar mediciones de termo-gráficas en los equipos para tener dato exacto de los niveles de temperaturas que llegan en su funcionamiento durante los procesos.

En el nivel 3 se encuentran 10 motores que pertenecen al proceso de molino y de transporte de granos de cebada o arrocillo; existen motores de pequeña potencia como se muestra en la ilustración 42. Dentro del nivel se encuentran motores fuera de servicio como se observa en la ilustración 43. El motor principal se observa en la

ilustración 44, las potencias respectivas se ubican en los planillajes y diagramas unifilares respectivos.

ILUSTRACIÓN 42: FOTOGRAFÍA 41



Fuente: El autor, 2011.
Nota: Nivel 3, motor 232 Sin Fin.

ILUSTRACIÓN 43: FOTOGRAFÍA 42



Fuente: El autor, 2011.
Nota: Nivel 3, motores fuera de servicio.

Las protecciones de los motores se encuentran en los tableros de distribución ubicados en el mismo nivel y también vienen desde el cuarto de tableros. Tomando datos de placa los motores instalados se encuentran con grado IP55 donde el primer dígito 5 indica la protección contra polvos, el segundo número 5 señala que están protegido con lanzamientos de agua en todas direcciones.

ILUSTRACIÓN 44: FOTOGRAFÍA 43



Fuente: El autor, 2011.
Nota: Nivel 3, motor 261 Molino Martillo.

La ubicación de cada motor se visualiza en el plano de implantación respectivo y se encuentra en la parte de anexos.

Cada motor tiene una identificación interna que los operadores le llaman célula, con esta identificación se ubican en los diagrama de flujo así como también en los planos de implantación respectivos del nivel 3.

4.1.3.4 APARATOS DE ILUMINACIÓN.

Los aparatos de iluminación deben cumplir con las siguientes condiciones del código 502-11, donde especifica que los aparatos fijos de iluminación deben ser del tipo aprobado para lugares de Clase II; deben estar protegidos contra daños físicos mediante protectores adecuados; deben estar diseñados para evitar al máximo el depósito de polvo sobre las bombillas y para evitar que salten chispas, material ardiendo o metal caliente.

ILUSTRACIÓN 45: FOTOGRAFÍA 44



Fuente: El autor, 2011.

Nota: Nivel 3, luminaria Fluorescente 2x32W tipo sellada.

ILUSTRACIÓN 46: FOTOGRAFÍA 45



Fuente: El autor, 2011.

Nota: Nivel 3, soportería tipo colgante en luminaria 2x32w.

Las luminarias instaladas no están marcadas con la potencia máxima en vatios en la cual deben funcionar sin superar una determinada temperatura en sus superficies expuestas en condiciones normales de uso, de acuerdo con la sección 500-3F.

Las luminarias se encuentran instaladas con soportes colgantes tipo cadena metálicas como se observa en la ilustración 45-46 y no por medio de tuberías con accesorios que aseguren que no se aflojen como indica el código 202-11; el cable que entra a la caja de derivación no tiene un medio que evite propagar cualquier llama si en su caso llegara suceder en el interior de la lámpara. Dentro del nivel 3 se utilizan lámparas fluorescentes tipo sellada de 2x32W, estos equipos no son adecuados porque no cumplen con certificación de ser a prueba de explosión para el área clasificada.

Dentro de este nivel no existen luminarias de emergencia, como se mencionó anteriormente para las conexión de los circuitos de las luminarias, se utiliza tuberías metálicas como se puede apreciar en la ilustración 47.

ILUSTRACIÓN 47: FOTOGRAFÍA 46



Fuente: El autor, 2011.

Nota: Nivel 3, tuberías EMT para circuito de alumbrado.

4.1.3.5 CONDUCTORES ELÉCTRICOS.

Los cables flexibles utilizados en lugares de Clase II deben cumplir las condiciones indicadas en el código 502-12; estas condiciones son que el cable debe ser de un tipo aprobado para uso extra-intenso si se encuentra sin canalización; además de los conductores de alimentación del circuito, debe implementarse un conductor de tierra que cumpla lo establecido en la sección 400-23; los conductores deben estar conectados a los terminales, y estar sujetos por abrazaderas u otro medio adecuado que evite la tensión en las conexiones de los terminales, estar dotados de cajas de conexiones que eviten la entrada de polvo por los puntos donde el cable entre en la cajas.

Para los circuitos de iluminación y de fuerza para los motores se utilizan cables concéntricos, que incluyen el conductor destinado a tierra correspondiente, los cables concéntricos tiene aislamiento ST-THHN PVC-nylon, temperatura: 90°C. Se encontró información sobre los conductores multipolares de cobre con aislamiento tipo ST-THHN donde indica que son utilizados en conexiones portátiles de electrodomésticos y de equipos en los que se prevea transmisión de ruido o vibración

o que por su trabajo tengan reubicación frecuente. Este tipo de conductor puede ser usado en lugares secos y húmedos. Estos conductores son permitidos si las canalizaciones cumplen lo indicado en la norma.

4.1.3.6 TABLEROS ELÉCTRICOS.

Los tableros que se encuentran dentro de este nivel concentran dispositivos de protección y de control, desde los cuales protegen solo una parte de las instalaciones dentro de la torre.

En este nivel existen dos tableros denominados TD1-N3 y TD2-N3, se realizó los diagramas unifilares y planillajes correspondientes donde se ve claramente los elementos que contienen cada uno de ellos de los tableros.

ILUSTRACIÓN 48: FOTOGRAFÍA 47



Fuente: El autor.
Nota: Nivel 3, vista del Tablero TD1-N3.

ILUSTRACIÓN 49: FOTOGRAFÍA 48



Fuente: El autor, 2011.
Nota: Nivel 3, vista del Tablero TD2-N3.

El código 502-7, indica que en lugares de Clase II División 2 los mecanismos de conmutación incluidos los dispositivos de protección contra sobre corrientes, deben estar instalados en tableros que concentran estos dispositivos de protección cumpliendo con las protecciones establecidas de acuerdo al área clasificada.

Como se muestra en las ilustraciones 48 y 49, los tableros metálicos no indican el grado de protección que fue diseñado; se pudo constatar que no están protegidos contra polvos combustibles; en el interior de los tableros es visible la concentración de polvo; se recuerda que en este nivel es donde se produce la mayor polución cuando el molino martillo entra en mal funcionamiento. No existen etiquetas en el exterior de los tableros indicando el nivel de voltaje de operación, ni en su interior la identificación de cada uno de sus elementos.

4.1.3.7 CONEXIÓN A TIERRA.

Las instalaciones y equipos de los lugares de Clase II División 2 se deben poner a tierra como se especifica en el artículo 250 que habla sobre las conexiones a tierra y además cumplir las condiciones enumeradas en el código 502-16, donde se da a conocer que deben estar conectados todas las partes metálicas no conductoras de energía.

ILUSTRACIÓN 50: FOTOGRAFÍA 49



Fuente: El autor, 2011.

Nota: Nivel 3, cable de conexión puesta a tierra.

Como se explicó anteriormente también en el nivel 3 llega una derivación de cable del sistema puesta a tierra donde se conectan los equipos, esto se visualiza en la ilustración 50.

4.1.4 NIVEL 4-TC COMPRESOR.

El nombre del nivel 4 se debe porque solo se encuentra un equipo compresor como se muestra en la ilustración 51. De acuerdo a la clasificación descrita anteriormente, el nivel 4 de la Torre de Cocimiento ha sido ubicado para efectos de determinación de grado de riesgo de explosividad, dentro del Grupo G, Clase II, División 2.

ILUSTRACIÓN 51: FOTOGRAFÍA 50



Fuente: El autor, 2011.

Nota: Nivel 4, vista del Nivel 4.

Para tener claro sobre la clasificación, el código 500 -3 menciona que el Grupo G, se denomina a las atmósferas que contengan polvos combustibles no incluidos en los Grupos E o F, como harina, cereales, serrín de madera, serrín de plástico y productos químicos. En el código 500-6 se expresa que un lugar de Clase II es el que resulta peligroso por la presencia de polvos combustibles y en el apartado B completa que un lugar de Clase II División 2 es aquél en el que no hay normalmente en el aire polvos combustibles en cantidad suficiente para producir mezclas explosivas o combustibles y en el que la acumulación de polvo normalmente es insuficiente para impedir el funcionamiento normal del equipo eléctrico u otros equipos, pero el código aclara que puede haber polvos combustible en suspensión en el aire de una manera esporádica por el mal funcionamiento del equipo instalado y en consecuencia la acumulación de polvo combustible sobre áreas caliente que a su vez impidan la disipación de calor, pasando a carbonizarse para después llegar a encenderse.

Como se muestra en la ilustración 52 se nota un asentamiento de polvo de aproximadamente 1 mm de espesor.

ILUSTRACIÓN 52: FOTOGRAFÍA 51



Fuente: El autor, 2011.

Foto 51 Nivel 4: Evidencia de concentración de polvo.

Durante la inspección de este nivel se encontró que la concentración de polvos combustibles es producida por el manejo de granos de los niveles inferiores y superiores de una manera intermitente. Normalmente es afectado en caso de operación anormal de los equipos en reparación, mantenimiento o por fugas de polvos provenientes desde el nivel 6, el personal encargado de Cervecería Nacional realiza la limpieza logrando que el impacto sea mínimo pues periódicamente se retira del ambiente dicha acumulación de polvo en los equipos y localidades obteniendo una condición normal de operación.

4.1.4.1 CANALIZACIONES ELÉCTRICAS.

En el nivel 4 se utilizan tuberías metálicas tipo EMT con accesorios de conexión, para los circuitos de alumbrado y de tomacorrientes, como se muestra en la ilustración 53, estas tuberías no son las adecuadas para este tipo de ambientes porque el código indica el uso de tuberías metálicas rígidas, de igual manera los accesorios de conexión tales como uniones de tuberías, cajas de conexión y cajas de derivación deben ser a prueba de polvos y antiexplosivos e incluir sellos en las tuberías para que no permitan la propagación de fuego, chispas o material ardiente en las canalizaciones en caso de que llegara a existir.

ILUSTRACIÓN 53: FOTOGRAFÍA 52



Fuente: El autor, 2011.
Nota: Nivel 4, vista de montaje de tubería EMT.

ILUSTRACIÓN 54: FOTOGRAFÍA 53



Fuente: El autor, 2011.
Nota: Nivel 4, vista de bandeja porta cables montada verticalmente.

Como resultado de las observaciones encontradas sobre el uso de tuberías como canalizaciones eléctricas, se puede mencionar que algunas conexiones de los tubos no se han dotado con los accesorios adecuados, encontrando un medio no eficaz que evita la salida de chispas. Las bandejas porta-cables son los elementos utilizados para conducir los conductores entre las diferentes partes de la instalación eléctrica; para el sistema de control y fuerza se ha instalado una bandeja porta-cables tipo ducto con amarra-cable y en su interior una división para separar fuerza y control, esta bandeja recorre todo los sietes niveles como se visualiza en la ilustración 54.

Sobre el uso de bandejas se encontró que en el interior, los cables no se encuentran identificados con marcas permanentes; los cables no se encuentran debidamente sujetos ni ordenados por medio de amarras plásticas. Cabe recalcar que para estas áreas clasificadas no es adecuado el uso de bandejas porta-cables pues los conductores se encuentran expuestos a cualquier daño como por ejemplo un cortocircuito producido por un animal ajeno al ambiente como es el ratón.

4.1.4.2 MECANISMOS DE CONMUTACIÓN.

Sobre los interruptores, tomacorrientes, entre dispositivos ubicados en lugares de Clase II División 2, el código 502-6 nos indica que deben estar protegidos contra la ignición de polvos.

En el nivel 4 se ha implementado en interruptores una protección a prueba de polvos y antiexplosivos cumpliendo con el código 502-6 como se muestra en la ilustración 55; al encontrar estos elementos que forman parte de un sistema adecuado quiere decir que alguna vez si se consideró la clasificación de este nivel con respecto a lo que indica el NEC, pero esta idea se ha perdido con las adecuaciones que se han llevado a cabo dentro de la Torre de Cocimiento, en la ilustración 56 se aprecia la instalación de un tomacorriente con una protección no adecuada para el área, este accesorio del tomacorriente es utilizado cuando se coloca a la intemperie para protección de chorros de agua pero no garantiza la confinación de chispa o arco eléctrico que fuera a producirse al conectar algún equipo.

ILUSTRACIÓN 55: FOTOGRAFÍA 54



Fuente: El autor.
Nota: Nivel 4, vista de interruptor con protección.

ILUSTRACIÓN 56: FOTOGRAFÍA 55



Fuente: El autor, 2011.
Nota: Nivel 4, vista de tomacorriente.

4.1.4.3 MOTORES.

Los motores y otros equipos eléctricos rotativos instalados en lugares de Clase II División 2 deben estar protegidos por polvos combustibles; la temperatura máxima exterior a plena carga no debe afectar al funcionamiento normal, para este punto se recomienda realizar tomas termo-gráficas en los equipos para tener un dato más exacto de los niveles de temperatura que se manejan en los procesos.

En el nivel 4 solo se encuentra un equipo que es el compresor como se muestra en la ilustración 57, aunque en el interior de este nivel no se procesa ni se transporta

granos que producen polvos, el equipo actual se encuentra con frecuencia con una capa de polvo combustible, el asentamiento es evidente en la parte exterior como interior.

Se obtuvo los datos de placas del motor y la ubicación se puede visualizar en los planos de implantación mostrados como anexos.

ILUSTRACIÓN 57: FOTOGRAFÍA 56



Fuente: El autor, 2011.

Nota: Nivel 4, motor 246 Compresor.

4.1.4.4 APARATOS DE ILUMINACIÓN.

Los equipos de iluminación deben cumplir las condiciones del código 502-11 donde se indica que los aparatos fijos de iluminación, si no son de tipo aprobado para lugares de Clase II, deben estar protegidos contra daños físicos o mediante protectores adecuados; deben estar diseñados para evitar al máximo el depósito de polvo sobre las bombillas y para evitar que salten chispas, material ardiendo o metal caliente, en la ilustración 58 se muestra la instalación típica de las luminarias en este nivel.

ILUSTRACIÓN 58: FOTOGRAFÍA 57



Fuente: El autor, 2011.
Nota: Nivel 4, luminarias Fluorescente
2x32W tipo sellada.

Se pide que todos los aparatos deben ser aprobados y estar claramente marcados con la potencia máxima en vatios, para evitar que su operación no supere una determinada temperatura en sus superficies expuestas en condiciones normales, de acuerdo con la sección 500-3F del NEC.

ILUSTRACIÓN 59: FOTOGRAFÍA 58



Fuente: El autor, 2011.
Nota: Nivel 4, utilización de cajas metálicas
para tuberías.

Las luminarias se encuentran instaladas con soportes colgantes tipo cadena, esto se observa en la ilustración 59, el código 502-11 indica que las luminarias deben estar suspendidas por tubos metálicos y que a su vez sirva para pasar el cable de alimentación. Cuando el cable entre la caja de derivación o de conexión y no esté

protegido por un tubo metálico, se debe utilizar un cable flexible aprobado para uso intenso. El cable flexible no se debe utilizar como medio de sujeción del aparato.

Dentro del nivel 4 se utilizan lámparas fluorescentes tipo sellada de 2x32W no aprobadas para áreas riesgosas, no son antiexplosivas ni a prueba de polvos combustibles, actualmente no se encuentran señalizadas por la potencia nominal; los soportes colgantes son de cadenas metálicas. Para derivaciones de las tuberías, es decir las cajas de conexiones son metálicas y se encuentran en deterioro a causa del tiempo permitiendo aberturas para la acumulación del polvo. El encendido es a través de interruptores protegidos por ignición de polvos pero no cuentan con sellos que eviten la propagación de llamas. Dentro de este nivel no existen luminarias de emergencia.

4.1.4.5 CONEXIÓN A TIERRA.

Las instalaciones y equipos de los lugares de Clase II División 1 y 2 se deben poner a tierra como se especifica en el artículo 250 y además cumplir las condiciones enumeradas en el Código 502-16, esas conexiones se deben hacer en todas las canalizaciones, herrajes, cajas, armarios, es decir en las partes metálicas no conductoras de corriente. En este nivel también llega una derivación del cable de sistema puesta a tierra donde se conecta el equipo y la bandeja porta-cable, parte del cable de conexión de tierra se observa en la ilustración 60.

ILUSTRACIÓN 60: FOTOGRAFÍA 59



Fuente: El autor, 2011.

Nota: Nivel 4, cable conexión puesta a tierra.

4.1.5 NIVEL 5-TC BALANZA DE MALTA.

De acuerdo a la clasificación descrita anteriormente, el nivel 5 de la Torre de Cocimiento ha sido ubicado para efectos de determinación de grado de riesgo de explosividad, dentro del Grupo G, Clase II, División 2.

El código 5003-B aclara que pertenecen al grupo G las áreas con atmósferas que contengan polvos combustibles no incluidos en los Grupos E o F; como harina, granos de cereales, serrín de madera, serrín de plástico y productos químicos; enunciando el código 500-6 dice que un lugar de Clase II es el que resulta peligroso por la presencia de polvos combustibles, y en el apartado B del mismo código indica que un lugar de Clase II División 2 es aquél en el que no hay normalmente en el aire polvos combustibles en cantidad suficiente para producir mezclas explosivas y en el que la acumulación de polvo, normalmente es insuficiente para impedir el funcionamiento normal de los equipos eléctricos instalados dentro del lugar; pero puede haber polvo combustible en suspensión en el aire como consecuencia esporádica del mal funcionamiento de los equipos que lleven el proceso de granos. Es decir que al haber una acumulación de polvo combustible sobre los equipos eléctricos, este asentamiento puede ser suficiente para impedir la disipación de calor de dichos equipos llegando a carbonizarse y arder por el funcionamiento anormal o de falla eléctrica, en la ilustración 61 se muestra el equipo principal de este nivel que le da el nombre.

ILUSTRACIÓN 61: FOTOGRAFÍA 60



Fuente: El autor.

Nota: Nivel 5, vista equipo Balanza de Adjunto.

Siguiendo el esquema de evaluación como en los niveles anteriores se realiza una comparación de las instalaciones eléctricas existente con lo que indica la norma.

En el nivel 5 la concentración de polvo de los granos para hacer la malta es mínima y existe de manera intermitente, de igual manera el personal encargado de Cervecería Nacional realiza limpieza dentro de este nivel logrando que el impacto sea mínimo pues periódicamente se retira del ambiente dicha acumulación del polvo en los equipos y localidades obteniendo una condición normal de operación.

ILUSTRACIÓN 62: FOTOGRAFÍA 61



Fuente: El autor.

Nota: Nivel 5, vista de sub-área dentro del nivel 5.

En el nivel superior se encuentra el equipo Zaranda en donde por mala operación pudiera darse una concentración peligrosa de polvo, también dentro del nivel hay dos sub-áreas como se muestra en la ilustración 62 donde se transporta granos que producen polvos combustibles que normalmente se encuentran dentro de ductos metálicos cerrados, y suelen escaparse sólo en caso de ruptura accidental u operación anormal de los equipos instalados. Por su difícil acceso, el mantenimiento de estas sub-áreas es casi nula por lo cual existe una gran concentración de polvo por tiempo prolongado.

Revisando el código 502-4 sobre los métodos de instalación, se indica que deben cumplir algunos requisitos se que muestran en los siguientes ítems.

4.1.5.1 CANALIZACIONES ELÉCTRICAS.

Evaluando las canalizaciones eléctricas para lugares de Clase II División 2, el código indica que se debe utilizar tubos metálicos. En el nivel 5 se utilizan tuberías metálicas rígidas para los circuitos de motores y tuberías metálicas tipo EMT con accesorios de conexión para circuitos de alumbrado; los accesorios de las canalizaciones no cumplen con lo establecido en la norma respectiva, pues no se utilizan materiales antiexplosivos. También existen bandejas porta-cables para distribución de conductores como se muestra en las ilustraciones 63 y 64.

ILUSTRACIÓN 63: FOTOGRAFÍA 62



Fuente: El autor.

Nota: Nivel 5, vista de bandeja porta cables.

ILUSTRACIÓN 64: FOTOGRAFÍA 63



Fuente: El autor.

Nota: Nivel 5, vista de montaje de tubería EMT.

Para el sistema de control y fuerza se ha instalado una bandeja porta-cables tipo ducto con amarra-cable y en su interior una división longitudinal, esta bandeja recorre todo los sietes niveles como se visualiza en la ilustración 65.

ILUSTRACIÓN 65: FOTOGRAFÍA 64



Fuente: El autor.

Nota: Nivel 5, bandeja vertical tipo ducto.

Dentro del nivel 5 se encontró algunas observaciones sobre el uso de bandejas portables; por ejemplo que cada cable en la bandeja no se encuentra identificado con marcas permanentes y no se encuentran debidamente sujetos ni ordenados por medio de amarras plásticas. El uso de estas bandejas no es el adecuado para áreas riesgosas pues no aseguran un IP específico y no cumplen con las condiciones principales de instalación como es el caso de ser herméticamente selladas a prueba de polvos.

4.1.5.2 MECANISMOS DE CONMUTACIÓN.

Sobre los interruptores, tomacorrientes, controladores de motores, fusibles, incluidos los de tipo botón, relés y similares en lugares de Clase II División 2, el código 502-6 indica que deben estar protegidos contra la ignición de polvos.

En el nivel 5 se ha implementado tomas de energía y los interruptores cumpliendo con el código 502-6 pero a causa del deterioro ya no cumplen con la protección adecuada como se ve en la ilustración 66.

ILUSTRACIÓN 66: FOTOGRAFÍA 65



Fuente: El autor.

Nota: Nivel 5, interruptor con protección de polvos.

4.1.5.3 MOTORES.

Lo establecido en el código 500-3F donde se menciona que los motores y otros equipos eléctricos rotativos que se instalen en lugares de Clase II División 2 deben poseer un ventilador a prueba de ignición de polvos para que la temperatura máxima exterior sea la adecuada y el funcionamiento sea normal al aire libre sin que se haya

depositado una capa de polvo y no deben tener aberturas al exterior; en el capítulo siguiente en donde se enuncia la correcta instalación de los motores, se indica las temperaturas máximas que deben tener los equipos dentro de estas áreas clasificadas.

En el nivel 5 solo se encuentra un motor que pertenece al proceso del nivel superior, tomando datos de placa, el motor instalados se encuentran con grado IP55, en el documento anexo encontramos la tabla del significado de los respectivos dígitos.

ILUSTRACIÓN 67: FOTOGRAFÍA 66



Fuente: El autor.

Nota: Nivel 5, motor 192 Sin fin de Zaranda.

4.1.5.4 APARATOS DE ILUMINACIÓN.

Los aparatos fijos de iluminación utilizados en este nivel son luminarias del tipo sellada 2x32 W como se observa en la ilustración 68; estas no son del tipo aprobado para lugares de Clase II, aunque están protegidos contra daños físicos por ser luminarias del tipo sellada, pero no garantizan que el diseño evite al máximo el depósito de polvo sobre las bombillas y que evite que salten chispas, material ardiendo o metal caliente la exterior; es decir que no son a prueba de polvos ni de material antiexplosivo.

La norma indica que los aparatos deben estar claramente marcados con la potencia máxima en vatios de la lámpara aprobada para funcionar sin superar una determinada temperatura en sus superficies expuestas en condiciones normales de uso de acuerdo con la sección 500-3F, actualmente no se encuentran señalizadas. Los soportes colgantes son compuestos por cadenas metálicas y dentro de este nivel no existen

luminarias de emergencia. En conclusión no se está cumpliendo con las normas de instalación descrita en el código 502.

ILUSTRACIÓN 68: FOTOGRAFÍA 67



Fuente: El autor.

Nota: Nivel 5, luminarias fluorescente 2x32W tipo sellada.

La distribución de las luminarias se encuentra en los planos de implantación que se adjunta en los anexos.

4.1.6 NIVEL 6-TC ZARANDA Y DESCHINADORA.

El nivel 6 de la Torre de Cocimiento ha sido ubicado para efectos de determinación de grado de riesgo de explosividad, dentro del Grupo G, Clase II, División 2, en la ilustración 69 se muestra el equipo principal de este nivel donde los granos de arroz o de cebada son limpiados de impurezas a través del proceso de vibración.

ILUSTRACIÓN 69: FOTOGRAFÍA 68



Fuente: El autor.

Nota: Nivel 6, vista de Zaranda.

La clasificación corresponde al código 500-3B en donde indica que le grupo G pertenecen los lugares que contengan polvos combustibles no incluidos en los Grupos E o F, como harina, cereales, serrín de madera, serrín de plástico y productos químicos en su ambiente; la clase II en el código 500-6 indica que resulta peligroso el lugar por la presencia de polvos combustibles y en el mismo código en el literal B se menciona la división 2 es cuando no hay normalmente en el aire polvos combustibles en cantidades suficientes para producir mezclas explosivas, y en el que la acumulación de polvo normalmente es insuficiente para impedir el funcionamiento normal del equipo eléctrico; pero puede haber polvo combustible en suspensión en el aire como consecuencia esporádica o infrecuente del mal funcionamiento de los equipos de manipulación o de proceso y en los que la acumulación de polvo combustible sobre los equipos eléctricos puede ser suficiente para impedir la disipación de calor de dichos equipos y a su vez pueden provocar ignición por el funcionamiento anormal o el fallo de los equipos eléctricos.

ILUSTRACIÓN 70: FOTOGRAFÍA 69



Fuente: El autor.
Nota: Nivel 6, vista trasera de maquina deschinadora.

En la ilustración 70 se ve claramente el asentamiento de polvos combustibles producidos por el proceso que se lleva a cabo en este nivel. La concentración de polvos combustible de los granos de cebada o arrocillo existe de manera continua aunque el personal encargado de Cervecería Nacional realiza la limpieza cada semana logrando que el impacto sea mínimo obteniendo una condición normal de operación. En este nivel la concentración existe frecuentemente por reparaciones de mantenimiento o por fugas de granos desde la maquina zaranda o deschinadora.

Revisando el código 502-4 sobre los métodos de instalación se hace una inspección de las instalaciones eléctricas para saber los requisitos que se están cumpliendo.

4.1.6.1 CANALIZACIONES ELÉCTRICAS.

En lugares de Clase II División 2, las instalaciones se deben hacer con tubo metálico rígido eléctrica. En el nivel 6 se utilizan tuberías metálicas rígidas, tuberías metálicas tipo EMT con accesorios de conexión, para los circuitos de alumbrado y para las conexiones de motores se utilizan tuberías rígidas.

Como observación encontrada sobre el uso de tuberías como canalizaciones eléctricas se enuncia, que las conexiones de las tuberías no se han dotado con los accesorios adecuados, formando un medio que no evita la salida de chispas como se ve en la ilustración 71.

Las bandejas porta-cables son los elementos utilizados para conducir los conductores entre las diferentes partes de la instalación eléctrica como se aprecia en la ilustración 72.

ILUSTRACIÓN 71: FOTOGRAFÍA 70



Fuente: El autor.
Nota: Nivel 6, vista de montaje de tubería

ILUSTRACIÓN 72: FOTOGRAFÍA 71



Fuente: El autor.
Nota: Nivel 6, vista de Bandeja porta cable tipo ducto.

Para el sistema de control y fuerza se utilizan bandejas porta-cables tipo ducto con amarra-cable con una división interior para separar fuerza y control más tapa de protección, este conjunto de bandejas montadas de manera vertical recorre todo los sietes niveles, como se observa en la ilustración 72, además existe un tramo de bandejas porta-cables tipo ducto troquelado para la distribución de cables hacia los motores.

Los cables en las bandejas no se encuentran identificados con marcas permanentes, algunas partes de las bandejas presentan bordes afilados, que puedan dañar los cables debido a la tensión y por no utilizar accesorios adecuados para diferentes derivaciones de dirección de los cables; los cables no se encuentran debidamente sujetos ni ordenados por medio de amarras plásticas; además de no cumplir con la norma pues no aseguran una protección integral de los conductores y evitar la propagación de fuego si llegara a suceder; se puede decir que las bandejas no son adecuadas para las áreas clasificadas.

En las ilustraciones desde la 73 hasta la 76 se observa las diferentes canalizaciones y accesorios que se utilizan dentro del nivel no son las adecuadas en estas áreas, teniendo claro que a causa del tiempo y por la falta de mantenimiento se ha originado deterioro en las mismas.

ILUSTRACIÓN 73: FOTOGRAFÍA 72 **ILUSTRACIÓN 74: FOTOGRAFÍA 73**



Fuente: El autor.
Nota: Nivel 6, evidencia de acumulación de polvos.



Fuente: El autor.
Nota: Nivel 6, vista de caja metálica en mal estado.

ILUSTRACIÓN 75: FOTOGRAFÍA 74 **ILUSTRACIÓN 76: FOTOGRAFÍA 75**



Fuente: El autor.
Nota: Nivel 6, salida de cables en TD1-N6.



Fuente: El autor.
Nota: Nivel 6, fundas selladas no sujetas.

4.1.6.2 MECANISMOS DE CONMUTACIÓN.

Cuando se nombra a los interruptores, tomacorrientes, controladores de motores, fusibles, entre otros dispositivos similares instalados en lugares de Clase II División 2, el código 502-6 indica que deben estar protegidos contra la ignición de polvos.

En el nivel 6 se ha tratado de implementar protección de interruptores cumpliendo con el código mencionado pero la protección no ha sido la más adecuada, el

accesorio que se utilizó no es a prueba de explosión ni a prueba de polvos como se muestra en la ilustración 77.

ILUSTRACIÓN 77: FOTOGRAFÍA 76



Fuente: El autor.

Nota: Nivel 6, interruptor con protección no aprobado.

4.1.6.3 MOTORES.

En el nivel 6 tomando los datos de placa de los motores instalados, se comprobó que se encuentran con grado IP55 donde el primer dígito indica la protección contra polvos y el segundo número 5 señala que están protegidos contra lanzamientos de agua en todas las direcciones; haciendo mención al código 502-8 donde indica que los motores y otros equipos eléctricos rotativos instalados en lugares de Clase II División 2 deben estar ventilados para que la temperatura máxima exterior a plena carga sea para un funcionamiento normal sin que se haya depositado una capa de polvo.

ILUSTRACIÓN 78: FOTOGRAFÍA 77



Fuente: El autor.

Nota: Nivel 6, motor 189A 189B en Zaranda.

ILUSTRACIÓN 79: FOTOGRAFÍA 78



Fuente: El autor.

Nota: Nivel 6, motor de transportador de Persona.

En las ilustraciones 78 y 79 se muestra los motores ubicados en las maquinas, los datos de potencia se ubica en los planillajes y diagramas unifilares respectivos. Para la ubicación de las cargas motoricas también se las encuentra en los planos de implantación del nivel 6.

4.1.6.4 APARATOS DE ILUMINACIÓN.

Los aparatos de iluminación deben cumplir las condiciones del código 502-11 que indica que los aparatos fijos de iluminación, si no son de tipo aprobado para lugares de Clase II, deben estar protegidos contra daños físicos por su situación o mediante protectores adecuados, y estar diseñados para evitar al máximo el depósito de polvo sobre las bombillas evitando que salten chispas, material ardiendo o metal caliente.

Dentro del nivel 6 como en los otros niveles se utilizan lámparas fluorescentes tipo sellada de 2x32W, como se muestra en la ilustración 80, estas luminarias no son las adecuadas para el área clasificada, actualmente no se encuentran señalizadas con la potencia máxima en vatios de las bombillas para saber el nivel de potencia que deben funcionar sin superar una determinada temperatura en sus superficies expuestas en condiciones normales de uso, de acuerdo con la sección 500-3F. Los soportes colgantes de las luminarias son formados por cadenas metálicas, el código 502-11 indica que deben estar suspendidos a través de tubo metálico rígido y las juntas roscadas deben llevar tuercas de seguridad u otro medio eficaz que evite que se aflojen. No existe una cubierta para el cable que ingresa a la caja de conexión, y el cable que queda expuesto no es de uso intenso como recomienda la norma, es decir que no está protegido por las características del área clasificada.

Para derivaciones de las tuberías, es decir las cajas de conexiones metálicas se encuentran ya en deterioro a causa del tiempo permitiendo aberturas para la acumulación del polvo. El encendido es a través de interruptores protegidos por ignición de polvos. Dentro de este nivel si existen luminarias de emergencia.

ILUSTRACIÓN 80: FOTOGRAFÍA 79



Fuente: El autor.

Nota: Nivel 6, vista de luminaria fluorescente 2x32W tipo sellada.

4.1.6.5 TABLEROS ELÉCTRICOS.

El tablero que se encuentran dentro de este nivel concentra dispositivos de control. Se denominó al tablero de control TC1-N6. La ubicación de este tablero se encuentra en entre los equipos de Zaranda y Deschinadora, su posición no es la adecuada pues no se puede abrir completamente sus puertas, dificultando el acceso para realizar mantenimientos, recordemos que en este nivel es donde existe mayor polución. En los diagramas encontramos los elementos que contienen el TC-N6.

ILUSTRACIÓN 81: FOTOGRAFÍA 80



Fuente: El autor.

Nota: Nivel 6, Vista de TC1-N6.

El tablero existente no cumple con los requerimientos necesarios para esta área clasificada pues no ofrece un IP adecuado especialmente con evitar la acumulación de polvos en su interior.

4.1.6.6 CONEXIÓN A TIERRA.

Se hace referencia que las instalaciones y equipos de los lugares de Clase II División 1 y 2 se deben poner a un sistema de puesta a tierra como se especifica en el artículo 250 y además cumplir las condiciones enumeradas en el código 502-16, esas conexiones se deben hacer en todas las canalizaciones, herrajes, cajas, armarios, en conclusión a las partes metálicas no conductoras. Aquí también llega la derivación del cable que aterriza a los equipos y estructuras que se encuentran dentro de este nivel como se muestra en la ilustración 82.

ILUSTRACIÓN 82: FOTOGRAFÍA 81



Fuente: El autor.

Nota: Nivel 6, cable de conexión puesta a tierra.

El conductor de puesta a tierra es de calibre #8 AWG con aislamiento color rojo y su canalización es a través de tuberías rígidas y soportes con canal troquelado y abrazaderas de tuberías.

4.1.7 NIVEL 7-TC CAPTACIÓN DE POLVOS.

El nivel 7 de la Torre de Cocimiento ha sido ubicado para efectos de determinación de grado de riesgo de explosividad, dentro del Grupo G, Clase II, División 2, en la ilustración 83 se observan los equipos principales que le dan el nombre a este nivel que son los filtros de aire, donde la función es captar los polvos provocados por las maquinas al transportar los granos utilizados para realizar la malta que es la materia prima para realizar la cerveza.

ILUSTRACIÓN 83: FOTOGRAFÍA 82



Fuente: El autor

Nota: Nivel 7, vista de Filtro Seeger y Buhler.

La clasificación corresponde al código 500 -3B, donde se aclara que el grupo G se denomina a las atmósferas que contengan polvos combustibles no incluidos en los Grupos E o F; como harina, cereales, serrín de madera, serrín de plástico y productos químicos. Luego en el código 500-6 indica que un lugar de Clase II es el que resulta peligroso por la presencia de polvos combustibles. En el ítem B del código 500-6 se menciona la división 2 es aquél lugar en el que no hay normalmente en el aire polvos combustibles en cantidad suficiente para producir mezclas combustibles y que la acumulación de polvo normalmente es insuficiente para impedir el funcionamiento normal del equipo eléctrico u otros equipos, pero puede haber polvo combustible en suspensión en el aire como consecuencia esporádica o infrecuente del mal funcionamiento de los equipos de proceso y en los que la acumulación de polvo combustible en la cercanía de los equipos eléctricos puede ser suficiente para impedir la disipación de calor de dichos equipos o puede arder por el funcionamiento anormal o el fallo de los equipos eléctricos, en la ilustración 84 se ve el transportador de silos

donde el grano es depositado y almacenado para el siguiente proceso de fermentación.

ILUSTRACIÓN 84: FOTOGRAFÍA 83



Fuente: El autor.

Nota: Nivel 7, vista de Transportador de silos.

En este nivel la concentración de polvos combustibles producido por los granos cebada para hacer la malta y existe de manera constante, el personal de Cervecería Nacional realiza la limpieza logrando que el impacto sea mínimo pues periódicamente se retira del ambiente dicha acumulación de polvo en los equipos y localidades obteniendo una condición normal de operación.

A comparación de los otros niveles inferiores la concentración puede existir con frecuencia por reparaciones de mantenimiento o por fugas de polvos en sus equipos. De manera principal en este nivel se encuentran los filtros de captación de polvos y los transportadores de llenado a los silos de cebada y de arroz molido en donde por mala operación pudiera darse una concentración peligrosa de polvo, además pueden escaparse sólo en caso de ruptura accidental u operación anormal del equipo y llegar a extenderse una nube de polvos combustible con los demás niveles.

4.1.7.1 CANALIZACIONES ELÉCTRICAS.

En lugares de Clase II División 2, las instalaciones se deben hacer con tubo metálico rígido, tubo metálico semi-rígido o tuberías eléctricas metálicas.

En el nivel 7 se utilizan tuberías metálicas tipo EMT con accesorios de conexión, para los circuitos de alumbrado como se muestra en la ilustración 85 y para conexiones de motores bandejas porta-cables y fundas selladas con sus accesorios.

ILUSTRACIÓN 85: FOTOGRAFÍA 84



Fuente: El autor.
Nota: Nivel 7, vista de montaje de tubería EMT.

ILUSTRACIÓN 86: FOTOGRAFÍA 85



Fuente: El autor
Nota: Nivel 7, vista de bandeja porta cable tipo ducto.

Con el uso de las tuberías metálicas el mayor problema es que no se utilizan los accesorios adecuados que eviten la acumulación de polvos y que protejan las instalaciones con una posible propagación de llamas en caso de algún incendio provocado por alguna chispa.

Las bandejas porta-cables son los elementos utilizados para conducir los conductores entre las diferentes partes dentro del área, para el sistema de control y fuerza se utilizan bandejas porta-cables tipo ducto con amarra-cable y en su interior una división para separar fuerza y control, esta bandeja de montaje vertical es la que recorre todo los niveles, en la ilustración 86 se ve que la bandeja termina en este nivel. Además existe un tramo de bandeja porta-cables tipo ducto troquelado.

Algunas de las observaciones encontradas sobre el uso de bandejas son que los cables en la bandeja no se encuentran con marcas permanentes para su identificación; las bandejas porta-cables no se encuentran identificados con el nivel de voltaje que sus cables poseen; no se utilizan accesorios adecuados para diferentes derivaciones de dirección de los cables; los cables no se encuentran debidamente sujetos ni ordenados por medio de amarras plásticas.

Los mantenimientos frecuentes que se realizan dentro del nivel 7 no contemplan las canalizaciones motivo la cual se encuentran con asentamientos de polvo combustible como se observan en las ilustraciones 87, 88, 90, 90. En conclusión las bandejas porta-cables no son adecuadas para las áreas clasificadas por no cumplir con las especificaciones generales de protección principalmente en los conductores, se podría utilizar este tipo de canalizaciones si los conductores instalados fuesen de uso extra-intenso con características propias para el área clasificada.

ILUSTRACIÓN 87: FOTOGRAFÍA 86



Fuente: El autor.
Nota: Nivel 7, evidencia de acumulación de polvos los equipos.

ILUSTRACIÓN 88: FOTOGRAFÍA 87



Fuente: El autor.
Nota: Nivel 7, evidencia de acumulación de polvos en el suelo.

ILUSTRACIÓN 89: FOTOGRAFÍA 88



Fuente: El autor.
Nota: Nivel 7, no se utiliza accesorios adecuado en derivaciones de los cables.

ILUSTRACIÓN 90: FOTOGRAFÍA 89



Fuente: El autor.
Nota: Nivel 7, evidencia de acumulación de polvos sobre los equipos.

4.1.7.2 MECANISMOS DE CONMUTACIÓN.

En el nivel 7 los interruptores y los tomacorrientes de energía eléctrica no son los apropiados para el área clasificada, aunque se ha tratado de cumplir con lo establecido en el código 502-6 pero esta protección no es antiexplosiva ni a prueba de polvos combustibles como se muestra en la ilustración 91.

Sobre los interruptores, tomacorrientes, controladores de motores, y similares en lugares de Clase II División 2, el código 502-6 indica que deben estar protegidos contra la ignición de polvos y ser a prueba de explosión.

ILUSTRACIÓN 91: FOTOGRAFÍA 90



Fuente: El autor.

Nota: Nivel 7, vista de interruptor con protección en mal estado.

4.1.7.3 MOTORES.

Los motores instalados en lugares de Clase II División 2 deben poseer un ventilador a prueba de ignición de polvos cuya temperatura máxima exterior a plena carga cumpla lo establecido en la Sección 500-3F en funcionamiento normal al aire libre y sin que se haya depositado una capa de polvo y no deben tener aberturas al exterior, en los diagramas unifilares encontramos los datos de placa y se da a conocer el grado IP cumpliendo con lo establecido en el código anteriormente mencionado.

En el nivel 7 se encuentran 12 motores, en la ilustración 92 y 93 se muestra dos de ellos, que prestan servicio a diferentes procesos, la mayoría de las acometidas de los

motores vienen desde el TDP3 ubicado en cuarto de tableros y las otras protecciones eléctricas desde el TD2-N3 se encuentra en el nivel 3.

ILUSTRACIÓN 92: FOTOGRAFÍA 91



Fuente: El autor.
Nota: Nivel 7, motor 241 Ventilador del Filtro Seeger.

ILUSTRACIÓN 93: FOTOGRAFÍA 92



Fuente: El autor.
Nota: Nivel 7, motor 271 Ventilador de filtro Buhler.

4.1.7.4 APARATOS DE ILUMINACIÓN.

Dentro del nivel 7 se utilizan lámparas fluorescentes tipo sellada de 2x32W, estas no son luminarias adecuadas para el área clasificada como se muestra en la ilustración 94. Estas luminarias no certifican que deben ser utilizadas para lugares de Clase II, no aseguran que están protegidas contra daños físicos o mediante protectores adecuados; además que su diseño evite al máximo el depósito de polvo sobre las bombillas y para evitar que salten chispas, material ardiendo o metal caliente al exterior; además no se encuentran señalizadas claramente con la potencia máxima en vatios para funcionar sin superar una determinada temperatura en sus superficies expuestas en condiciones normales de uso.

Los soportes colgantes son de cadenas metálicas. Para derivaciones de las tuberías se utilizan cajas metálicas con tapas y la mayoría están en deterioro a causa del tiempo permitiendo aberturas para la acumulación del polvo.

ILUSTRACIÓN 94: FOTOGRAFÍA 93



Fuente: El autor.

Nota: Nivel 7, luminarias Fluorescente 2x32W tipo sellada.

ILUSTRACIÓN 95: FOTOGRAFÍA 94



Fuente: El autor.

Nota: Nivel 7, tuberías rígidas para circuito de iluminación de emergencia.

Solo la luminaria de emergencia que está instalada en este nivel se encuentra en su totalidad protegida con elementos de acuerdo a la clasificación del área, como se muestra en la ilustración 95.

4.1.7.5 CONEXIÓN A TIERRA.

En el nivel 7 también llega el conductor de conexión a puesta a tierra donde se aterrizan las carcassas de los equipos que se encuentran en este nivel. El cable está protegido por tubería metálica, haciendo mención que las instalaciones y equipos de los lugares de Clase II División 2. Se deben poner puesta a tierra como se especifica en el artículo 250 y además cumplir las condiciones enumeradas en el código 502-16.

ILUSTRACIÓN 96: FOTOGRAFÍA 95



Fuente: El autor.

Nota: Nivel 7, vista del cable de conexión puesta a tierra.

4.2. TORRE DE MALTERIA.

4.2.1 NIVEL 0-TM COMPRESOR DE AIRE.

Hay similitud con la Torre de Cocimiento y de acuerdo a la clasificación descrita en el capítulo 3 el nivel 0 de la Torre de Maltería, ha sido ubicada para efectos de determinación de grado de riesgo de explosividad, dentro del Grupo G, Clase II, División 2, esta torre posee un nivel subterráneo que conecta a las piscinas de fermentación como se muestra en la ilustración 97.

ILUSTRACIÓN 97: FOTOGRAFÍA 96



Fuente: El autor.

Nota: Nivel 0, Vista general del nivel 0.

En el código 500-3B describe que en las atmósferas que contengan polvos combustibles no incluidos en los Grupos E o F; como harina, cereales, serrín de madera, serrín de plástico y productos químicos pertenecen al Grupo G. Luego el código 500-6 indica que un lugar de Clase II es el que resulta peligroso por la presencia de polvos combustibles, y para la división 2 es aquél lugar en el que no hay normalmente en el aire polvos combustibles en cantidad suficiente para producir mezclas combustibles y en el que la acumulación de polvo normalmente es insuficiente para impedir el funcionamiento normal del equipo eléctrico u otros equipos, pero puede haber polvo combustible en suspensión en el aire como consecuencia esporádica del mal funcionamiento de los equipos de manipulación o de proceso y en los que la acumulación de polvo combustible sobre los equipos eléctricos puede ser suficiente para impedir la disipación de calor de dichos equipos o puede arder por el funcionamiento anormal o el fallo de los equipos eléctricos.

En el nivel 0 la concentración de polvo producido por granos de arroz o de cebada existe de manera intermitente, de igual manera el personal encargado de Cervecería Nacional realiza la limpieza logrando que el impacto sea mínimo hasta casi nula la presencia de polvos, pues periódicamente se retira del ambiente dicha acumulación de polvo en los equipos. La concentración puede existir frecuentemente por reparaciones de mantenimiento o por fugas de polvos de otros niveles superiores.

Debajo de este nivel se encuentra la tolva de recepción, en su interior se encuentra el compresor que forma parte del equipo de ciclón de polvo, la cual por mala operación pudiera darse una concentración peligrosa de polvo y llegar a afectar a este nivel.

Dentro de este nivel están los ductos metálicos donde se manejan o transporta los granos de arroz y cebada, de los que pueden escaparse sólo en caso de ruptura accidental u operación anormal del equipo. Revisando el código 502-4 donde se explica sobre los métodos de instalación en los lugares clasificados, y a partir de las normas se hace una revisión del nivel 0 de la Torre de Maltería.

4.2.1.1 CANALIZACIONES ELÉCTRICAS.

En lugares de Clase II División 2, las instalaciones se deben hacer con tubo metálico rígido, en el nivel 0 se utilizan tuberías metálicas rígidas para conexión de los motores como se muestra en la ilustración 98, y de tuberías metálicas tipo EMT con accesorios para los circuitos de alumbrado y de tomacorrientes.

Algunas conexiones de las tuberías no se han utilizado los accesorios adecuados, teniendo puntos abiertos donde no se evita la salida de chispas si en su caso existiera; para el montaje de las tuberías se han algunos métodos validos como es el caso de la utilización de grapas universales y de abrazaderas sobre canales estructurados. Las bandejas porta-cables son elementos utilizados para distribuir los conductores entre las diferentes partes de la instalación eléctrica dentro del nivel, aunque no son apropiadas para el área clasificada.

ILUSTRACIÓN 98: FOTOGRAFÍA 97



Fuente: El autor.

Nota: Nivel 0, vista de montaje de tuberías rígidas.

ILUSTRACIÓN 99: FOTOGRAFÍA 98



Fuente: El autor.

Nota: Nivel 0, vista de montaje de parrilla metálica.

Dentro de este nivel se utilizan bandejas porta-cables formadas de ángulos metálicos soldados como se muestra en la ilustración 99, similares a las bandejas porta-cables tipos escaleras pero no cumplen con las normas que son tratados en el NEC sección 318, referente sobre los sistemas de bandejas porta-cables tipo escalera, bandejas de fondo sólido y otras estructuras similares.

Para el sistema de control se utilizan bandejas porta-cables tipo escalera con tapa de acero galvanizado. Estas dos clases de bandejas porta-cables también recorren todos los niveles. La mayoría de las bandejas no se encuentran aterrizadas; cada cable en la bandeja no se encuentra identificado con marcas permanentes indicando la carga respectiva en la salida de los tableros; algunas partes de las bandejas presentan bordes afilados, que puedan dañar los cables. No se utilizan accesorios adecuados para diferentes derivaciones de dirección de los cables. Los cables no se encuentran debidamente sujetos ni ordenados por medio de amarras plásticas, esto se muestra en la ilustración 100. No hay identificación en las bandejas, indicando el tipo de nivel de energía eléctrica que sus cables tienen; como se muestra en la ilustración 101.

Dentro de este nivel se encuentran equipos fuera de uso que no han sido retirados como se aprecia en la ilustración 102 y los mantenimientos frecuentes que se realizan dentro del nivel 0 no contemplan las canalizaciones, por tal motivo estas se encuentran con una concentración de polvo, como se puede apreciar en la ilustración 103.

ILUSTRACIÓN 100: FOTOGRAFÍA 99



Fuente: El autor.
Nota: Nivel 0, cables dentro de la canalización, no ordenados ni sujetos apropiadamente.

ILUSTRACIÓN 101: FOTOGRAFÍA 100



Fuente: El autor.
Nota: Nivel 0, evidencia de polución de polvos y fuga accidental de agua en bandejas

ILUSTRACIÓN 102: FOTOGRAFÍA 101



Fuente: El autor.
Nota: Nivel 0, equipos fuera de servicio.

ILUSTRACIÓN 103: FOTOGRAFÍA 102



Fuente: El autor.
Nota: Nivel 0, evidencia de acumulación de polvos, por mala operación.

4.2.1.2 MECANISMOS DE CONMUTACIÓN.

En el nivel 0 se ha implementado la utilización de interruptores protegidos contra ignición de polvos combustible y a prueba de explosión, aprobados para lugares de Clase II División 2, estos interruptores pertenecen al circuito de alumbrado, como indica el código 502-6, estos interruptores se dan a conocer en ilustración 104.

Aunque en el nivel 0 se ha implementado interruptores con protección contra polvos combustibles cumpliendo con el código respectivo, aún encontramos un tomacorriente sin protección al área clasificada, como se ve en la ilustración 105.

ILUSTRACIÓN 104: FOTOGRAFÍA 103



Fuente: El autor.
Nota: Nivel 0, interruptor con protección.

ILUSTRACIÓN 105: FOTOGRAFÍA 104



Fuente: El autor.
Nota: Nivel 0, vista de tomacorrientes no aprobado.

Como observación general se indica que se han utilizado algunos criterios que indica el código 500; pero cabe recalcar que no basta con solo proteger una parte del sistema, es decir que solo se utilizan ciertos elementos aprobados para áreas clasificadas cuando la protección debe ser integral en este nivel.

4.2.1.3 MOTORES.

Haciendo revisión del código 500-3F este indica que los motores u otros equipos eléctricos rotativos instalados en lugares de Clase II División 2 deben utilizar un ventilador a prueba de ignición de polvos para que la temperatura máxima exterior a plena carga asegure un buen funcionamiento sin que se haya depositado una capa de polvo y el equipo eléctrico no debe tener aberturas al exterior, para este punto se recomienda realizar un análisis de temperaturas de los equipos para tener dato exacto de los niveles que se manejan en los procesos.

En las ilustraciones 106 y 107 se muestra claramente la conexión eléctrica en los motores, donde se utiliza fundas selladas desde la tubería metálica hasta la caja de conexión; además se es visible la acumulación de polvos en la superficie de los mismos.

ILUSTRACIÓN 106: FOTOGRAFÍA 105



Fuente: El autor.
Nota: Nivel 0, Motor MC01 Compresor
Recepción de Cebada.

ILUSTRACIÓN 107: FOTOGRAFÍA 106



Fuente: El autor.
Nota: Nivel 0, Motor Transportador de
Cebada.

En el nivel 0 tomando datos de placa de los motores instalados como el de la ilustración 108, se comprobó que se encuentran con grado IP55 donde el primer dígito 5 indica la protección contra polvos, y el segundo número 5 señala que están protegido contra chorros de agua, de igual manera en el capítulo siguiente se encuentra la tabla de significados de los dígitos, haciendo mención al código 502-8.

ILUSTRACIÓN 108: FOTOGRAFÍA 107



Fuente: El autor.
Nota: Nivel 0, Motor Transportador de Malta.

4.2.1.4 APARATOS DE ILUMINACIÓN.

Dentro del nivel 0 se utilizan lámparas fluorescentes tipo sellada de 2x32W, como se muestra en las ilustraciones 109 y 110, estas luminarias no son adecuadas para el área clasificada por no cumplir con los requisitos básicos de protección contra daños físicos por su situación o tener protectores adecuados, diseñados para evitar al máximo el depósito de polvo sobre las bombillas y para evitar que salten chispas o material ardiendo o metal caliente. Los soportes colgantes son de cadenas metálicas.

ILUSTRACIÓN 109: FOTOGRAFÍA 108



Fuente: El autor.
Nota: Nivel 0. Luminaria Fluorescente
2x32W tipo sellada.

ILUSTRACIÓN 110: FOTOGRAFÍA 109



Fuente: El autor.
Nota: Nivel 0, Luminaria ubicada en la
entrada del nivel.

En el código exige que todos los aparatos deben estar claramente marcados con la potencia máxima en vatios de la lámpara aprobada para funcionar, sin superar una determinada temperatura en sus superficies expuestas en condiciones normales de uso. Las luminarias no se encuentran marcadas. Haciendo mención a los soportes colgantes, el código 502-11 indica que deben estar suspendidos los aparatos de iluminación a través de tubo metálico rígido con rosca y las juntas roscadas deben llevar tuercas de seguridad u otro medio eficaz que evite que se aflojen. Cuando el cable entre la caja de derivación o de conexión y no se utiliza un tubo como medio de alimentación, se debe utilizar un cable flexible aprobado para uso intenso. El cable flexible de alimentación no se debe utilizar como medio de sujeción del aparato.

Las tuberías de los circuitos de iluminación son del tipo EMT como se muestra en la ilustración 111 y para derivaciones de las tuberías se usan cajas metálicas, actualmente la mayoría se encuentran en deterioro a causa del tiempo permitiendo la

acumulación del polvo. El encendido es a través de interruptores protegidos por ignición de polvos. Dentro de este nivel no existen luminarias de emergencia.

ILUSTRACIÓN 111: FOTOGRAFÍA 110



Fuente: El autor.

Nota: Nivel: 0, tubería EMT para circuitos de iluminación.

4.2.1.5 CONEXIÓN A TIERRA.

Las instalaciones y equipos de los lugares de Clase II División 1 y 2 se deben poner a tierra como se especifica en el artículo 250 y además cumplir las condiciones enumeradas en el código 502-16, esas conexiones se deben hacer en todas las canalizaciones, herrajes, cajas, armarios, etc. entre los lugares de Clase II y la conexión de tierra del equipo de la acometida o de cualquier instalación derivada independiente.

Dentro de este nivel no se encontró ninguna derivación de conexión a tierra en las estructuras metálicas de las canalizaciones.

4.2.1.6 OBSERVACIONES.

Durante el tiempo de recolección de datos de placa en los motores y haciendo trazados para la actualización de los planos, se encontró dos anomalías relevantes, como se observa en la ilustración 112 hubo una filtración de agua desde el nivel 1, esto se dio porque en la parte superior se encuentra un bebedero junto a los tableros eléctricos principales; por un mal uso del bebedero, este comenzó a vaciar agua desde el contenedor llegando hacia el suelo, por su cercanía a los tableros eléctricos,

el agua se filtro en su parte baja de donde salen los cables, e ingreso a la bandeja porta-cables llegando a humedecer las canalizaciones en la losa del nivel 0; se reporto inmediatamente el suceso y aunque no paso a mayor inconveniente, si pudo haber ocasionado daños si no se toman acciones correctivas.

Otro detalle que podemos recalcar está en la ilustración 113, se nota una acumulación excesiva de polvo combustible, mostrando el riesgo de existir una polución dentro del nivel.

ILUSTRACIÓN 112: FOTOGRAFÍA 111



Fuente: El autor.
Nota: Nivel 0, Filtración de agua desde el Nivel 1.

ILUSTRACIÓN 113: FOTOGRAFÍA 112



Fuente: El autor.
Nota: Nivel 0, Acumulación de polvo en equipo Buhler.

4.2.2 NIVEL 1-TM CABINA DE CONTROL.

Siguiendo la clasificación descrita anteriormente, el nivel 1 de la Torre de Maltería como se muestra en la ilustración 114, ha sido ubicada para efectos de determinación de grado de riesgo de explosividad, dentro del grupo G, clase II, división 2.

ILUSTRACIÓN 114: FOTOGRAFÍA 113



Fuente: El autor.

Nota: Nivel 1, vista del nivel 1, tableros y balanzas.

Para empezar con la clasificación se enuncia el código 500-6 donde se indica que un lugar de Clase II resulta peligroso por la presencia de polvos combustibles, en el apartado B del código describe sobre la división 2 de un lugar de clase II donde no hay normalmente en el aire polvos combustibles en cantidad suficiente para producir mezclas combustibles, además que la acumulación de polvo normalmente es insuficiente para impedir el funcionamiento normal del equipo eléctrico u otros equipos, pero puede haber polvo combustible en suspensión en el aire como consecuencia esporádica o infrecuente del mal funcionamiento de los equipos de proceso y en los que la acumulación de polvo combustible sobre los equipos eléctricos puede ser suficiente para impedir la disipación de calor de dichos equipos o puede arder por el funcionamiento anormal o el fallo de los equipos eléctricos y por ultimo un lugar se clasifica como grupo G cuando se manejan dentro de sus atmósferas polvos combustibles producidos por harina, cereales, serrín de madera, serrín de plástico y productos químicos o demás productos no incluidos en los Grupos E o F.

En el nivel 1 se encuentra la cabina de control de operación de los equipos de la Torre de Maltería, es notorio que la concentración de polvo es mínima y casi nula, adicionalmente los mantenimientos regulares del personal de Cervecería Nacional que realizan entre dos o tres veces en la semana y que incluyen el retiro de dicha acumulación en los equipos y localidades obteniendo una condición normal de operación.

Como se ha comprobado en este nivel la concentración puede existir por fugas de polvos de otros niveles superiores o por la parte externa en donde se realizan la descarga de los camiones hacia las tolvas de recepción de granos.

Dentro de este nivel se encuentran transportadores y balanzas en la parte central donde se concentra los granos de cebada y de arroz, desde este nivel pasan ductos metálicos donde transportan los granos que producen polvos y que pueden escaparse sólo en caso de ruptura accidental u operación anormal del equipo. Además en este nivel se concentran los tableros y paneles eléctricos principales como se muestra en la ilustración 115.

ILUSTRACIÓN 115: FOTOGRAFÍA 114



Fuente: El autor.

Nota: Nivel 1: Vista de montaje de tuberías eléctricas sobrepuestas.

4.2.2.1 CANALIZACIONES ELÉCTRICAS.

En lugares de Clase II División 2, las instalaciones se deben hacer con tubo metálico rígido, en el nivel 1 se utilizan tuberías tipo EMT para los circuitos de alumbrado, para las derivaciones de las tuberías se utilizan cajas metálicas con tapa y cajas tipo conduit como se observa en la ilustración 116, estas cajas no son las adecuadas para el área clasificada porque no cumplen con las especificaciones de protección.

Las tuberías utilizadas como canalizaciones eléctricas son montadas de manera sobrepuestas en pared; además se utilizan fundas flexibles en algunas derivaciones; actualmente no se encuentran identificadas con los niveles de voltaje como se muestra en la ilustración 116.

ILUSTRACIÓN 116: FOTOGRAFÍA 115



Fuente: El autor.

Nota: Nivel 1, vista de bandeja porta-cables hacia nivel

Dentro de este nivel se utilizan bandejas porta-cables formadas por ángulos metálicos soldados similares a las bandejas porta-cables tipo escalera, pero no cumplen con las normas que son tratados en el NEC sección 318, referente a los sistemas de bandejas porta-cables tipo escalera, bandejas de fondo sólido y otras estructuras similares.

Para el sistema de control y fuerza también se utilizan bandejas porta-cables tipo escalera con tapa de acero galvanizado, que traspasa de manera vertical desde el nivel 0 y continua en el nivel 2.

La mayoría de las bandejas no se encuentran aterrizadas; no hay identificación de las bandejas porta-cables con el nivel de voltaje de operación; cada cable en la bandeja

no se encuentra identificado con marcas permanentes; se han realizado trabajos dentro de las canalizaciones por lo que no se han ubicado de manera correcta las tapas de algunas bandejas; no se utilizan accesorios adecuados para diferentes derivaciones de dirección de los cables; los cables no se encuentran debidamente sujetos ni ordenados por medio de amarras plásticas. En conclusión el uso de bandejas porta-cables no son apropiadas por no cumplir con las medidas de seguridad del área clasificada.

Desde este nivel se distribuye energía a los otros niveles desde los tableros y paneles de distribución, por medio de bandejas porta-cables y fundas selladas como se muestra en la ilustración 117. Los mantenimientos frecuentes que se realizan dentro del nivel no contemplan las canalizaciones, motivo la cual se encuentran con concentración de polvo, como es el caso de la parrilla metálica y los equipos ubicados en la parte externa como se muestra en la ilustración 118.

ILUSTRACIÓN 117: FOTOGRAFÍA 116



Fuente: El autor.
Nota: Nivel 1, vista de tuberías eléctricas.

ILUSTRACIÓN 118: FOTOGRAFÍA 117



Fuente: El autor.
Nota: Nivel 1, área exterior del nivel 1 donde se realizan las descargas de camiones.

4.2.2.2 MECANISMOS DE CONMUTACIÓN.

En el nivel 1 se ha implementado solo protección en el interruptor de las luminarias como se muestra en la ilustración 119 cumpliendo con el código 502-6; se encontró tomacorrientes a nivel de 110V sin protección contra polvos combustibles y antiexplosivo; además existe un tomacorriente de 220V adecuado para áreas clasificada clase 2 división 2. En conclusión no se ha llevado un estándar técnico

unificado en los montajes de las instalaciones de servicios generales dentro del nivel. Como indica el código 502-6 sobre los interruptores, tomacorrientes, controladores de motores, y similares ubicados en lugares de Clase II División 2, deben estar protegidos contra la ignición de polvos.

ILUSTRACIÓN 119: FOTOGRAFÍA 118



Fuente: El autor.

Nota: Nivel 1, interruptor con protección contra polvos combustibles.

4.2.2.3 TABLEROS ELÉCTRICOS.

En el nivel 1 se encuentran seis módulos metálicos donde se nombraron dos grupos; TD1 y TD2; el primer grupo lo conforma un módulo llamado Tablero distribución 1 con el código TD1, para circuitos de fuerza. Luego sigue el grupo de módulos denominado TD2, este grupo contiene cinco módulos llamados; TD2A – TD2B - TD2C con circuitos de fuerza y TD2D – TD2E con los dispositivos de los circuitos de control, como se muestra en la ilustración 120.

ILUSTRACIÓN 120: FOTOGRAFÍA 119



Fuente: El autor.

Nota: Nivel 1, vista de los seis tableros.

Los transformadores de control y dispositivos de protección de sobre intensidad se encuentran dentro de tableros metálicos, el código 502-7, indica que en lugares de Clase II División 2 los tableros que concentran estos dispositivos de protección deben garantizar las condiciones adecuadas para el área clasificada, actualmente los módulos no presentan los grados IP necesarios como se muestra en la ilustración 121.

ILUSTRACIÓN 121: FOTOGRAFÍA 120



Fuente: El autor.

Nota: Nivel 1, vista del Tablero TD2B.

Dentro de los diagramas unifilares encontramos los datos de los dispositivos correspondientes. Al abrir de los tableros se pudo apreciar la acumulación de polvo en su interior en especial en sus elementos de protección como se muestra en la ilustración 122.

ILUSTRACIÓN 122: FOTOGRAFÍA 121



Fuente: El autor.

Nota: Nivel 1, evidencia de acumulación de polvo en el interior.

4.2.2.4 MOTORES.

En el nivel 1 existe un solo motor en su interior que es para un transportador de malta fría, pero en sus alrededores se encuentran la mayoría de cargas motoricas, los más críticos son los motores ubicados en la parte exterior del nivel como se observa en la ilustración 123, donde los camiones hacen las descargas del grano hacia tolvas de recepción, la función de estos motores es para la captación de polvos que se genera en la acción de descarga. Esta área mantiene un grado alto de polución.

Los motores y otros equipos eléctricos rotativos instalados en lugares de Clase II División 2 deben tener un ventilador a prueba de ignición de polvos cuya temperatura máxima exterior a plena carga cumpla lo establecido en la sección 500-3F, sin que se haya depositado una capa de polvo en la superficie y no deben tener aberturas al exterior. Para este punto se recomienda realizar un estudio de temperaturas de los equipos, para tener dato exacto de los niveles de temperaturas que se manejan en los procesos.

ILUSTRACIÓN 123: FOTOGRAFÍA 122



Fuente: El autor.

Nota: Nivel 1, motor 67 en parte superior de Tolva de Recepción.

En el nivel 1 donde se encuentran las oficinas de los operadores por encontrarse libre de la presencia de asentamientos de polvos combustible se considera área no clasificada o área no riesgosa. Manteniéndose fuera del estudio.

4.2.2.5 APARATOS DE ILUMINACIÓN.

Dentro del nivel 1 se utilizan lámparas fluorescentes tipo sellada de 2x32W como se aprecia en la ilustración 124, son luminarias no adecuadas porque no garantizan las protecciones necesarias para el área clasificada y no se encuentran señalizadas. Los soportes colgantes son de cadenas metálicas. Dentro de la Cabina de los operadores se encuentran luminarias instalada en el tumbado falso de 3x17W. Dentro de los planos de implantación encontramos la distribución de las luminarias.

Las luminarias se encuentran instaladas con soportes colgantes, el código 502-11 indica que deben estar suspendidos y alimentados a través de tubos metálicos rígidos con rosca y las juntas roscadas deben llevar tuercas de seguridad u otro medio eficaz que evite que se aflojen. El cable de alimentación llega a la luminaria desde una caja metálica sin ningún medio eficaz que elimine la propagación de fuego si en su caso existiera.

El encendido de las luminarias es a través de interruptores protegidos por ignición de polvos. La norma indica si se utilizan los aparatos fijos de iluminación y si no son de tipo aprobado para lugares de Clase II, deben estar protegidos contra daños físicos o mediante protectores adecuados, y deben estar diseñados para evitar al máximo el depósito de polvo sobre las bombillas y para evitar que salten chispas, material ardiendo o metal caliente.

ILUSTRACIÓN 124: FOTOGRAFÍA 123



Fuente: El autor.

Nota: Nivel 1, luminarias Fluorescente 2x32W tipo sellada.

4.2.2.6 CONEXIÓN A TIERRA.

Las instalaciones y equipos de los lugares de Clase II División 1 y 2 se deben poner a tierra como se especifica en el artículo 250 del NEC y además cumplir las condiciones enumeradas en el código 502-16; esas conexiones se deben hacer en todas las canalizaciones, herrajes, cajas, armarios, y toda parte metálica no conductora de energía.

ILUSTRACIÓN 125: FOTOGRAFÍA 124



Fuente: El autor.

Nota: Nivel 1: Cable de conexión puesta a tierra para camiones.

En la parte externa del nivel por el área de descarga, se encuentra un cable de puesta a tierra que sirve para evitar cualquier descarga electrostática producida por la fricción de los granos al ser trasladado desde los camiones contenedores hasta la tolva de recepción. Este cable se conecta directamente a la carcasa metálica del camión de despacho.

4.2.3 NIVEL 2-TM ÁREA DE OBJETOS NO NECESARIOS.

El nivel 2 de la Torre de Maltería se clasifica dentro del Grupo G, Clase II, División 2 para efectos de determinación de grado de riesgo de explosividad. En la ilustración 126 se muestra gran parte del nivel 2.

ILUSTRACIÓN 126: FOTOGRAFÍA 125



Fuente: El autor.

Nota: Nivel 2, vista general del Nivel 2.

El código 500-6 dice que un lugar de Clase II es el que resulta peligroso por la presencia de polvos combustibles, y la división 2 es porque no hay normalmente en el aire polvos combustibles en cantidad suficiente para producir mezclas explosivas o combustibles, pero puede haber polvo combustible en suspensión en el aire como consecuencia esporádica o infrecuente del mal funcionamiento de los equipos de manipulación o de proceso y en los que la acumulación de polvo combustible, además en el código 500-3B menciona que las atmósferas que contengan polvos combustibles no incluidos en los Grupos E o F; como harina, cereales, serrín de madera, serrín de plástico y productos químicos pertenece al grupo G.

En el nivel 2 se encuentran dos áreas, siendo distinguidas en el plano de implantación y como se muestra en la ilustración 127, en el nivel 2 se encuentran la tolva de grano de malta y la tolva de malta fría. Dentro de este nivel se encuentran dos pequeños cuartos en la parte externa de la tolva de malta fría en donde la concentración de polvos de granos de cebada y arroz existe de manera constante en los equipos y en las localidades.

En el área del nivel 2 se encuentra la banda del transportador de personas, un motor fuera de uso y el equipo Ciclón de Polvo Recepción de Cebada, dentro de este equipo se maneja polvos combustibles que normalmente se encuentran dentro de ductos metálicos cerrados pero pueden escaparse sólo en caso de ruptura accidental u operación anormal del equipo.

ILUSTRACIÓN 127: FOTOGRAFÍA 126



Fuente: El autor.

Nota: Nivel 2, evidencia de polvo confinado en el Nivel 2.

4.2.3.1 CANALIZACIONES ELÉCTRICAS.

En lugares de Clase II División 2, las instalaciones se deben hacer con tubo metálico rígido, en el nivel 2 se utilizan tuberías metálicas rígidas y fundas selladas en las conexiones de los motores y tuberías metálicas tipo EMT con accesorios para los circuitos de alumbrado.

Específicamente los circuitos de alumbrado se utilizan tuberías EMT como se observa en la ilustración 128 y cajas metálicas con tapa para las derivaciones, esto se observa en la ilustración 129, algunas cajas metálicas se encuentran en mal estado y no son las apropiadas para el área clasificada porque no cumplen con los requerimientos propios como ser a prueba de polvos combustible y antiexplosivos, Para el circuito de alumbrado de emergencia si se utilizan tuberías rígidas y accesorios adecuados a prueba de explosión y contra polvos como se ve en la ilustración 130.

ILUSTRACIÓN 128: FOTOGRAFÍA 127



Fuente: El autor.
Nota: Nivel 2, vista de tuberías en circuito de alumbrado.

ILUSTRACIÓN 129: FOTOGRAFÍA 128



Fuente: El autor.
Nota: Nivel 2, tapas en cajas metálicas en mal estado.

ILUSTRACIÓN 130: FOTOGRAFÍA 129



Fuente: El autor.
Nota: Nivel 2, utilización de caja a prueba de explosión.

ILUSTRACIÓN 131: FOTOGRAFÍA 130



Fuente: El autor.
Nota: Nivel 2, caja metálica para derivaciones de tuberías.

Desde este nivel inicia el recorrido de dos tuberías montadas de manera vertical, que se dirige hacia los niveles superiores para la distribución de energía de los servicios generales como es el alumbrado y tomacorrientes. Este detalle se lo puede apreciar en los planos de implantación y en la ilustración 131.

Se puede acotar que en los niveles se tiene un sistema de emergencia contra incendio como se aprecia en la ilustración 132, este sistema recorre cada nivel, y es identificado con el color rojo y su función principal es de distribuir agua en caso de que sucediera un incendio.

ILUSTRACIÓN 132: FOTOGRAFÍA 131



Fuente: El autor.

Nota: Nivel 2, vista de banda transportadora de persona y sistema de emergencia contra incendio.

4.2.3.2 MECANISMOS DE CONMUTACIÓN.

En el nivel 2 el interruptor de luminarias cumple con el código 502-6, siendo resistente a prueba de explosión y polvos combustibles como se observa en la ilustración 133. En la ilustración mencionada se ve claramente la mala práctica en las instalaciones, aunque se use un interruptor adecuado para el área clasificada, los demás componentes no cumplen las normas adecuadas.

ILUSTRACIÓN 133: FOTOGRAFÍA 132



Fuente: El autor.

Nota: Nivel 2, interruptor a prueba de explosión y contra polvos combustibles.

4.2.3.3 MOTORES.

Se recuerda que los motores y otros equipos eléctricos rotativos instalados en lugares de Clase II División 2 deben tener un ventilador a prueba de ignición de polvos cuya temperatura máxima exterior ofrezca un funcionamiento normal sin que se haya depositado una capa de polvo y no deben tener aberturas al exterior. En las ilustraciones 134 hasta la 137 se aprecia los motores instalados en el nivel. En los planos de implantación se muestra la ubicación con su nombre de célula y datos de placa indicando el grado IP, y en los diagramas unifilares las protecciones y los conductores correspondientes desde el tablero correspondiente.

ILUSTRACIÓN 134: FOTOGRAFÍA 133



Fuente: El autor.
Foto 133 Nivel 2: Motor MC3 Cyclón de Polvo.

ILUSTRACIÓN 135: FOTOGRAFÍA 134



Fuente: El autor.
Nota: Nivel 2, motor M595 fuera de uso.

ILUSTRACIÓN 136: FOTOGRAFÍA 135



Fuente: El autor.
Nota: Nivel 2, motor MT70.

ILUSTRACIÓN 137: FOTOGRAFÍA 136



Fuente: El autor.
Nota: Nivel 2, funda sellada no ajustada correctamente.

4.2.3.4 APARATOS DE ILUMINACIÓN.

Los aparatos fijos de iluminación, si no son de tipo aprobado para lugares de Clase II, deben estar protegidos contra daños físicos por su situación con protectores adecuados diseñados para evitar al máximo el depósito de polvo sobre las bombillas y para evitar que salten chispas o material ardiendo hacia el ambiente.

Dentro del nivel 2 se utilizan lámparas fluorescentes tipo sellada de 2x32W, como se muestra en la ilustración 138, estas luminarias no son las adecuadas para el área clasificada pues no certifican las condiciones de seguridad para estas áreas. Los soportes colgantes son de cadenas metálicas, este sistema de montaje se ha utilizado en todos los niveles. En este nivel se ha implementado un sistema de iluminación de emergencia ubicado en la escalera de ingreso como se muestra en la ilustración 139.

Las luminarias se encuentran instaladas con soportes colgantes, el código 202-11 indica que deben estar suspendidos a través de metálico rígido con rosca y las juntas roscadas deben llevar tuercas de seguridad u otro medio eficaz que evite que se aflojen. El cable de alimentación ingresa sin ninguna protección, es decir sin ningún medio de sello que evite la propagación de fuego si llegare a suceder.

ILUSTRACIÓN 138: FOTOGRAFÍA 137 **ILUSTRACIÓN 139: FOTOGRAFÍA 138**



Fuente: El autor.
Nota: Nivel 2, luminaria Fluorescente 2x32W tipo sellada.



Fuente: El autor.
Nota: Nivel 2, alumbrado de emergencia.

4.2.4 NIVEL 3-TM CUARTO DE HERRAMIENTAS.

Como parte de la clasificación descrita anteriormente, el nivel 3 de la Torre de Maltería como se muestra en la ilustración 140, ha sido clasificado en grado de riesgo de explosividad, dentro del Grupo G, Clase II, División 2. Un lugar de Clase II es el que resulta peligroso por la presencia de polvos combustibles. Un lugar de Clase II y con la División 2 es aquél en el que no hay en la atmosfera polvos combustibles en cantidad suficiente para producir mezclas explosivas o combustibles, pero puede haber polvo combustible en suspensión en el aire como consecuencia del mal funcionamiento de los equipos de manipulación o de proceso y en los que la acumulación de polvo combustible.

ILUSTRACIÓN 140: FOTOGRAFÍA 139



Fuente: El autor.

Nota: Nivel: 3, vista general del Nivel 3.

En el código 500-3B menciona que en las atmósferas que contengan polvos combustibles no incluidos en los grupos E o F; como harina, cereales, serrín de madera, serrín de plástico y productos químicos forman parte del grupo G.

Dentro de este nivel la concentración es mínima o casi nula de polvos combustibles, debido a que no se encuentran equipos que manejan directamente la materia prima de granos, pero dentro de este nivel atraviesan de manera vertical los transportadores elevadores de cebada y de malta, normalmente el ambiente es afectado sólo en caso de ruptura accidental u operación anormal de los ductos que transportan los granos de materia prima que producen polvos, como se muestra en la ilustración 141.

Revisando el código 502-4 sobre los métodos de instalación, indica que deben cumplir requisitos en referencia a las canalizaciones eléctricas, mecanismos de conmutación, servicios generales y aparatos de iluminación. A continuación se hace una descripción de la revisión de las instalaciones eléctricas e este nivel.

ILUSTRACIÓN 141: FOTOGRAFÍA 140



Fuente: El autor

Nota: Nivel 3, vista de ductos metálicos transportadores de materia prima.

4.2.4.1 CANALIZACIONES ELÉCTRICAS.

En lugares de Clase II División 2, las instalaciones se deben hacer con tubo metálico rígido, en el nivel 3 se utilizan tuberías metálicas tipo EMT con accesorios de conexión y fundas selladas para los circuitos de alumbrado y de tomacorrientes.

Algunas cajas metálicas que son utilizadas como derivaciones de las tuberías como se muestra en la ilustración 142, no se han dotado con los accesorios correspondientes, encontrando un medio para la salida de chispas eléctricas si en su caso existieran. Además por efecto del tiempo y las adecuaciones estas cajas se encuentran con un desorden de cableado sin ser identificado. En conclusión las canalizaciones eléctricas dentro del nivel no cuentan con una seguridad apropiada para el área clasificada.

ILUSTRACIÓN 142: FOTOGRAFÍA 141



Fuente: El autor.

Nota: Nivel 3, vista de montaje de tubería EMT.

4.2.4.2 MECANISMOS DE CONMUTACIÓN.

Sobre los interruptores, tomacorrientes, controladores de motores, fusibles, en lugares de Clase II División 2, el código 502-6 indica que deben estar protegidos contra la ignición de polvos.

En el nivel 3 se ha implementado en los interruptores con cajas a prueba de explosión y polvos combustibles cumpliendo con el código 502-6, esto se observa en la ilustración 143, pero en el montaje de tomacorrientes no se ha llevado el mismo estándar como se muestra en la ilustración 144.

ILUSTRACIÓN 143: FOTOGRAFÍA 142



Fuente: El autor.

Nota: Nivel 3, interruptor a prueba de polvos combustibles.

ILUSTRACIÓN 144: FOTOGRAFÍA 143



Fuente: El autor.

Nota: Nivel 3, vista de tomacorrientes sin protección con explosión y polvos combustibles.

4.2.4.3 APARATOS DE ILUMINACIÓN.

Dentro del nivel 3 como se muestra la ilustración 145 y 146 se utilizan lámparas fluorescentes tipo sellada de 2x32W, estas son luminarias no son adecuadas para el área clasificada porque no cumplen con las seguridades apropiadas además no se encuentran señalizadas con la potencia nominal como indica la norma. Los soportes colgantes son de cadenas metálicas; para derivaciones de las tuberías se utilizan cajas de conexiones metálicas, pero estas cajas no son las adecuadas para evitar la acumulación del polvo. Dentro de este nivel no existen luminarias de emergencia.

El código 502-11 indica que los aparatos fijos de iluminación, si no son de tipo aprobado para lugares de Clase II, deben estar protegidos contra daños físicos diseñados para evitar al máximo el depósito de polvo sobre su carcasa. En el plano de implantación se encuentra la distribución de las luminarias.

ILUSTRACIÓN 145: FOTOGRAFÍA 144 ILUSTRACIÓN 146: FOTOGRAFÍA 145



Fuente: El autor.

Nota: Nivel 3, luminarias fluorescente 2x32W tipo sellada.



Fuente: El autor.

Nota: Nivel 3, luminarias fluorescente 2x32W tipo sellada.

En resumen las luminarias tipo sellada utilizadas en las áreas clasificadas como clase II división 2, no se garantizan la protección de las personas que laboras dentro de este nivel.

4.2.5 NIVEL 4-TM FILTRO DE MANGA.

El nivel 4 de la Torre de Maltería como se muestra la ilustración 147 luego de la inspecciones realizadas se determinó el grado de riesgo de explosividad clasificándola dentro del Grupo G, Clase II, División 2, porque en su atmósfera contiene polvos combustibles producido por granos de arroz y cebada y en este nivel no hay normalmente en el aire polvos combustibles en cantidad suficiente para producir mezclas explosivas o combustibles y la acumulación de polvo normalmente es insuficiente para impedir el funcionamiento normal de los equipos eléctricos, pero puede haber polvo combustible en suspensión en el aire como consecuencia esporádica o infrecuente del mal funcionamiento de estos equipos de manipulación o de proceso como es el caso del filtro de mangas como se muestra en la ilustración 148.

En el nivel 4 la concentración mínima de polvo combustible existe de manera intermitente, aunque el personal encargado de Cervecería Nacional realiza limpieza logrando que el impacto sea mínimo pues periódicamente se retira del ambiente dicha acumulación de polvo en los equipos y localidades obteniendo una condición normal de operación.

ILUSTRACIÓN 147: FOTOGRAFÍA 146



Fuente: El autor.
Nota: Nivel 4, vista del nivel 4 en Torre de Maltería.

ILUSTRACIÓN 148: FOTOGRAFÍA 147



Fuente: El autor.
Nota: Nivel 4, vista del Equipo Filtro de Mangas.

Como se mencionó dentro de este nivel se encuentra el equipo Filtro de Manga, este equipo es capaz de recoger altas cargas de partículas resultantes de los procesos de transporte de los granos en los diferentes niveles. Su principal función es de la

captación y depuración de partículas para que no represente un problema en las emisiones hacia la atmósfera.

Durante la inspección se noto una parte más crítica se encuentra la mayor concentración de polvo como se muestra en el plano de implantación y en la ilustración 149.

ILUSTRACIÓN 149: FOTOGRAFÍA 148



Fuente: El autor.

Nota: Nivel 4, vista de acumulación de polvo en parte externa del equipo filtro de manga.

4.2.5.1 CANALIZACIONES ELÉCTRICAS.

En lugares de Clase II División 2, las instalaciones se deben hacer con tubo metálico rígido, en el nivel 4 se utilizan tuberías metálicas rígidas para conexión de motores y tuberías metálicas tipo EMT con accesorios de conexión para los circuitos de alumbrado.

Como se mencionó en el nivel anterior, dentro de este nivel recorren dos tuberías montadas de manera vertical que atraviesan el nivel, que se muestran en la ilustración 150 para distribución de energía en los circuitos generales.

Las bandejas porta-cables son los elementos utilizados para distribuir los conductores entre las diferentes partes de la instalación eléctrica; las bandejas porta-cables son utilizadas para el cableado del sistema de control y fuerza, estas bandejas son del tipo ducto con amarra-cable y también una parrilla metálica tipo escalera que es una

derivación de las bandejas que están atravesando en todos los 8 niveles como se muestra en la ilustración 151. Las observaciones encontradas sobre el uso de bandejas no se encuentran identificadas con marcas permanentes con el nivel de voltaje; los cables no se encuentran debidamente sujetos ni ordenados por medio de amarras plásticas y es notable la acumulación de polvos combustibles. En los planos de implantación se visualiza los recorridos de las bandejas porta-cables.

ILUSTRACIÓN 150: FOTOGRAFÍA 149 ILUSTRACIÓN 151: FOTOGRAFÍA 150



Fuente: El autor.
Nota: Nivel 4, vista de montaje de parrilla metálica.



Fuente: El autor.
Nota: Nivel 4, vista de canalizaciones eléctricas dentro del nivel 4.

4.2.5.2 MECANISMOS DE CONMUTACIÓN.

En el nivel 4 se ha implementado solo en el interruptor principal la protección contra polvos combustible y aprueba de explosión cumpliendo con el código 502-6, pero también se ha instalado un interruptor no adecuado para el área clasificada como se observa en las fotografías 152 y 153.

ILUSTRACIÓN 152: FOTOGRAFÍA 151 ILUSTRACIÓN 153: FOTOGRAFÍA 152



Fuente: El autor.
Nota: Nivel 4, interruptor sin protección.



Fuente: El autor.
Nota: Nivel 4, interruptor a prueba de polvos combustibles.

4.2.5.3 MOTORES.

Los motores eléctricos rotativos instalados en lugares de Clase II División 2 deben estar con ventilador a prueba de ignición de polvos cuya temperatura máxima exterior a plena carga se encuentre en parámetros aceptables.

En el nivel 4 encontramos a los motores que están expuesto a condiciones de polución propio del proceso como se observa en las ilustraciones 154 y 155, tomando datos de placa de los motores instalados, estos se encuentran con grado IP55 donde el primer dígito 5 indica la protección contra polvos y el segundo número 5 señala que están protegido contra lanzamientos de agua, haciendo mención al código 502-8.

ILUSTRACIÓN 154: FOTOGRAFÍA 153 ILUSTRACIÓN 155: FOTOGRAFÍA 154



Fuente: El autor.
Nota: Nivel 4, motor ME113 Filtro de Manga.



Fuente: El autor.
Nota: Nivel 4, motor M305.

4.2.5.4 APARATOS DE ILUMINACIÓN.

Los aparatos de iluminación deben cumplir condiciones del código 502-11, donde se menciona que los aparatos fijos de iluminación, si no son de tipo aprobado para lugares de Clase II, deben estar protegidos contra daños físicos y deben estar diseñados para evitar al máximo el depósito de polvo sobre las bombillas y para evitar que salten chispas, material ardiendo o metal caliente. Dentro del nivel 4 se utilizan lámparas fluorescentes tipo sellada de 2x32W y como se conoce en la ilustración 156, estas no garantizan proteger a las instalaciones porque no son a prueba de explosión.

Las luminarias se encuentran instaladas con soportes colgantes, el código mencionado anteriormente indica que deben estar suspendidas a través de tubos metálicos rígidos con rosca y las juntas roscadas deben llevar tuercas de seguridad u otro medio eficaz que evite que se aflojen. Como solo están suspendidas por cadenas metálicas, el cable de alimentación queda sin protección porque a la salida de la cada de conexión no se ha previsto un sello que evite la propagación de chispa si llegara a suceder. El cable expuesto es de aislamiento normal y no de uso intenso como indica la norma.

Dentro de este nivel existe una luminaria de emergencia, cumpliendo con los estándares de instalación adecuados ya mencionados, esto se visualiza en la ilustración 157.

ILUSTRACIÓN 156: FOTOGRAFÍA 155



Fuente: El autor.
Nota: Nivel 4, luminarias Fluorescente 2x32W tipo sellada.

ILUSTRACIÓN 157: FOTOGRAFÍA 156



Fuente: El autor.
Nota: Nivel 4, luminarias de emergencia.

4.2.6 NIVEL 5-TM DESGERMINADORA.

De acuerdo a la clasificación descrita anteriormente, el nivel 5 de la Torre de Maltería ha sido ubicado para efectos de determinación de grado de riesgo de explosividad, dentro del Grupo G, Clase II, División 2.

El equipo principal de este nivel es la desgerminadora el cual le da el nombre a este nivel, como se muestra en las ilustraciones 158 y 159.

La clasificación correspondiente viene del código 500-3B donde indica que el Grupo G pertenecen polvos combustibles como harina, cereales, serrín de madera, serrín de plástico y productos químicos. Un lugar de Clase II es el que resulta peligroso por la presencia de polvos combustibles y se denomina División 2 cuando no hay normalmente en el aire polvos combustibles en cantidad suficiente para producir mezclas combustibles y puede haber polvo combustible en suspensión en el aire como consecuencia esporádica por una falla en el proceso de transporte de granos.

ILUSTRACIÓN 158: FOTOGRAFÍA 157 ILUSTRACIÓN 159: FOTOGRAFÍA 158



Fuente: El autor.
Nota: Nivel 5, vista general del nivel 5.



Fuente: El autor.
Nota: Nivel 5, vista de la Desgerminadora.

En este nivel se encuentra como equipo principal la desgerminadora en la cual en su interior se realiza la descascaración de los granos; dentro de este nivel la concentración de polvos combustibles existe de manera intermitente, el personal encargado de Cervecería Nacional realizan limpieza logrando que el impacto sea mínimo pues periódicamente se retira del ambiente dicha acumulación de polvo en los equipos y localidades obteniendo una condición normal de operación.

La concentración existe frecuentemente por reparaciones de mantenimiento o por fugas de polvos proveniente de la maquina desgerminadora.

4.2.6.1 CANALIZACIONES ELÉCTRICAS.

En el nivel 5 como en los niveles anteriores se utilizan algunos esquemas para las canalizaciones eléctricas como se muestra en las ilustraciones desde la 160 hasta la 163 donde dentro del nivel, se utilizan tuberías metálicas tipo EMT con accesorios de conexión, para los circuitos de alumbrado. Para las conexiones de motores se utilizan tuberías rígidas y fundas selladas. En lugares de Clase II División 2, las instalaciones se deben hacer con tubo metálico rígido y los accesorios tales como uniones, cajas de conexión o de derivación deben ser a prueba de polvos y herméticamente sellados ara impedir el ingreso de polvos combustibles.

Aunque no se han utilizado los elementos adecuados, actualmente para las conexiones de los tubos, los accesorios son los adecuados para evitar la acumulación de polvos combustibles y de igual no evita la salida de chispas eléctricas si en su caso existieran, por ser de un material no apropiado y por deterioro del tiempo.

Las bandejas porta-cables son los elementos utilizados para conducir los conductores entre las diferentes partes de la instalación eléctrica. Dentro de este nivel se utiliza bandeja porta-cables formada de ángulos metálicos soldados similares a las bandejas porta-cables tipos escaleras pero no cumplen con las normas que son tratados en el NEC sección 318, referente a los sistemas de bandejas porta-cables tipo escalera, bandejas de fondo sólido y otras estructuras similares.

Esta parrilla metálica traspasa el nivel siguiente, siguiendo la distribución hacia los niveles superiores; las bandejas no se encuentra identificadas con marcas permanentes indicando el nivel de voltaje, algunas partes de las bandejas presentan bordes afilados que puedan dañar los cables; no se utilizan accesorios adecuados para diferentes derivaciones de dirección de los cables; los cables no se encuentran debidamente sujetos ni ordenados por medio de amarras plásticas.

ILUSTRACIÓN 160: FOTOGRAFÍA 159



Fuente: El autor.

Nota: Nivel 5, vista de montaje de tubería rígida.

ILUSTRACIÓN 161: FOTOGRAFÍA 160



Fuente: El autor.

Nota: Nivel 5, vista de montaje de parrilla metálica.

ILUSTRACIÓN 162: FOTOGRAFÍA 161



Fuente: El autor.

Nota: Nivel 5, caja de conexión en mal estado y cables sin canalización.

ILUSTRACIÓN 163: FOTOGRAFÍA 162



Fuente: El autor.

Nota: Nivel 5, vista de parrilla metálica.

El uso de estas bandejas no son adecuadas para el área clasificada ya que no garantizan un grado de protección IP y es evidente que los conductores en cualquier tramo pueden convertirse en una fuente de ignición.

4.2.6.2 MECANISMOS DE CONMUTACIÓN.

Sobre los interruptores, tomacorrientes, controladores de motores y similares en lugares de Clase II División 2, el código 502-6 indica que deben estar protegidos contra la ignición de polvos. En el nivel 5 se ha tratado de implementar protección

cumpliendo con el código pero la protección solo se ha utilizado en el interruptor de las luminarias visualizándose en la ilustración 164, y para los tomacorrientes no se han utilizado ninguna protección contra polvos como se observa en la ilustración 165.

ILUSTRACIÓN 164: FOTOGRAFÍA 163



Fuente: El autor.
Nota: Nivel 5, interruptor a prueba de explosión y polvos combustibles.

ILUSTRACIÓN 165: FOTOGRAFÍA 164



Fuente: El autor.
Nota: Nivel 5, caja metálica con tomacorrientes.

4.2.6.3 MOTORES.

Los motores y otros equipos eléctricos rotativos instalados en lugares de Clase II División 2 deben estar con un ventilador a prueba de ignición de polvos y no deben tener aberturas al exterior, en las ilustraciones 166 y 167 se muestra los motores para los equipos instalados, su ubicación se muestra en los planos de implantación en la sección de anexos.

ILUSTRACIÓN 166: FOTOGRAFÍA 165



Fuente: El autor.
Nota: Nivel 5, motor ME111 ventilador de filtro de manga.

ILUSTRACIÓN 167: FOTOGRAFÍA 166



Fuente: El autor.
Nota: Nivel 5, motor M91B Tarata.

En el nivel 5 tomando datos de placa de los motores instalados, estos se encuentran con grado IP55 donde el primer dígito 5 indica la protección contra polvos, el

segundo número 5 señala que están protegido contra lanzamientos de agua, haciendo mención al código 502-8.

Como se observa en la ilustración 167 en algunos casos las conexiones de los motores a causa del tiempo o por mala práctica en los mantenimientos han causado que las uniones no estén adecuadamente instaladas.

4.2.6.4 APARATOS DE ILUMINACIÓN.

Dentro del nivel 5 como en los otros niveles se utilizan lámparas fluorescentes tipo sellada de 2x32W como se observa en la ilustración 168, estas luminarias no son las adecuadas para el área clasificada porque no son a prueba de explosión. Los soportes colgantes son de cadenas metálicas. El cable de alimentación se puede observar que tiene empalmes expuestos. Las derivaciones de las tuberías se encuentran en deterioro a causa del tiempo permitiendo aberturas para la acumulación del polvo. El encendido es a través de interruptores protegidos por ignición de polvos. Dentro de este nivel no existen luminarias de emergencia.

ILUSTRACIÓN 168: FOTOGRAFÍA 167



Fuente: El autor.

Nota: Nivel 5, luminarias fluorescente 2x32W tipo sellada.

En el capítulo siguiente se explica en detalle cómo se debe hacer una instalación segura para este tipo de área clasificada.

4.2.7 NIVEL 6-TM BALANZA DE PESADO A TINAS.

En el nivel 6 se encuentra como equipos principales: la báscula, filtro de mangas y el compresor de raicilla, en donde la concentración de polvos combustibles existe de manera intermitente. El personal encargado de Cervecería Nacional realiza la limpieza entre dos o tres veces por semana logrando que el impacto sea mínimo, retirando del ambiente dicha acumulación de polvo en los equipos y localidades obteniendo una condición normal de operación, de acuerdo a esta característica el nivel 6 de la Torre de Maltería ha sido ubicado para efectos de determinación de grado de riesgo de explosividad, dentro del Grupo G, Clase II, División 2.

ILUSTRACIÓN 169: FOTOGRAFÍA 168 ILUSTRACIÓN 170: FOTOGRAFÍA 169



Fuente: El autor.
Nota: Nivel 6, vista de la báscula en el nivel



Fuente: El autor.
Nota: Nivel 6, vista de Filtro de Manga.

ILUSTRACIÓN 171: FOTOGRAFÍA 170 ILUSTRACIÓN 172: FOTOGRAFÍA 171



Fuente: El autor.
Nota: Nivel 6, evidencia de acumulación de polvos combustibles.



Fuente: El autor.
Nota: Nivel 6, vista de ducto con ruptura.

En las ilustraciones desde la 169 hasta la 172, se muestra como los equipos instalados dentro del nivel, llamados Filtro de Manga y Ciclón de Polvo 3; en donde se comprobó que por mala operación se da una concentración peligrosa de polvos

combustibles, además pueden formar nubes de polución que llegaren a afectar a otros niveles.

4.2.7.1 CANALIZACIONES ELÉCTRICAS.

En el nivel 6 se utilizan tuberías metálicas tipo EMT con accesorios de conexión, para los circuitos de alumbrado como se observa en la ilustración 173 y para conexiones de motores fundas selladas con sus accesorios provenientes de bandejas porta-cables.

Para el sistema de iluminación de emergencia se ha utilizado tuberías rígidas con accesorios adecuados para el nivel, estos elementos son a prueba de explosión y polvos combustibles, así se demuestra en la ilustración 174.

ILUSTRACIÓN 173: FOTOGRAFÍA 172 ILUSTRACIÓN 174: FOTOGRAFÍA 173



Fuente: El autor.
Nota: Nivel 6, vista de montaje de tubería EMT.



Fuente: El autor.
Nota: Nivel 6, caja metálica a prueba de explosión y polvos combustible.

Las bandejas porta-cables son los elementos utilizados para conducir los conductores entre las diferentes partes de la instalación eléctrica.

Para el sistema de control y fuerza se utilizan bandejas porta-cables tipo ducto con amarra-cable, además existe una parrilla metálica que atraviesa el nivel de manera vertical, como se mencionó anteriormente esta parrilla viene desde los niveles inferiores y no cumple con las normas que son tratados en el NEC sección 318, que hace referencia a los sistemas de bandejas porta-cables tipo escalera, bandejas de fondo sólido y otras estructuras similares.

Las bandejas porta-cables no se encuentran identificadas con el nivel de voltaje que sus cables posee. No se utilizan accesorios adecuados para diferentes derivaciones de dirección de los cables. Los cables no se encuentran debidamente sujetos ni ordenados por medio de amarras plásticas. Los mantenimientos frecuentes que se realizan dentro del nivel 7 no contemplan las canalizaciones motivo la cual se encuentran con concentración de polvo como se observa en la ilustración 175. Se deben reemplazar las bandejas por tuberías apropiadas con sus accesorios o mejorar las condiciones de las bandejas y utilizar cables de uso intenso para el área apropiada.

ILUSTRACIÓN 175: FOTOGRAFÍA 174



Fuente: El autor.

Nota: Nivel 6, vista de montaje de parrilla metálica.

4.2.7.2 MECANISMOS DE CONMUTACIÓN.

En el nivel 6 se ha tratado de implementar las normas en la utilización de elementos con protección como es el caso del interruptor principal, pero no se lleva la protección en su totalidad, además su ubicación física da dificultad en su acceso, como se aprecia en la ilustración 176. En los planos de implantación se muestra como está distribuido los circuitos de alumbrado.

El código 502-6 indica que los interruptores y tomacorrientes deben estar protegidos contra la ignición de polvos.

ILUSTRACIÓN 176: FOTOGRAFÍA 175



Fuente: El autor.

Nota: Nivel 6, vista de interruptor con protección ubicado en lugar de difícil acceso.

4.2.7.3 MOTORES.

Los motores y otros equipos eléctricos rotativos instalados en lugares de Clase II División 2 deben contener su ventilación a prueba de ignición de polvos y no deben tener aberturas al exterior, esto se muestra en las ilustraciones 177 y 178.

En el nivel 6 se encuentran tres motores para los equipos de Ciclón de Polvo 3, Filtro de Manga y Compresor de Raicilla respectivamente; sus acometidas provienen desde el tablero de distribución TD2-N1, tomando datos de placa los motores instalados se encuentran con grado IP55 donde el primer dígito 5 indica la protección contra la penetración de polvo, el segundo número 5 señala que están protegido contra los chorros de agua, haciendo mención al código 502-8.

ILUSTRACIÓN 177: FOTOGRAFÍA 176 ILUSTRACIÓN 178: FOTOGRAFÍA 177



Fuente: El autor.

Foto 178 Nivel 6: Motor MC302 Compresor de Raicilla.



Fuente: El autor.

Foto 177 Nivel 6: Motor MR18 Ciclón de Polvo 3.

4.2.7.4 APARATOS DE ILUMINACIÓN.

Dentro del nivel 6 se utilizan lámparas fluorescentes tipo sellada de 2x32W como se ve en la ilustración 179, estas luminarias no son adecuadas para el área clasificada porque no garantizan ser antiexplosivas. Los soportes colgantes son de cadenas metálicas. Para derivaciones de las tuberías se utilizan cajas metálicas con tapas y la mayoría están en deterioro a causa del tiempo permitiendo aberturas para la acumulación del polvo.

Como se observa en la ilustración 179 la luminaria está sin la cubierta de protección, exponiendo al contacto directo en caso de que se produjera una falla, este es un ejemplo que estas luminarias no garantizan la protección adecuada para este tipo de áreas clasificadas. Solo la canalización de la iluminación de emergencia instalada en la escalera de este nivel se encuentra en su totalidad protegida con elementos de acuerdo a la clasificación del área como se aprecia en la ilustración 180.

Mencionando el código sobre los aparatos fijos de iluminación, si no son de tipo aprobado para lugares de Clase II, deben estar protegidos contra daños físicos por su situación o mediante protectores adecuados, deben estar diseñados para evitar al máximo el depósito de polvo sobre las bombillas y para evitar que salten chispas, material ardiendo o metal caliente.

ILUSTRACIÓN 179: FOTOGRAFÍA 178 **ILUSTRACIÓN 180: FOTOGRAFÍA 179**



Fuente: El autor.

Nota: Nivel 6, luminarias Fluorescente 2x32W tipo sellada, sin protección en los tubos fluorescente.



Fuente: El autor.

Nota: Nivel 6, vista de luminaria de emergencia ubicada en el nivel 6.

4.2.8 NIVEL 7-TM ZARANDA.

En este nivel encontramos tres equipos principales; los Ciclones de Polvos 1-3 y de la Zaranda como se muestra en las ilustraciones 181 y 182, por tal motivo la concentración de polvos combustibles existe de manera continua, el personal encargado de Cervecería Nacional realizan limpieza logrando que el impacto sea mínimo pues periódicamente se retira del ambiente dicha acumulación de polvo en los equipos y localidades obteniendo una condición normal de operación.

A comparación de los otros niveles inferiores o superiores la concentración puede existir con más frecuencia por reparaciones de mantenimiento o por fugas de polvos combustibles en los equipos ya mencionados.

De manera principal en este nivel se encuentran los ductos metálicos transportadores de llenado a los silos en donde por mala operación pudiera darse una concentración peligrosa de polvo en caso de ruptura accidental u operación anormal del equipo.

De acuerdo a la clasificación descrita anteriormente, el nivel 7 de la Torre de Maltería ha sido ubicado para efectos de determinación de grado de riesgo de explosividad, dentro del Grupo G, Clase II, División 2.

Esta clasificación proviene del código 500-3B donde indica que en las atmósferas que contengan polvos combustibles como harina, cereales, serrín de madera, serrín de plástico y productos químicos se denomina grupo G. Luego el código 500-6 enuncia que un lugar de Clase II es el que resulta peligroso por la presencia de polvos combustibles y la división 2 es aquél en el que no hay normalmente en el aire polvos combustibles en cantidad suficiente para producir mezclas explosivas o combustibles pero puede haber una suspensión en el aire de polvos combustible como consecuencia esporádica o infrecuente del mal funcionamiento de los equipos y en los que la acumulación de polvo combustible sobre los equipos eléctricos puede ser suficiente para impedir la disipación de calor de dichos equipos o puede arder por el funcionamiento anormal o el fallo de los equipos eléctricos.

ILUSTRACIÓN 181: FOTOGRAFÍA 180 ILUSTRACIÓN 182: FOTOGRAFÍA 181



Fuente: El autor.
Nota: Nivel 7, vista de Ciclón de Polvo 3.



Fuente: El autor.
Nota: Nivel 7, vista de Zaranda.

4.2.8.1 CANALIZACIONES ELÉCTRICAS.

En el nivel 7 se utilizan tuberías metálicas tipo EMT con accesorios de conexión, para los circuitos de alumbrado y para conexiones de motores fundas selladas con sus accesorios. También se encuentra una parrilla metálica montada verticalmente que termina en el siguiente nivel superior donde se derivan las tuberías hacia los motores, esto se observa en la ilustración 183.

Aunque las bandejas porta-cables no son convenientes para el área clasificada, se dan algunas observaciones encontradas por el uso de las mismas: las bandejas porta-cables deben cumplir con normas apropiadas para garantizar su función. Para la parte de control si se ha utilizado una bandeja porta-cables con tapa. Las bandejas porta-cables no se encuentran identificadas con el nivel de voltaje en operación. Los cables no se encuentran debidamente sujetos ni ordenados por medio de amarras plásticas como se muestra en la ilustración 184.

En lugares de Clase II División 2, las instalaciones se deben hacer con tubo metálico rígido y si se utilizan las bandejas porta-cables de debe hacer con normas correspondiente mas el uso de conductores de uso intenso aprobados por el código 500.

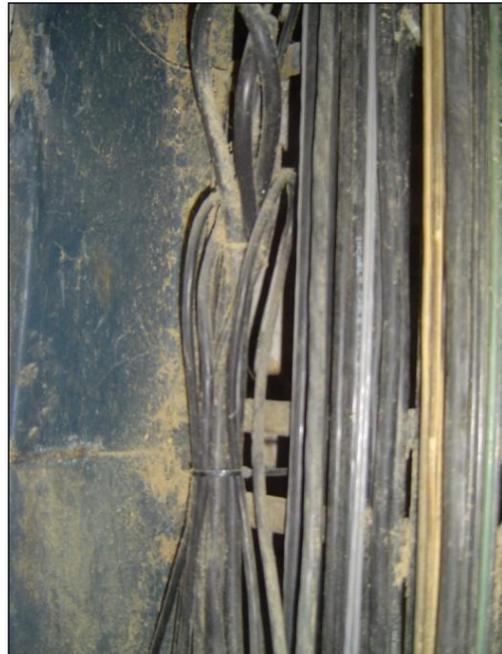
Para alimentar los circuitos generales se utiliza una tubería EMT que recorre verticalmente el nivel, con una caja de derivación no adecuada para el área

clasificada, esto se aprecia en la ilustración 185; en este nivel se encuentra un acceso a la Torre de Cocimiento, siendo visible en la ilustración 186.

ILUSTRACIÓN 183: FOTOGRAFÍA 182 **ILUSTRACIÓN 184: FOTOGRAFÍA 183**



Fuente: El autor.
Nota: Nivel 7, vista de montaje de parrilla metálica.



Fuente: El autor.
Nota: Nivel 7, vista de conductores dentro de canalización.

ILUSTRACIÓN 185: FOTOGRAFÍA 184 **ILUSTRACIÓN 186: FOTOGRAFÍA 185**



Fuente: El autor.
Nota: Nivel 7, tubería EMT hacia el nivel superior.



Fuente: El autor.
Nota: Nivel 7, acceso hacia Torre de Cocimiento.

Como observación en la ilustraciones 187 y 188 se observa las bandejas tipo ducto sin identificación de nivel de voltaje y la instalación de un interruptor incumpliendo las normas requerida para el montaje de estos dispositivos.

ILUSTRACIÓN 187: FOTOGRAFÍA 186 ILUSTRACIÓN 188: FOTOGRAFÍA 187



Foto 187 Nivel 7: Bandeja porta-cables con tapa sin identificación.
Fuente: El autor.



Foto 188 Nivel 7: Instalación no adecuada sin culminar.
Fuente: El autor.

4.2.8.2 MECANISMOS DE CONMUTACIÓN.

En el nivel 7 se nota la utilización de dos métodos de instalación en los interruptores para luminarias, el primero es de tipo sencillo normal y no tiene la protección adecuada y el otro protegido contra polvos combustibles y antiexplosivo, para la toma de 220 se ha utilizado un tomacorriente sencillo sobrepuesto en una caja metálica incumpliendo con las normas mencionadas, eso se comprueba en las ilustraciones 189 y 190.

ILUSTRACIÓN 189: FOTOGRAFÍA 188 ILUSTRACIÓN 190: FOTOGRAFÍA 189



Fuente: El autor.
Nota: Nivel 7, vista de dos interruptores en serie en el nivel 7.



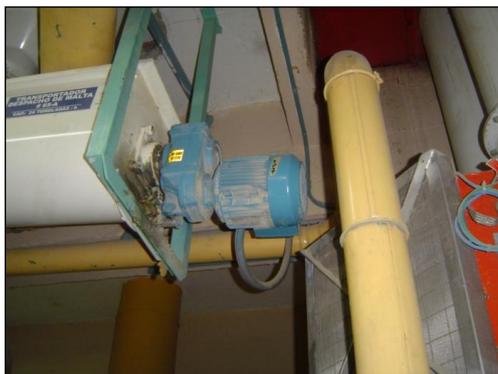
Fuente: El autor.
Nota: Nivel 7, toma para soldadora en caja metálica.

4.2.8.3 MOTORES.

En el nivel 7 se encuentran; el Ciclón de Polvo 1 motor MR20, para la Zaranda se indicó que posee dos motores MZ12A y MZ12B este último se encuentra en la parte interna de la Zaranda, también el motor M65A para el transportador despacho de malta. La identificación nombrada es la que los operados tienen en sus sistema automatizado, los detalles de ubicación lo encontramos en los planos de implantación, las acometidas vienen desde el tablero de distribución 2 TD-2 desde el nivel 1, tomando datos de placa los motores instalados se encuentran con grado IP55 donde el primer dígito 5 indica la protección contra polvos, el segundo número 5 señala que están protegido contra lanzamientos de chorros de agua.

Los motores y otros equipos eléctricos rotativos instalados en lugares de Clase II División 2 deben poseer un ventilador a prueba de ignición de polvos cuya temperatura máxima exterior a plena carga cumpla lo establecido en la Sección 500-3F en funcionamiento normal al aire libre sin que se haya depositado una capa de polvo y no deben tener aberturas al exterior, para este punto se recomienda realizar un análisis de temperaturas de los equipos para tener dato exacto de los niveles de temperaturas que se manejan en los procesos.

ILUSTRACIÓN 191: FOTOGRAFÍA 190



Fuente: El autor.
Nota: Nivel 7, motor 241 ventilador de Filtro Seeger.

ILUSTRACIÓN 192: FOTOGRAFÍA 191



Fuente: El autor.
Nota: Nivel 7, motor 271 ventilador de filtro Buhler.

4.2.8.4 APARATOS DE ILUMINACIÓN.

Dentro del nivel 7 se utilizan lámparas fluorescentes tipo sellada de 2x32W, como se observa en las ilustraciones 193 y 194, estas luminarias no son adecuadas para el área clasificada porque no garantizan que son a prueba de polvos combustibles ni antiexplosivas; los soportes colgantes son de cadenas metálicas quedando al descubierto el cable de alimentación a la entrada de la lámpara. Para derivaciones de las tuberías se utilizan cajas metálicas con tapas y la mayoría están en deterioro a causa del tiempo permitiendo aberturas para la acumulación del polvo. En este nivel no hay iluminación de emergencia instalada en la escalera como en otros niveles.

La norma indica que en los aparatos fijos de iluminación, si no son de tipo aprobado para lugares de Clase II, deben estar protegidos contra daños físicos, deben estar diseñados para evitar al máximo el depósito de polvo sobre las bombillas y para evitar que salten chispas, material ardiendo o metal caliente.

Las luminarias se encuentran instaladas con soportes colgantes, el código 502-11 indica que deben estar suspendidos y alimentados a través de barras de tubo metálico rígido con rosca y las juntas roscadas deben llevar tuercas de seguridad u otro medio eficaz que evite que se aflojen. El cable flexible de alimentación no se debe utilizar como medio de sujeción del aparato de iluminación.

ILUSTRACIÓN 193: FOTOGRAFÍA 192 ILUSTRACIÓN 194: FOTOGRAFÍA 193



Fuente: El autor.
Nota: Nivel 7, tuberías EMT para circuito de iluminación.



Fuente: El autor.
Nota: Nivel 7, luminarias Fluorescente 2x32W tipo sellada.

4.2.9 NIVEL 8-TM BALANZA DE DESPACHO A MALTA.

Haciendo revisión del código 500-3B indica que las atmósferas que contengan polvos combustibles como harina, cereales, serrín de madera, serrín de plástico y productos químicos entre otros se ubican en el Grupo G. Un lugar de Clase II es el que resulta peligroso por la presencia de polvos combustibles. Y la División 2 resulta porque no hay normalmente en el aire polvos combustibles en cantidad suficiente para producir mezclas explosivas o combustibles.

De acuerdo a la clasificación descrita anteriormente, el nivel 8 de la Torre de Maltería ha sido ubicado para efectos de determinación de grado de riesgo de explosividad, dentro del Grupo G, Clase II, División 2.

ILUSTRACIÓN 195: FOTOGRAFÍA 194 ILUSTRACIÓN 196: FOTOGRAFÍA 195



Fuente: El autor.
Nota: Nivel 8, vista del Transportador de Cebada y Malta.



Fuente: El autor.
Nota: Nivel 8, vista de Banda Transportadora de Personas.

La característica del nivel 8, llamado Balanza de Despacho a Malta, es que la concentración de polvo combustible existe de manera intermitente; en este nivel se encuentran los ventiladores de los ciclones de polvos 1-3 y los transportadores de llenado a los silos respectivos de malta y de cebada como se muestra en las ilustraciones 195 y 196 en donde por mala operación pudiera darse una concentración peligrosa de polvo en caso de ruptura accidental u operación anormal de los equipos y llegar a producir una polución a los demás niveles, el personal encargado de Cervecería Nacional realizan limpieza entre dos o tres veces a la semana, logrando que el impacto sea mínimo pues periódicamente se retira del ambiente dicha acumulación de polvo en los equipos y localidades obteniendo una condición normal de operación.

4.2.9.1 CANALIZACIONES ELÉCTRICAS.

En lugares de Clase II División 2, las instalaciones se deben hacer con tubo metálico rígido, en el nivel 8 se utilizan tuberías metálicas tipo EMT con accesorios de conexión, para los circuitos de alumbrado y para conexiones de motores bandejas porta-cables y fundas selladas con sus accesorios.

Las bandejas porta-cables son los elementos utilizados para conducir los conductores entre las diferentes partes de la instalación eléctrica. Para el sistema de control y fuerza se utilizan bandeja porta-cables tipo ducto con amarra-cable, esta bandeja es la que recorre todo los niveles inferiores. Además existe de la parrilla metálica que también recorre todos los niveles inferiores de manera vertical. Las bandejas no se encuentran identificadas con el nivel de voltaje en operación. No se utilizan accesorios adecuados para diferentes derivaciones de dirección de los cables. Los cables no se encuentran debidamente sujetos ni ordenados por medio de amarras plásticas. Existen empalmes en los conductores en baja tensión.

Los mantenimientos frecuentes que se realizan dentro del nivel 7 no contemplan las canalizaciones motivo la cual se encuentran con concentración de polvo como se observan en las ilustraciones 197 hasta 200.

En los planos de implantación se encuentra la ubicación de los equipos y los motores indicando sus datos de placa y el recorrido básico de las bandejas porta-cables.

Como conclusión para esta área clasificada se deben utilizar tuberías rígidas como canalización aprobada, las bandejas porta-cables se pueden instalar si se utilizan cables de uso intenso.

ILUSTRACIÓN 197: FOTOGRAFÍA 196 **ILUSTRACIÓN 198: FOTOGRAFÍA 197**



Fuente: El autor.
Nota: Nivel 8, vista de conductores dentro de las canalizaciones.



Fuente: El autor.
Foto 198 Nivel 8: Vista de Canalizaciones utilizadas.

ILUSTRACIÓN 199: FOTOGRAFÍA 198 **ILUSTRACIÓN 200: FOTOGRAFÍA 199**



Fuente: El autor.
Nota: Nivel 8, evidencia de acumulación de polvos.



Fuente: El autor.
Nota: Nivel 8, Tolva de Malta Caliente.

4.2.9.2 MECANISMOS DE CONMUTACIÓN.

En el nivel 8 a diferencia de los otros niveles, no se ha utilizado el interruptor protegido contra explosión y polvos combustibles. Como existen dos circuitos de alumbrado, el segundo interruptor tampoco está protegido como indica el código 502-6, en la ilustración 201 y 202 se ilustra los interruptores; de igual manera no se ha aplicado lo que indica la norma en los tomacorrientes existentes.

ILUSTRACIÓN 201: FOTOGRAFÍA 200



Fuente: El autor.
Nota: Nivel 8, vista de interruptor con protección no adecuada.

ILUSTRACIÓN 202: FOTOGRAFÍA 201



Fuente: El autor.
Nota: Nivel 8, interruptor en caja metálica.

En la parte del transportador hacia los silos se ha instalado tomacorrientes sencillos que no cumple las propiedades del área clasificada como se ve la ilustración 203.

ILUSTRACIÓN 203: FOTOGRAFÍA 202



Fuente: El autor.
Nota: Nivel 8, tomacorriente en caja metálica.

4.2.9.3 MOTORES.

Los motores y otros equipos eléctricos rotativos instalados en lugares de Clase II División 2 deben estar con un ventilador a prueba de ignición de polvos cuya temperatura máxima exterior se encuentre en parámetros de funcionamiento normal al aire libre y no deben tener aberturas al exterior.

En los diagramas y planillajes de la demanda eléctrica se encuentran en detalle los datos de placa de los motores instalados.

ILUSTRACIÓN 204: FOTOGRAFÍA 203



Fuente: El autor.

Nota: Nivel 8, motor 17-19 Ventiladores para Ciclón 3-1.

ILUSTRACIÓN 205: FOTOGRAFÍA 204



Fuente: El autor.

Nota: Nivel 8, motor 1 Banda Transportadora de Personas.

En el nivel 8 se encuentran 9 motores en su interior para diferentes procesos, todas las acometidas vienen del TD-2 desde el nivel 1, tomando datos de placa los motores instalados se encuentran con grado IP55 donde el primer dígito 5 indica la protección contra polvos, el segundo número 5 señala que están protegido contra lanzamientos de chorros de agua. En las ilustraciones 204 hasta la 206 se muestra algunos de los motores existentes en el nivel 8.

ILUSTRACIÓN 206: FOTOGRAFÍA 205



Fuente: El autor.

Foto 206 Nivel 8: Motores esclusas para transportadores de Cebada y malta.

4.2.9.4 APARATOS DE ILUMINACIÓN.

Dentro del nivel 8 se utilizan lámparas fluorescentes tipo sellada de 2x32W esto se nota en la ilustración 207, estas luminarias no son adecuadas para el área clasificada porque no son aprueba de explosión ni contra polvos combustibles. Los soportes colgantes son de cadenas metálicas dejando al descubierto el cable alimentador. Para

derivaciones de las tuberías se utilizan cajas metálicas con tapas, estas cajas no son las apropiadas para el área clasificada por que permiten la acumulación de polvos combustible.

Solo la iluminación de emergencia instalada en la escalera de este nivel se encuentra en su totalidad protegida con elementos de acuerdo a la clasificación del área como se observa en la ilustración 208.

Los aparatos de iluminación deben cumplir las condiciones del código 502-11 donde indica que los aparatos fijos de iluminación, si no son de tipo aprobado para lugares de Clase II, deben estar protegidos contra daños físicos mediante protectores adecuados, que deben estar diseñados para evitar al máximo el depósito de polvo sobre las bombillas y para evitar que salten chispas, material ardiendo o metal caliente.

ILUSTRACIÓN 207: FOTOGRAFÍA 206



Fuente: El autor.

Nota: Nivel 8, luminarias Fluorescente 2x32W tipo sellada.

ILUSTRACIÓN 208: FOTOGRAFÍA 207



Fuente: El autor.

Nota: Nivel 8, luminaria de emergencia.

CAPÍTULO V CONSIDERACIONES Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EN ÁREAS CLASIFICADAS DENTRO DE LAS TORRES DE COCIMIENTO Y MALTERÍA.

5.1 OBJETIVO.

El objetivo de este capítulo es de establecer los requisitos técnicos y estándares apropiados, para la adquisición, contratación de materiales, equipos eléctricos, en función de la clasificación de áreas peligrosas dentro del Grupo G, Clase II, Divisiones 2.

5.2 ALCANCE.

Luego de revisar las normas que cubren los requisitos para clasificar las áreas peligrosas debido a la presencia de concentraciones de polvos combustibles, convirtiéndose en áreas clasificadas, donde estas concentraciones tienen las posibilidades de contribuir en explosiones; el alcance del capítulo será en la selección de aparatos eléctricos para las instalaciones eléctricas a usarse dentro de estas áreas desde su diseño; su instalación y el mantenimiento.

5.3 REFERENCIAS.

Se hace referencia al NEC y Normas Mexicanas que se describen en códigos como se enuncian a continuación:

Normas del Código Eléctrico Nacional

500 - Lugares Peligrosos (Clasificados).

502 - Lugares de clase II.

502-4. Métodos de instalación.

- 502-6. Interruptores, interruptores automáticos, controladores de motores y fusibles.
- 502-8. Motores y generadores.
- 502-11. Aparatos de iluminación.
- 502-12. Cables flexibles en lugares.
- 502-13. Bases y clavijas de toma de corriente.
- 502-16. Toma de tierra de instalaciones en lugares.

Normas Mexicanas

NOM-001 SEDE 2005. Instalaciones eléctricas (Utilización).

NMX-J-359-ANCE-1997. Productos eléctricos – Luminarios - para Áreas Clasificadas como Peligrosas.

NMX-J-529-ANCE-2006. Grados de protección proporcionados por los envolventes (Código IP).

NMX-J-534-ANCE-2008. Tubos metálicos rígidos de acero tipo pesado y sus accesorios para la protección de conductores eléctricos - especificaciones y métodos de prueba.

NRF-048-PEMEX-2007. Diseño de Instalaciones Eléctricas.

5.4 DEFINICIONES.

Para un mayor entendimiento, se da a conocer conceptos básicos referentes a lugares peligrosos de acuerdo a la clasificación del código 500 del NEC.

Áreas cerradas; lugar, 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.

Áreas Clase II: Son aquellas en las que están presentes polvos combustibles.

Áreas peligrosas: Es aquella área en cuya atmósfera hay o puede haber presencia de elementos combustibles o explosivos en cantidades que puedan originar explosión o fuego.

Clase: Localizaciones peligrosas debido a la cantidad de presencia de productos con características específicas.

Clasificación de áreas: Las áreas se clasifican dependiendo de las propiedades de los vapores, líquidos o gases inflamables, o de polvos o fibras combustibles o de fácil ignición que pudieran estar presentes, así como la posibilidad de que se encuentren en cantidades o concentraciones inflamables o combustibles.

Equipos o aparatos intrínsecamente seguro: Son aquellos equipos que contienen circuitos intrínsecamente seguros, donde un circuito intrínsecamente seguro es aquel que bajo cualquier chispa el efecto térmico son incapaces de causar la ignición de una mezcla de materiales combustibles o inflamables en el aire.

Equipos a prueba de explosión: Aparato encerrado en una envolvente capaz de soportar una explosión que pueda ocurrir en su interior, y de prevenir la ignición de un gas o vapor específico que rodee la envolvente, por chispas o explosión del gas o vapor del interior de la envolvente y capaz de funcionar a una temperatura exterior tal que la atmósfera inflamable que le rodea no pueda ser incendiada por su causa.

Equipos de seguridad aumentada: Es el que bajo condiciones normales de operación no provoca, ni genera arcos, chispas o calentamientos excesivos. y en condiciones específicas anormales, se aplican medidas adicionales para dar la seguridad aumentada contra la posibilidad de temperaturas excesivas y la presencia de arcos y chispas.

Temperatura de ignición: Es la temperatura más baja que aplicada a una mezcla explosiva, puede producir el encendido de dicha mezcla, ocasionando una explosión o fuego continuo.

Ventilación inadecuada: Menor que la adecuada, en espacios que no tienen una ventilación natural o un sistema mecánico de ventilación, que provea una ventilación correcta.

Clase II, División 2: Una Clase II, División 2 es un lugar en la cual el polvo combustible no está normalmente en el aire operando en cantidades suficientes para producir explosivos o mezclas de encendido, y la acumulación de polvo son normalmente insuficientes para interferir con la operación normal de equipo eléctrico u otros aparatos, pero el polvo combustible puede estar en el aire suspendido como resultado de un raro mal funcionamiento de manejo o equipo procesando y donde la acumulación de polvo combustible puede ser suficiente para interferir con la disipación segura de calor del equipo eléctrico o puede ser encendido por operación anormal o falla de equipo eléctrico.

Para información adicional de áreas por Clase y Zona ver notas en Artículo 500 (Comité de Normalización de Petróleos Mexicanos y organismos subsidiarios; Número de Documento NRF-036-PEMEX-2010 Clasificación de áreas peligrosas y selección de equipo eléctrico, 2010: 7-11)

5.5 SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS.

IEC International Electrotechnical Commission (Comisión Electrotécnica Internacional).

DOT Department of Transportation (Departamento de Transporte Norteamericano).

NFPA National Fire Protection Association. (Asociación Nacional para Protección Contra Incendio).

NMX Norma Mexicana.

NOM Normas Oficiales Mexicanas.

NEC National Electric Code. (Código Nacional Eléctrico).

PVC Policloruro de Vinilo.

(Comité de Normalización de Petróleos Mexicanos y organismos subsidiarios; Número de Documento NRF-036-PEMEX-2010 Clasificación de áreas peligrosas y selección de equipo eléctrico, 2010: 11).

5.6 DESARROLLO.

El propósito es seleccionar de manera adecuada el equipo eléctrico en áreas clasificadas como peligrosas dentro de una instalación industrial, se debe tener en consideración las características específicas del producto que escapa a la atmósfera; la facilidad con la cual la mezcla inflamable tiende a incendiarse; y la temperatura de auto ignición del material presente en el área, la cual especifica la temperatura externa máxima de operación de un equipo eléctrico. Es por eso que se hace una revisión de los estándares apropiados.

5.6.1 SEÑALIZACIÓN EN LOS EQUIPOS ELÉCTRICOS.

Todos los componentes a usarse en lugares peligrosos, deben estar marcados. A continuación se da a conocer los fundamentos para etiquetar a los equipos y para poder seleccionar los mismos para la instalación en áreas riesgosas, pero antes de mostrar un modelo de etiqueta para el marcado en los equipos y componentes se hace un reconocimiento de normas que incluyen para este tipo de operación.

5.6.1.1 EQUIVALENCIA ENTRE DISTINTAS ZONAS O DIVISIONES SEGÚN LA NORMATIVA APLICADA.

Como se explicó en el capítulo 2 sobre las norma principales en el mundo, se muestra la ilustración 209, donde se hace la comparación entre ellas sobre la clasificación de áreas o lugares peligrosos.

ILUSTRACIÓN 209: COMPARACIÓN DE NORMATIVAS MUNDIALES

Presencia de atmósfera explosiva	Normativa	Continua		Intermitente		En condiciones anormales	
		GASES	POLVOS	GASES	POLVOS	GASES	POLVOS
Argentina	IEC	Zona 0	Zona 22	Zona 1	Zona 22	Zona 2	Zona 22
Europa	CENELEC		Zona Z (10)		Zona Z (10)		Zona Z (11)
Norte América	NEC	División 1				División 2	
	NEC 505	Zona 0		Zona 1		Zona 2	

Fuente: Folleto DELGA S.A.I.C. y Equipamientos Eléctricos para áreas clasificadas y no clasificadas. www.delga.com, 2011

Nota: Ecuador aunque se encuentra en zona americana, pero adopta las normativas según le conviene.

TABLA 5: CLASIFICACIÓN DE ZONAS PELIGROSAS

Zona	Categorías	Presencia ambientes explosivos
Aparatos del Grupo II		
zona 0	categoría 1 G	Permanente, frecuente o durante largos periodos
zona 20	categoría 1 D	
zona 1	categoría 2 G	Intermitente en servicio normal (probable)
zona 21	categoría 2 D	
zona 2	categoría 3 G	Episódico o durante cortos periodos (nunca en servicio normal)
zona 22	categoría 3 D	
Aparatos del grupo I		
	categoría M 1	Presencia (metano, polvos)
	categoría M 2	Riesgo de presencia (metano, polvos)

Fuente: El autor, 2011

Nota: Clasificación de zonas o lugares peligrosos según normativa europea

En la tabla 5 indica que en el grupo II, un sector con riesgo de explosión está dividido en zonas, estas zonas se delimitan en función de la presencia de una atmósfera explosiva en este sector de acuerdo al tiempo, además se definen según la naturaleza del producto inflamable - gas o polvo.

Para una mayor visualización con respecto a la presencia de polvos combustibles en la atmósfera, se le asigna un color característico indicando el nivel de polución como se observa en la tabla 6, además se presenta un esquema típico en la ilustración 210 referente al almacenamiento de granos y como esto produce polvos combustibles como también en el proceso de descarga de granos.

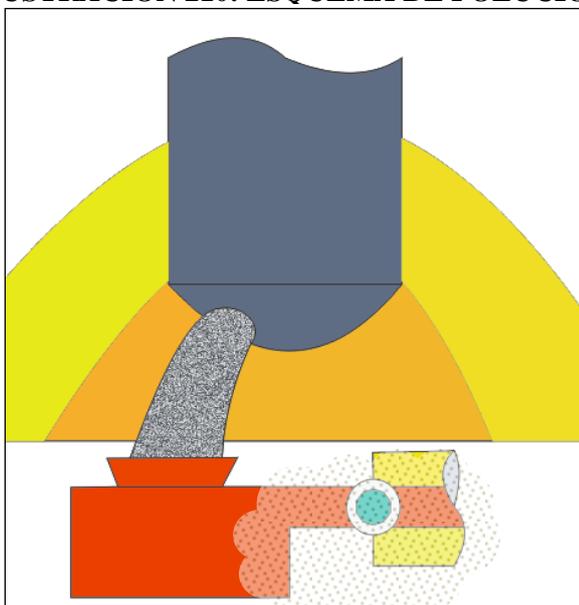
TABLA 6: ASIGNACIÓN DE COLOR

Color	Zonas	Presencia de polvos
	0	Permanente, frecuente o durante largos periodos
	1	Intermitente en servicio normal (probable)
	2	Episódico o durante cortos periodos (nunca en servicio normal)

Fuente: El autor, 2011

Nota: Se asigna color según la presencia de polvos en la atmosfera.

ILUSTRACIÓN 210: ESQUEMA DE POLUCIÓN

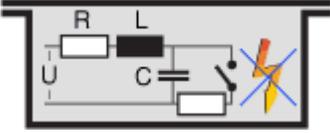


Fuente: El Autor, 2011.

Nota: Esquema típico en manejo de polvos combustibles.

5.6.2 MODOS DE PROTECCIÓN PARA MATERIALES ELÉCTRICOS EN ATMÓSFERAS DE POLVOS.

TABLA 7: MODOS DE PROTECCIÓN PARA ATMÓSFERAS CON POLVOS COMBUSTIBLES

Símbolo del modo	Zonas de aplicación			Definición	Representación simplificada
	0	1	2		
tD		X	X	<p>Revestimiento</p> <p>Materiales eléctricos protegidos por envolvente y por limitación de la temperatura de superficie, y destinados para ser utilizados en lugares en los que la presencia de polvos combustibles puede alcanzar cantidades susceptibles de generar riesgo de incendio o de explosión. La protección contra la inflamación se basa en la limitación de la temperatura máxima de superficie del envolvente y en otras superficies que puedan estar en contacto con el polvo, y en la limitación de la penetración de polvos en el envolvente, utilizando envolventes «estancos al polvo» o «protegidos contra los polvos».</p>	
iD	X	X	X	<p>Seguridad intrínseca</p> <p>Materiales de seguridad intrínseca destinados para ser utilizados en entornos de nubes o capas de polvos combustibles, y materiales asociados destinados para ser conectados a materiales de seguridad intrínseca que entran en tales entornos. Aplicable a los aparatos</p>	

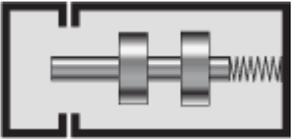
				eléctricos en los cuales los circuitos eléctricos ellos mismos son incapaces de causar una explosión en un entorno de polvos combustibles.		
mD	ma D	X	X	X	Encapsulado Materiales eléctricos protegidos por encapsulado de tipo "mD" y por limitación de la temperatura de superficie en vista de una utilización en zonas con presencia de polvos combustibles en cantidad suficiente para provocar riesgo de incendio o explosión.	
	mb D		X	X	Tipo de protección en el que las piezas susceptibles de provocar la inflamación de una atmósfera por chispas o calentamiento son encerradas en un preparado de manera que se evite la inflamación de una capa o nube de polvo en condiciones de instalación o de funcionamiento.	

Fuente: ASCO Numatics http://www.asconumatics.es/wbs/w3b.exe/_es/3507/537/554/762, 2009.

Nota: Definición de conceptos y representación gráfica de métodos de protección de quipos en lugares con presencia de polvos.

5.6.2.1 MODOS DE PROTECCIÓN PARA MATERIALES NO ELÉCTRICOS EN ATMÓSFERAS DE POLVOS.

TABLA 8: PROTECCIÓN PARA MATERIALES NO ELÉCTRICOS EN ATMÓSFERA DE POLVOS

Símbolo del modo	Zonas de aplicación			Definición	Representación simplificada
	0	1	2		
c	X	X	X	<p>Seguridad en la construcción</p> <p>La norma establece exigencias de construcción reconocidas seguras para evitar las fuentes de inflamación como chispas de fricción y calentamiento. Se aplica a los aparatos en los que hay movimiento y fricción como por ejemplo embragado, frenos, rodamientos, resortes.</p>	

Fuente: ASCO Numatics http://www.asconumatics.es/wbs/w3b.exe/_es/3507/537/554/762, 2009.

Nota: Definición de conceptos y representación gráfica de métodos de protección de equipos no eléctricos en lugares con presencia de polvos.

5.6.3 CLASES DE TEMPERATURAS.

TABLA 9: TEMPERATURAS MÁXIMAS DE SUPERFICIE Y DE INFLAMACIÓN.

Grupo I		
Temperatura $\leq 150^{\circ}\text{C}$ o $\leq 450^{\circ}\text{C}$ según la acumulación de polvo de carbón en el material		
Grupo II		
Clases de temperatura	Temperatura máxima de superficie	Temperatura de inflamación
T1	450°C	> 450°C
T2	300°C	> 300°C
T3	200°C	> 200°C
T4	135°C	> 135°C
T5	100°C	> 100°C
T6	85°C	> 85°C

Fuente: ASCO Numatics http://www.asconumatics.es/wbs/w3b.exe/_es/3507/537, 2009.

Nota: Se expone las clases de temperatura máximas que tienen los equipos.

3.6.3.1 Temperatura de inflamación de los polvos.

En la tabla 10 se muestra la temperatura de inflamación de los polvos que es variable según la naturaleza y la consistencia de estos. Las temperaturas de inflamación siguientes son las más corrientemente encontradas y admitidas.

TABLA 10: TEMPERATURA DE INFLAMACIÓN DE LOS POLVOS.

Materiales	Temperatura	
	Nubes	Capas de 5 mm
Aluminio	560°C	=450°C
Almidón	460°C	435°C
Trigo	510°C	300°C
Cacao	590°C	250°C
Celulosa de metilo	420°C	320°C

Carbón de madera	520°C	320°C
Fibra de papel	570°C	335°C
Maíz	530°C	460°C
Posos de café	580°C	290°C
Polietileno	440°C	fusión
Polvo de carbón (lignito)	380°C	225°C
PVC	700°C	>450°C
Resina Fenólica	530°C	>450°C
Azúcar	490°C	460°C
Hollín	810°C	570°C
Toner	520°C	fusión

Fuente: ASCO Numatics http://www.asconumatics.es/wbs/w3b.exe/_es/3507/537, 2009.

Nota: Este cuadro de temperaturas se recalca que se da a título de ejemplo y no puede servir en ningún caso como cuadro de referencia.

5.6.4 GRADO DE PROTECCIÓN.

Los equipos diseñados para trabajo en áreas peligrosas deben cumplir con ciertos estándares que aseguren su robustez y permitan al personal saber hasta dónde pueden llegar en su utilización. Se da a conocer dos sistemas conocidos que especifican los parámetros que deben cumplir un equipo o dispositivo en las instalaciones eléctricas y dan referencia en donde se los deben instalar.

El grado de protección hace referencia a la norma IEC 60529 que se basa en una clasificación numérica precedida por el símbolo IP e indica las medidas aplicadas a las envolturas del material eléctrico para asegurar la protección de las personas contra los contactos o la aproximación a las partes activas y contra los contactos con las piezas en movimiento que no sean los ejes lisos en rotación y similares dentro de la envoltura, la protección del material eléctrico contra la penetración de objetos sólidos extraños, y la protección del material eléctrico contra los efectos nocivos de la entrada del agua, si así se indica en la clasificación. Este grado de protección es utilizado con mucha frecuencia en los datos técnicos de equipamiento eléctrico y electrónico. Este estándar ha sido desarrollado para calificar de una manera alfa-numérica, mediante la asignación de diferentes códigos numéricos, el primer número

hace referencia a la protección contra sólidos y el segundo número a la protección contra líquidos y un tercer dígito que describe la protección de impactos.

(Folleto DELGA S.A.I.C. y Equipamientos Eléctricos para áreas clasificadas y no clasificadas. www.delga.com, 2011:16).

5.6.4.1 Estándares de Protección IP.

TABLA 11: DESIGNACIÓN DE NÚMEROS PARA IP

1ª CIFRA		2ª CIFRA	
NÚMERO	DEFINICIÓN	NÚMERO	DEFINICIÓN
0	No protegido.	0	No protegido.
1	Protegido contra cuerpos sólidos superiores a Ø 50mm.	1	Protegido contra las caídas verticales de gotas de agua (condensación).
2	Protegido contra cuerpos sólidos superiores a Ø 50mm.	2	Protegido contra las caídas verticales de gotas de agua hasta 15° de la vertical.
3	Protegido contra cuerpos sólidos superiores a Ø 50mm.	3	Protegido contra el agua de lluvia hasta 60° de la vertical.
4	Protegido contra cuerpos sólidos superiores a Ø 50mm.	4	Protegido contra rocíos directos de todas las direcciones - entrada limitada permitida.
5	Protegido contra polvo (sin sedimentos perjudiciales).	5	Protegido contra chorros de agua a baja presión de todas las direcciones - entrada limitada permitida.
6	Totalmente protegido contra el polvo.	6	Protegido contra fuertes chorros de agua de todas las direcciones - entrada limitada permitida.
		7	Protegido contra los efectos de la inmersión de 15cm-1m.
		8	Protegido contra largos periodos de inmersión bajo presión.

Fuente: Folleto DELGA S.A.I.C. para áreas clasificadas y no clasificadas. www.delga.com, 2011.

Nota: El conjunto de variables es asignado por el fabricante de acuerdo a las características.

Existe también un tercer dígito que hace referencia a la protección contra impactos mecánicos es generalmente omitido pero se hace mención en la tabla 12.

TABLA 12: TERCER DÍGITO EN GRADO DE PROTECCIÓN IP

3ª CIFRA	
NÚMERO	DEFINICIÓN
0	No protegido.
1	Protegido contra impactos de 0.225 joules.
2	Protegido contra impactos de 0.375 joules.
3	Protegido contra impactos de 0.5 joules.
4	Protegido contra impactos de 2.0 joules.
5	Protegido contra impactos de 6.0 joules.
6	Protegido contra impactos de 20.0 joules.

Fuente: Folleto DELGA S.A.I.C. y Equipamientos Eléctricos para áreas clasificadas y no clasificadas. www.delga.com, 2011.

Nota: El tercer dígito casi siempre es omitido.

5.6.4.2 PROTECCIÓN TIPO NEMA.

La otra normativa reconocida es la National Electrical Manufacturers Association en sus siglas NEMA. Este es un conjunto de estándares creado, como su nombre lo indica, por la Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos de origen en el país EEUU. Los estándares de protección que más se utilizan en las especificaciones de los equipos son los siguientes:

TABLA 13: TIPO DE PROTECCIÓN NEMA PARA SITUACIONES NO PELIGROSAS

Protección	Descripción
NEMA 1	Para uso interior, proporcionar un grado de protección al personal contra el contacto incidental con el equipo y para proporcionar un grado de protección de suciedad.
NEMA 2	Para uso interior, proporcionar un grado de protección al personal contra el contacto incidental con el equipo, proporcionar un grado de protección de suciedad, y para proporcionar un grado de protección contra gotas o salpicaduras de líquidos.
NEMA 3	Para uso interior o al aire libre, proporcionar un grado de protección al personal contra el contacto incidental con el equipo, proporcionar un grado de protección contra suciedad, lluvia, aguanieve, nieve y viento de polvo, además permanecerá ileso a pesar de la formación externa de hielo.
NEMA 3R	Para uso interior o al aire libre, proporcionar un grado de protección al personal contra el contacto incidental con el equipo, proporcionar un grado de protección contra suciedad, lluvia, aguanieve y nieve, además permanecerá ileso a pesar de la formación externa de hielo.
NEMA 4	Para uso interior o al aire libre, proporcionar un grado de protección al personal contra el contacto incidental con el equipo, proporcionar un grado de protección contra suciedad, lluvia, aguanieve, nieve, vientos de polvo, salpicaduras de agua y chorros dirigidos de agua, además permanecerá ileso a pesar de la formación externa de hielo.
NEMA 4x	Para uso interior o al aire libre, proporcionar un grado de protección al personal contra el contacto incidental con el equipo, proporcionar un grado de protección contra suciedad, lluvia, aguanieve, nieve, vientos de polvo, chorros dirigidos de agua y corrosión, además a pesar de la formación de hielo.
NEMA 5	Para uso interior, proporcionar un grado de protección al personal contra el contacto incidental con el equipo, proporcionar un grado de protección contra suciedad, polvo provocado por el aerotransporte, hilachas, fibras, y transporte aéreo, además de proporcionar un

	grado de protección contra gotas y salpicaduras de líquidos.
NEMA 6	Para uso interior o al aire libre, proporcionar un grado de protección al personal contra el contacto incidental con el equipo, proporcionar un grado de protección contra suciedad, chorros dirigidos de agua y la entrada de agua durante la sumersión temporal ocasional a una profundidad limitada, además permanecerá ileso a pesar de la formación externa de hielo.
NEMA 6P	Para uso interior o al aire libre, proporcionar un grado de protección al personal contra el contacto incidental con el equipo, proporcionar un grado de protección contra suciedad, chorros dirigidos de agua y la entrada de agua durante la sumersión prolongada a una profundidad limitada, además permanecerá ileso a pesar de la formación externa de hielo.
NEMA 12	Para uso interior sin golpes, proporcionar un grado de protección al personal contra el contacto incidental con el equipo, proporcionar un grado de protección contra suciedad, polvo circulante, hilachas, fibras, transporte aéreo, gotas y salpicaduras de líquidos.
NEMA 12K	Para uso interior con golpes, proporcionar un grado de protección al personal contra el contacto incidental con el equipo, proporcionar un grado de protección contra suciedad, polvo circulante, hilachas, fibras, transporte aéreo, gotas y salpicaduras de líquidos.
NEMA 13	Para uso interior, proporcionar un grado de protección al personal contra el contacto incidental con el equipo, proporcionar un grado de protección contra suciedad, polvo circulante, hilachas, fibras, transporte aéreo, contra el rociar, salpicado y filtración de agua, aceites y refrigerantes no corrosivos.

Fuente Hoja de Información 10.60 Metring Instrumentación C.A., 2009.

Nota: Las especificaciones NEMA son aplicadas en productos de origen norteamericano.

ARRIESGADAS O PELIGROSAS

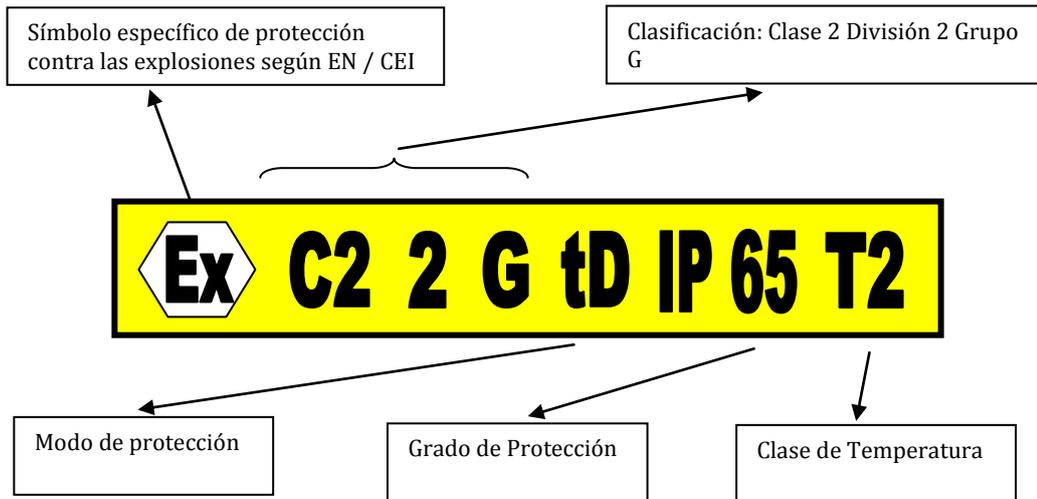
Protección	Descripción
NEMA 7	Para uso interior en situaciones arriesgadas o peligrosas clasificadas como Clase I, división 1, grupos A, B, C, o D, como se define en la norma NFPA 70.
NEMA 8	Para uso interior o al aire libre en situaciones arriesgadas o peligrosas clasificadas como Clase I, división 1, grupos A, B, C, y D, como se define en la norma NFPA 70.
NEMA 9	Para uso interior en situaciones arriesgadas o peligrosas clasificadas como Clase II, división 1, grupos E, F, o G, como se define en la norma NFPA 70.
NEMA 10	Para reunir los requisitos para la seguridad en minería y administración de salud, según 30 CFR, parte 18.

Fuente Hoja de Información 10.60 Metring Instrumentación C.A., 2009.

Nota: Las especificaciones NEMA son aplicadas en productos de origen norteamericano.

Con la información brindada se puede crear una etiqueta que resuma la información mostrada para poder colocarlas en los equipos o dispositivos a instalarse dentro de las áreas clasificadas; es importante etiquetar los componentes para facilitar a cualquier personal técnico que se encuentre dentro del área, con el reconocimiento de la clasificación, o si se realizan futuros cambios en las instalaciones eléctricas, estos deberían realizarse de acuerdo con las mismas especificaciones para mantener un estándar y dar una confianza con respecto a la seguridad; a continuación se muestra en la ilustración 211 un modelo de etiqueta a seguir:

ILUSTRACIÓN 211: ETIQUETA PARA EQUIPOS EN CLASE 2 DIVISIÓN 2 GRUPO G



Fuente: El autor, 2011.

Nota: Esta etiqueta deberá utilizarse en los equipos nuevos y los que se encuentran instalados.

5.6.5 SELECCIÓN DE EQUIPO E INSTALACIONES ELÉCTRICAS.

Como medida de seguridad, deben utilizarse componentes que den garantías dentro del área clasificada. El equipo o las instalaciones eléctricas que se localicen dentro de las áreas peligrosas de la Clase II, División 2, deben cumplir con lo que se especifica en este capítulo 502 del NEC.

En los catálogos de empresas especializadas en estos equipos, muestran los productos aprobados para las instalaciones eléctricas en áreas Clase II división 2. Grupo G, como por ejemplo APPLETON, COOPER CROUSE HINDS entre otras.

5.6.6 MÉTODOS DE INSTALACIÓN.

Los métodos de instalación deben cumplir los requisitos del artículo 502-4B, a continuación se hacen mención de los códigos respectivos con las normas técnicas a seguirse y con la ayuda de un grafico para una mejor comprensión del tema.

5.6.6.1 TUBERÍAS Y CANALIZACIONES.

En lugares de Clase II División 2, las instalaciones se deben hacer con tubo metálico rígido, canalizaciones estancas al polvo o en bandejas porta-cables tipo escalera pero con cables tipo MC o MI con terminales aprobados o cables de tipo PLTC o ITC instalados en una sola capa con un espacio entre dos cables adyacentes no inferior al diámetro del cable más grueso.

Las canalizaciones y cajas en las que haya empalmes, juntas o conexiones con los terminales, deben estar proyectadas de modo que se reduzca al mínimo la entrada de polvo. Además de estar dotada con tapas que cierren bien o de otro medio eficaz que evite la salida de chispas o material ardiendo. No deben tener aberturas como agujeros para los tornillos de fijación a través de las cuales, una vez terminada la instalación, puedan salir chispas o material ardiendo o a través de las cuales puedan arder los materiales combustibles adyacentes, de igual manera con las conexiones flexibles.

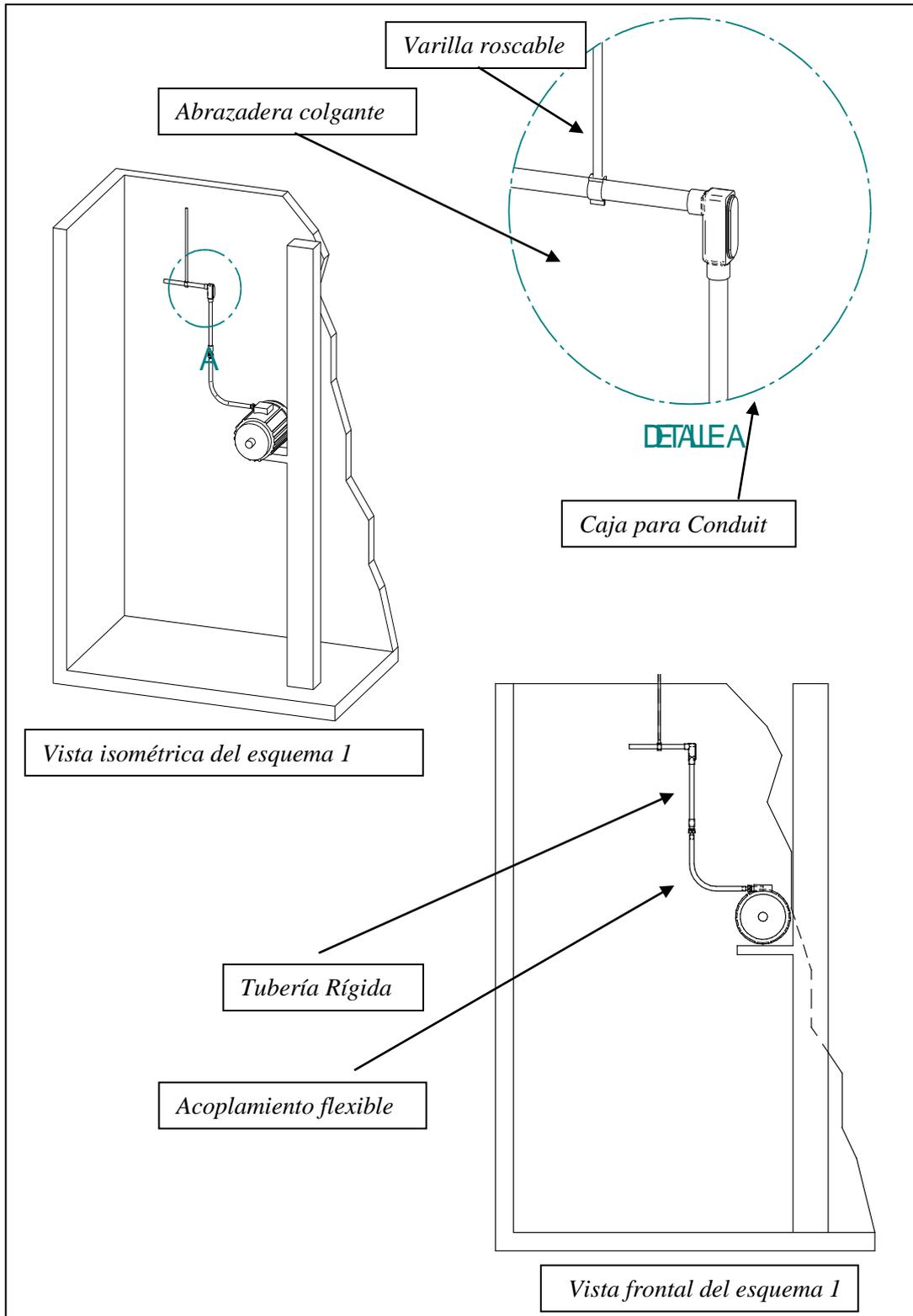
De acuerdo a estas características se presentan esquemas básicos en la instalación y conexión de motores como se muestra en las ilustraciones 212 y 213, para las instalaciones dentro de la Torre de Cocimiento y de Maltería y se recomienda la utilización de tubería rígida roscable con sus accesorios indicados para las conexiones.

Luego del levantamiento que se realizó en las torres se puede concluir que existen dos esquemas básico que son cuando el motor se encuentra ubicado en el suelo y otro es cuando el motor eléctrico está montado sobre alguna estructura propia de la maquina o sobre alguna estructura correspondiente al proceso.

En las ilustraciones ya mencionadas se logra visualizar las indicaciones que dicta el código utilizando los accesorios adecuados como se dan a conocer en la tabla 15, estos componentes pueden ser de diferentes marcas, pero el fabricante debe asegurar que son aprobados para el área a instalarse.

(Código Eléctrico Nacional, Quincy-USA, 1996)

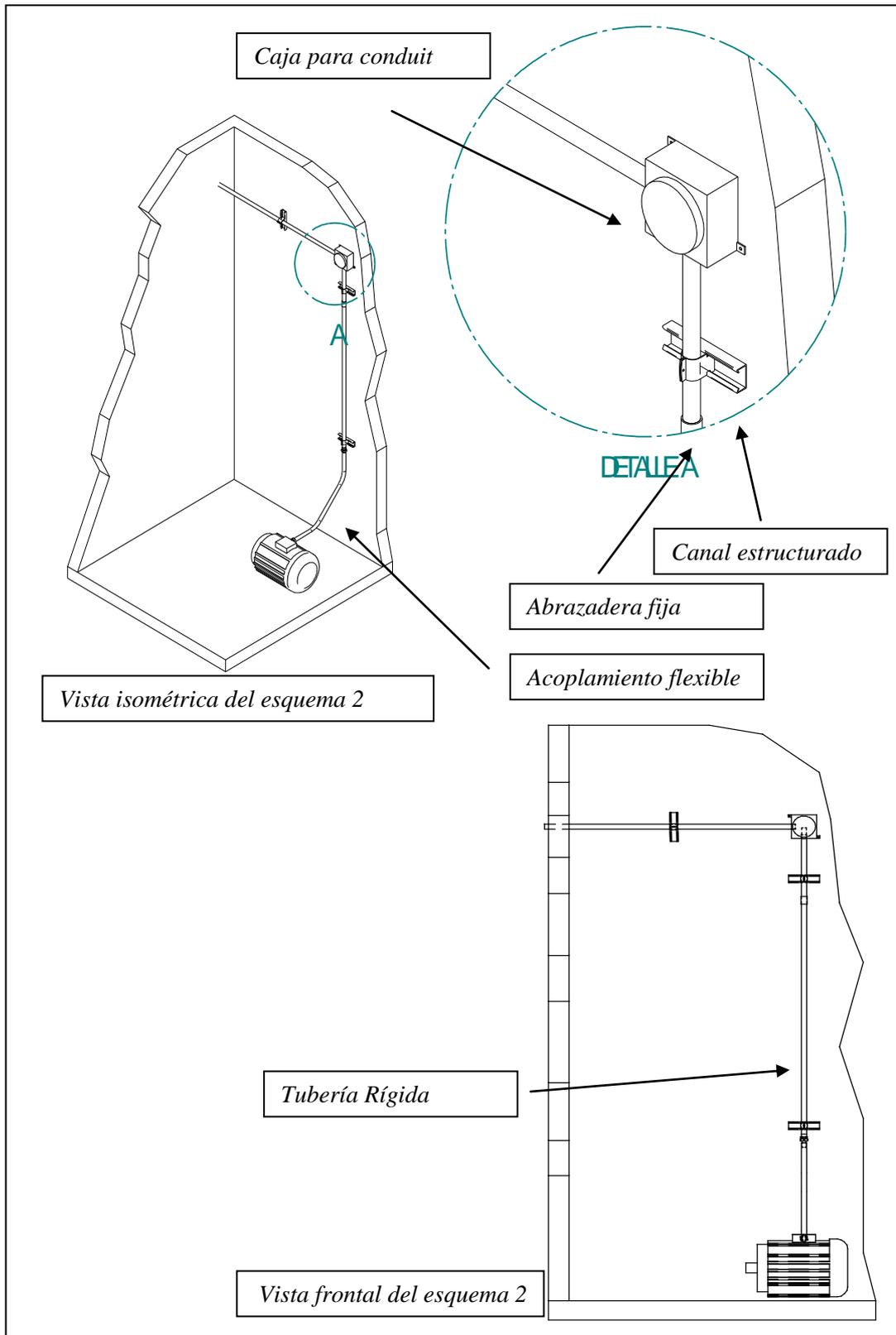
ILUSTRACIÓN 212: ESQUEMA 1 DE CONEXIÓN A MOTORES CON SOPORTERÍA COLGANTE



Fuente: El Autor, 2011.

Nota: Esquema para implementar en las dos torres de estudio.

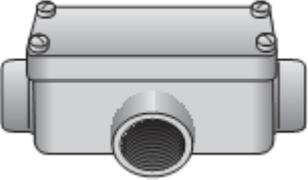
ILUSTRACIÓN 213: ESQUEMA 2 DE CONEXIÓN A MOTORES CON SOPORTERÍA DE PARED.



Fuente: El autor, 2011.

Nota: Esquema para implementar en las dos torres de estudio.

TABLA 15: COMPONENTES BÁSICOS EN LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN LUGARES CLASIFICADOS DE CLASE 2 DIVISIÓN 2 GRUPO G

COMPONENTE	NOMBRE	APLICACION
	<p>Tubería rígida a prueba de explosión</p>	<p>Aptas para operar en temperaturas entre -20°C a +40°C</p>
	<p>Tuerca de Seguridad para Conduit Rígido e IMC</p>	<p>Se utiliza en los extremos para evitar daños y esfuerzo mecánicos en la entrada o salidas de cables</p>
	<p>Tuercas de Seguridad para Conduit Rígido e IMC</p>	<p>Se utiliza para sujetar la tubería.</p>
	<p>Caja para salida de Conduit de Hierro maleable o aluminio; a prueba de Explosión y polvos Combustibles.</p>	<p>Se utiliza para proporcionar acceso a los conductores para tirar, empalme y mantenimiento en lugares peligrosos. Establece una curva de 90 ° en el conductor utilizado.</p>
	<p>Caja para salida de conduit de Hierro maleable o aluminio; a prueba de Explosión y polvos Combustibles.</p>	<p>Facilita el acceso para tirar de los conductores. Permitir el cambio de dirección en los tramos de conducto. Su diseño compacto permite su uso en áreas con espacio limitado. Facilita el acceso futuro a</p>

		los cambios de mantenimiento y el cableado.
	Conectores y empalmes para conduit flexible metálico	Se utiliza con un sello de retardante de fuego montado directamente en la entrada de la caja a prueba de fuego. Permite la conexión a través de la unión rígida o flexible. Sellado contra aceite, agua, suciedad, polvo y humo.
	Acoplamiento Flexible a prueba de explosión, polvos combustibles y lluvia.	Se utiliza en áreas donde la vibración o movimiento es un problema. También se usa cuando una tubería rígida debe realizar un ángulo difícil.

Fuente: Catálogo Appleton, 1998.

Nota: Las especificaciones o imagen pueden variar de acuerdo al fabricante.

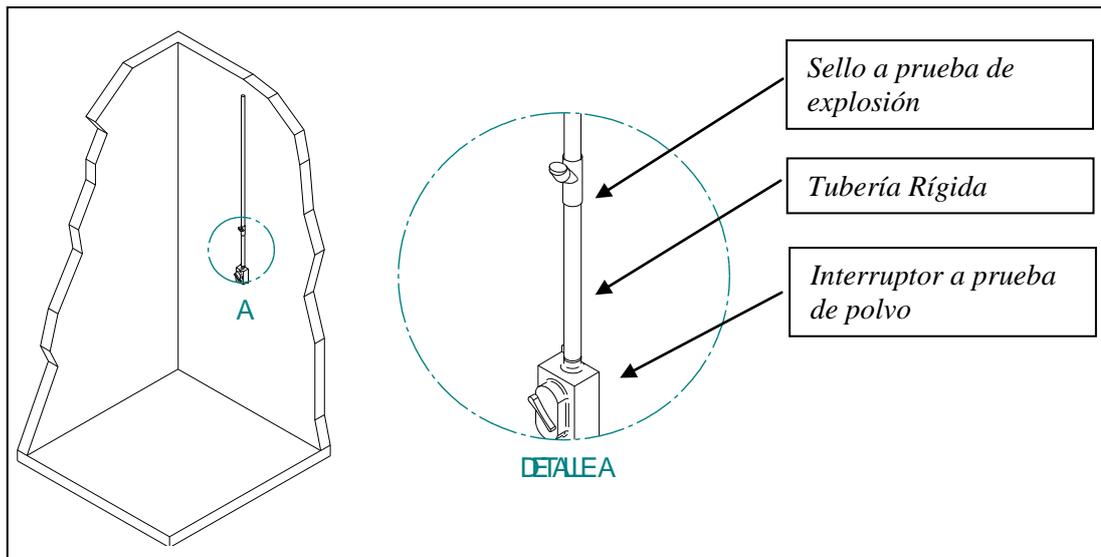
5.6.6.2 SELLADO.

Referencia al Código 502-5, en lugares de Clase II Divisiones 1 y 2. Cuando una canalización comunique una envolvente a prueba de ignición de polvo con otra que no deba estarlo, se deben instalar los medios adecuados para evitar la entrada de polvo por la canalización en la envolvente a prueba de ignición. Se permite utilizar uno de los siguientes medios mostrados en la ilustración 214.

(Código Eléctrico Nacional, Quincy-USA, 1996)

En la ilustración 215 se muestra como es la instalación de un elemento de sellado, cada fabricante da a conocer como se instala de mejor manera este tipo de elementos de protección.

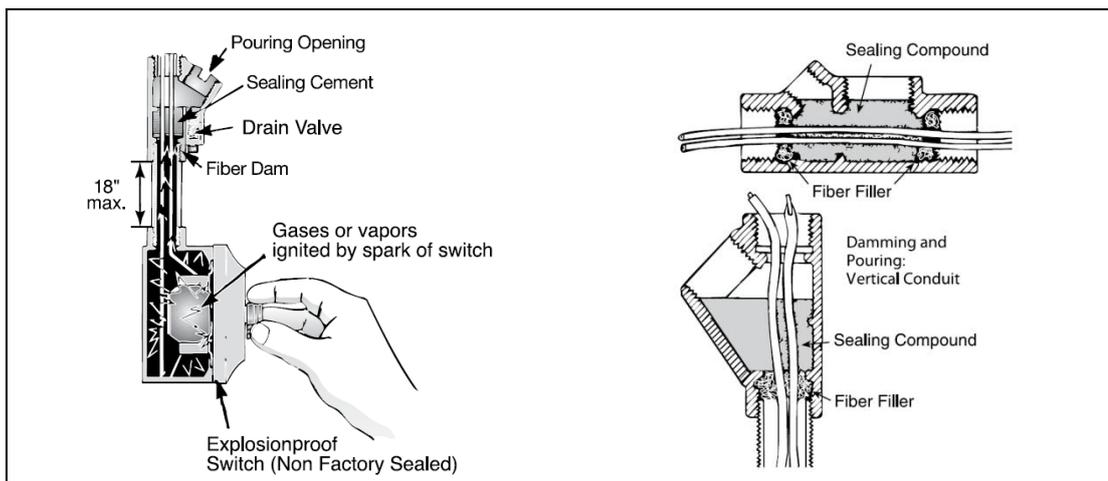
ILUSTRACIÓN 214: ESQUEMA 3 DISPOSITIVOS DE SELLADO.



Fuente: El autor, 2011.

Nota: Esquema de sellado para las torres en estudio

ILUSTRACIÓN 215: SELLADO PARA INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN ÁREAS CLASIFICADAS.



Fuente: Catálogo Appleton, 1998.

Nota: Puntos importantes de los requerimientos de la Sección 501-5 y 502-5

5.6.6.3 INTERRUPTORES, CONTROLADORES DE MOTORES.

En referencia al código 502-6B en lugares de Clase II División 2 indica que las envolventes de fusibles, interruptores, interruptores automáticos y controladores de motores instalados en lugares de Clase II División 2, incluidos los de tipo botón, relés y similares, deben estar protegidas contra el polvo. En la tabla 17 se muestra un interruptor sencillo para encendido de luminarias.

(Código Eléctrico Nacional, Quincy-USA, 1996).

TABLA 16: INTERRUPTORES Y ACCESORIOS PARA INSTALACIONES ELÉCTRICAS

COMPONENTE	NOMBRE	APLICACIÓN
	<p>Interruptores de Palanca Frontal a prueba de explosión y polvos combustibles.</p>	<p>Se utiliza para satisfacer cualquier requerimiento de instalación en industrias.</p> <p>Diseñado a prueba de explosión para su uso en zonas clasificadas en materiales peligrosos se manejen o almacenen.</p>
	<p>Uniones, acoples, sellos a prueba de explosión y polvos combustibles.</p>	<p>Se utiliza este elemento en tuberías con posición verticales.</p> <p>Minimizar el paso de gases y vapores de una parte de la instalación eléctrica a otra a través del conducto.</p> <p>Impide el paso de las llamas hacia el exterior de las tuberías.</p>

Fuente: Catálogo Appleton, 1998.

Nota: Las especificaciones o imagen pueden variar de acuerdo al fabricante.

5.6.6.4 TRANSFORMADORES Y RESISTENCIAS DE CONTROL.

En referencia al código 502-7 en lugares de Clase II División 2, los transformadores y resistencias instalados deben cumplir las siguientes condiciones:

Los mecanismos de conmutación incluidos los dispositivos de sobre intensidad o elementos similares, deben estar instalados en envolventes estancas al polvo. Cuando no estén instalados en la misma envolvente los mecanismos de conmutación, transformadores de control o similares, deben estar dotados de envolventes metálicas herméticas sin aberturas de ventilación.

Si se utilizan resistencias o dispositivos similares deben instalarse en envolventes a prueba de ignición de polvo aprobadas para lugares de Clase II.

(Código Eléctrico Nacional, Quincy-USA, 1996)

5.6.6.5 MOTORES Y GENERADORES.

En referencia al código 502-8 indica que en lugares de Clase II División 2 los motores, generadores y otros equipos eléctricos rotativos instalados en lugares de Clase II División 2 deben estar totalmente cerrados y sin ventilar; totalmente cerrados y ventilados por tuberías; totalmente cerrados y refrigerados por aire y agua; totalmente cerrados y con un ventilador en envolventes a prueba de ignición de polvos cuya temperatura máxima exterior a plena carga, el equipo esté en funcionamiento normal al aire libre sin que se haya depositado una capa de polvo.

Si en el área se estima que la acumulación de polvo no conductor y no abrasivo va a ser moderada y que las máquinas son fácilmente accesibles para su limpieza y mantenimiento rutinarios, puede permitir instalar motores estándar pero cumpliendo con normas de construcción apropiadas que aseguren el buen funcionamiento.

(Código Eléctrico Nacional, Quincy-USA, 1996).

5.6.6.6 EQUIPOS DE UTILIZACIÓN GENERAL EN ÁREAS CLASE II.

Mencionando al código 502-10, en lugares de Clase II División 2 todos los equipos de utilización instalados en lugares clasificados deben cumplir condiciones de acuerdo al buen funcionamiento del equipo, por ejemplo los calentadores eléctricos

deben estar aprobados para lugares de Clase II. Los paneles radiantes de calefacción en envolventes metálicas deben ser estancos al polvo y estar marcados según lo que establece la Sección 500-3D. Los motores de los equipos de utilización deben cumplir lo establecido en la Sección 502-8B. Los interruptores, interruptores automáticos y fusibles, deben ser estancos al polvo. Transformadores, solenoides, bobinas de impedancia y resistencias, deben cumplir lo establecido en la sección 502-7B.

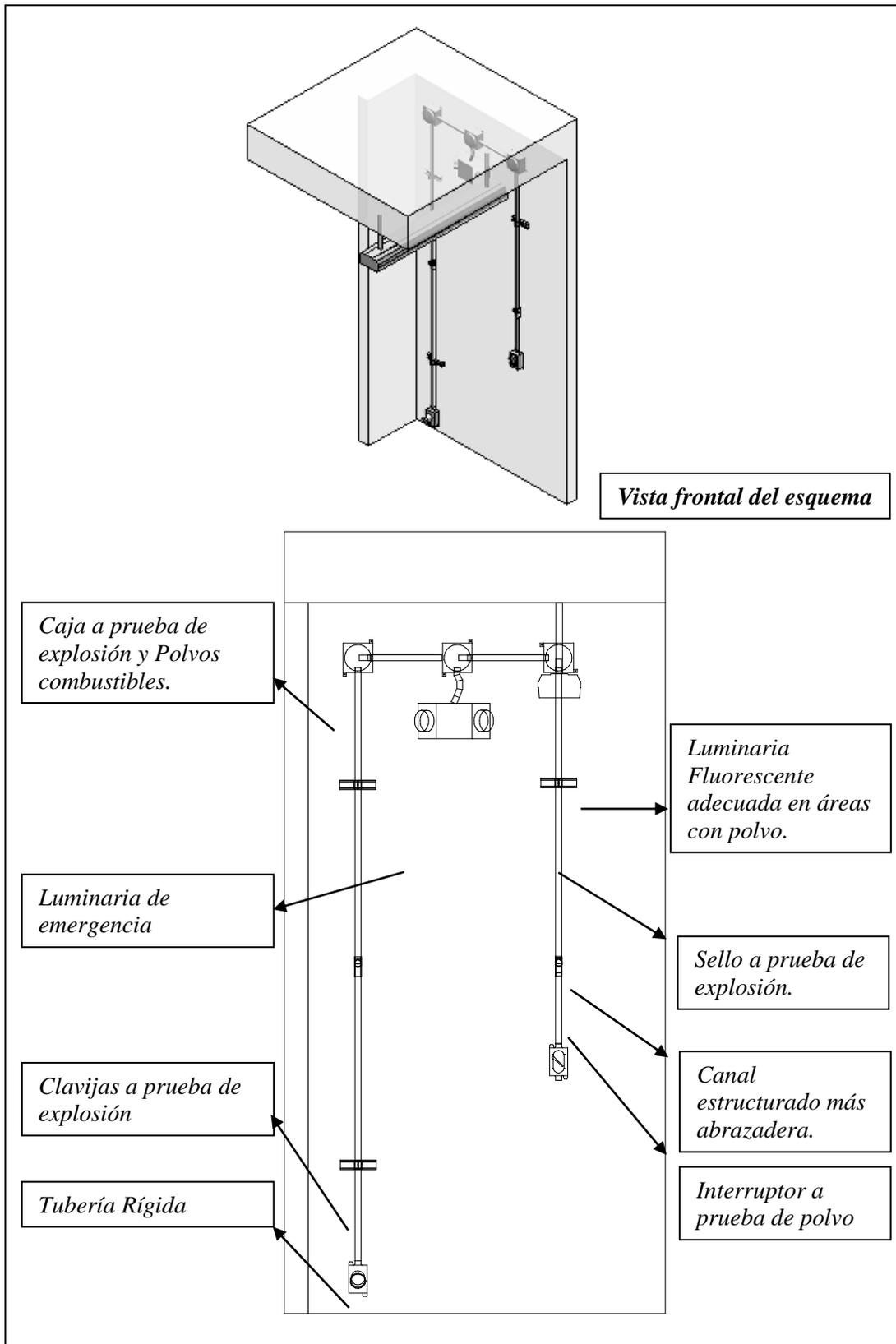
(Código Eléctrico Nacional, Quincy-USA, 1996).

5.6.6.7 APARATOS DE ILUMINACIÓN.

El código 502-11 indica que los aparatos de iluminación instalados en lugares de Clase II División 2 deben ser a prueba de polvos y antiexplosivos, con certificación emitida por un laboratorio especializado donde se hayan realizado pruebas correspondientes. Pero si no son de tipo aprobado para lugares de Clase II, deben estar protegidos contra daños físicos mediante protectores adecuados, y deben estar diseñados para evitar al máximo el depósito de polvo sobre las bombillas y para evitar que salten chispas, material ardiendo o metal caliente. Todos los aparatos deben estar claramente marcados con la potencia máxima en vatios de la lámpara. Los aparatos colgantes deben estar suspendidos a través de tubo metálico rígido con rosca y las juntas roscadas deben llevar tuercas de seguridad que evite que se aflojen. Cuando el cable entre la caja de derivación o la conexión y el aparato colgante no esté encerrado en un tubo, se debe utilizar un cable flexible aprobado para uso intenso. El cable flexible no se debe utilizar como medio de sujeción del aparato. Se muestra un esquema típico de instalación en las ilustraciones 216 y 217 y en la tabla 17 se describe los componentes necesarios para las mismas.

(Código Eléctrico Nacional, Quincy-USA, 1996).

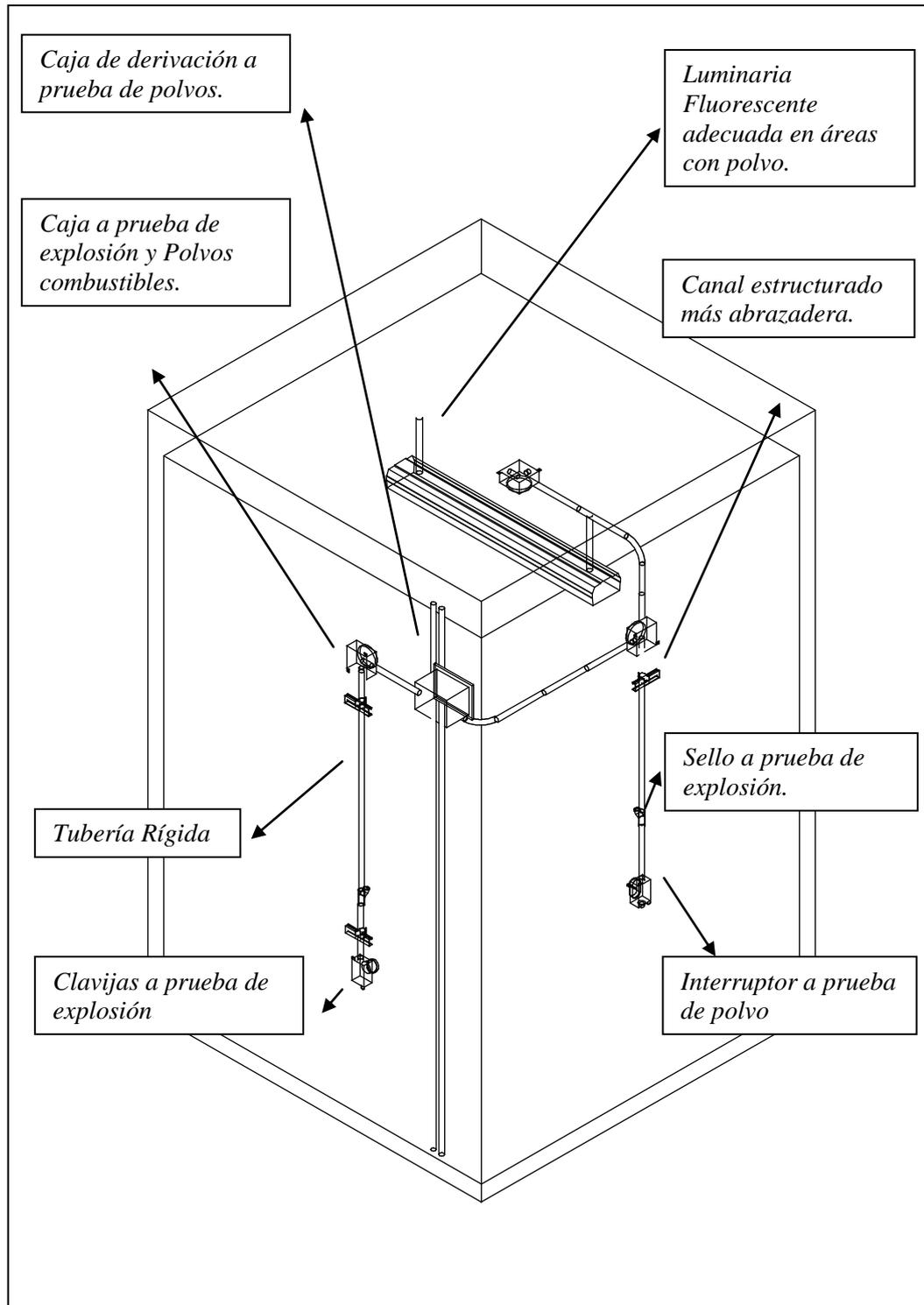
ILUSTRACIÓN 216: ESQUEMA 4 DISPOSITIVOS DE SERVICIOS GENERALES.



Fuente: El autor, 2011.

Nota: Esquema típico para los servicios varios de las Torres de Cocimiento y Maltería.

**ILUSTRACIÓN 217: ESQUEMA 5 DISPOSITIVOS DE SERVICIOS
GENERALES**



Fuente: El autor: 2011.

Nota: Esquema típico para los servicios varios de las Torres de Cocimiento y Maltería.

TABLA 17: ELEMENTOS PARA CANALIZACIONES APROBADOS EN ÁREAS PELIGROSAS

COMPONENTE	NOMBRE	APLICACIÓN
	<p>Cajas de empalme y control</p>	<p>Utilizada para realizar conexiones de cables mediante regletas o directamente.</p> <p>Apta para el montaje de equipos eléctricos tal como relés, breaker y otros instrumentos.</p> <p>Se puede la instalación de botones actuadores, luces indicadoras y otros accesorios en la tapa de estas cajas, se pueden configurar como estaciones de control.</p>
	<p>Cajas de empalmes y de conexión</p>	<p>Conectar tramos de tubería y permitir ramificaciones y cambios de dirección en la canalización eléctrica.</p> <p>Utilizadas para realizar las conexiones de cables.</p>
	<p>Luminarias Fluorescentes con reactancias electromagnéticas.</p>	<p>Para utilizarse en áreas donde existan un alto grado de humedad, vapor de agua o polvos combustibles.</p> <p>Sus usos típicos en planta de procesos.</p> <p>No tienen dispositivos o sellos abiertos donde pueda acumularse polvos combustible; la entrada de cable esta reforsado con grado IP 66 y 67.</p>

	<p>Alumbrado de emergencia a prueba de explosión y polvos combustibles.</p>	<p>Para proporcionar iluminación segura y confiable en interiores y exteriores en áreas clasificadas, durante fallas o interrupciones de la energía del sistema normal de alumbrado. En áreas peligrosas por la presencia de gases y vapores inflamables, polvos combustibles o fibras y partículas fácilmente inflamables.</p>
---	---	---

Fuente: Catálogo Appleton, 1998.

Nota: Las descripciones varían de acuerdo al fabricante.

5.6.6.8 CABLES FLEXIBLES.

El código 502-12 indica que en lugares de Clase II División 1 y 2 si no se usan canalizaciones protegidas contra polvos y antiexplosivas los conductores deben ser de un tipo aprobado para uso intenso; estar conectados a los terminales de alimentación de manera aprobada; estar sujetos por abrazaderas u otro medio adecuado que evite la tensión en las conexiones de los terminales; estar dotados de juntas adecuadas que eviten la entrada de polvo por los puntos donde el cable entre en cajas protegidas contra la ignición de polvos; estos conductores pueden ser con aislamiento tipo PLTC, MC pero si se utilizan canalizaciones aprobadas estos conductores pueden ser de uso normal como el cable con aislamiento TGP, las características principales se observa en la tabla 18. Todas las acometidas previstas en las instalaciones, además de los conductores del circuito, deben poseer un conductor de tierra que cumpla lo establecido en la Sección 400-23;

(Código Eléctrico Nacional, Quincy-USA, 1996).

TABLA 18: CLASES DE CABLES APROBADOS EN ÁREAS PELIGROSAS

COMPONENTE	NOMBRE	APLICACIÓN
	Cable tipo PLTC	<p>Cable para instrumentación tipo PLTC o ITC, apantallamiento individual y global de aluminio - poliéster: 100% de cobertura. Aislamiento: 300V. Temperatura: 105°C. Chaqueta de PVC, resistente a la propagación de fuego. Adecuado para llevar señales digitales y análogas.</p>
	Cable tipo MC o MI	<p>Los cables MC son cables ensamblados en fábrica que utilizan por fase y neutro en su caso conductores tipo XHHW-2 los que se trenzan junto con el cable desnudo de puesta a tierra, se envuelven con una cinta mylar y una armadura de aluminio tipo engargolada. Utilizado para conexión de motores en áreas clasificadas.</p>
	Cable Multiconductor TGP	<p>Multiconductores eléctricos de cobre suave. El TGP puede ser utilizado en aplicaciones industriales, en conexión de motores y bombas, ideal para petroquímicas.</p>

Fuente: Catalogo Cooper Crouse Hinds, 2011.

Nota: Las especificaciones técnicas varían de acuerdo al fabricante.

5.6.6.9 BASES Y CLAVIJAS DE TOMA DE CORRIENTE.

En mención al código 502-13 en lugares de Clase II División 2, las bases de toma de corriente deben ser de un tipo que permita conectar el conductor de tierra y estar diseñadas de modo que no se pueda hacer o interrumpir la conexión al circuito de suministro si existen partes en tensión expuestas como se muestra en la tabla 19.

(Código Eléctrico Nacional, Quincy-USA, 1996).

TABLA 19: BASES Y CLAVIJAS DE TOMA CORRIENTES

COMPONENTE	NOMBRE	APLICACION
	<p>Tomacorriente a Prueba de Explosión y Polvos Combustibles.</p>	<p>Para lugares industriales de procesos donde hay polvos combustibles por manejar harina, granos o cualquier lugar donde estén presentes acumulaciones de polvo.</p> <p>La tapa de resorte mantiene fuera al polvo del receptáculo cuando la clavija no está colocada.</p>
	<p>Clavija tipo sellada.</p>	<p>Clavija para los receptáculos anteriores adecuados para uso en áreas sujetas a la corrosión por gases y polvo.</p>

Fuente: Catálogo Appleton, 1998.

Nota: Las especificaciones técnicas varían de acuerdo al fabricante.

5.6.6.10 TOMA DE TIERRA.

De igual manera revisando el código 502-16 sobre las tomas a tierra en las instalaciones en lugares de Clase II División 1 y 2 indica que deben poner al sistema de puesta tierra como se especifica en el artículo 250, las conexiones equipotenciales

de todos los conductores de puesta a tierra de los equipos. Cuando se utilice tubo metálico se deben instalar puentes de conexión equipotencial internos o externos en paralelo con cada tubo y que cumplan con lo establecido en la Sección 250-79. Es decir todo metal no conductor de energía debe estar en el sistema de puesta a tierra.

(Código Eléctrico Nacional, Quincy-USA, 1996).

CAPÍTULO VI RESUMEN GENERAL DE LA EVALUACIÓN DE SU CLASIFICACIÓN COMO ÁREAS RIESGOSAS DE ACUERDO AL ARTÍCULO 500 DEL NEC.

6.1 ANTECEDENTES DEL NEC.

En 1896 una variedad de organizaciones se reunieron en la jefatura de la sociedad americana de ingenieros industriales en New York City con el propósito de desarrollar un código de reglas de carácter nacional para la construcción y la operación eléctrica.

Antes de los inicios del NEC, se utilizaban cinco códigos referidos a la instalación eléctrica en EEUU, causando controversia y confusión. Por esto se vieron obligados a unificar criterios y estándares. Desde entonces se acordó que los cinco códigos existentes dieran lugar a un nuevo documento y en 1897 se reconoció la gran importancia en la industria, ese mismo año fue publicado el NEC.

(Crouse hinds, Code Digest, 2005).

6.2 DATOS SOBRE NEC EN LA ACTUALIDAD.

Actualmente el NEC es de referencia obligada en los 50 estados de EEUU y otros países, considerado un documento vivo, que refleja cambios de tecnología. Esta organización ofrece un proceso de realizar capítulos de normas de acuerdo al país creando NEC locales, es decir que casi cualquier persona o grupo puede someter una propuesta de modificación según la necesidad de la localidad, dicha oferta estará sometida a un extenso y riguroso proceso de revisión.

(Crouse hinds, Code Digest, 2005).

6.3 CAPÍTULO 5 DEL NEC, LUGARES PELIGROSOS.

Los títulos de los artículos 500-516 son:

- Art 500, Áreas Peligrosas (Clasificadas) Clase I, II, III, Div 1 Y 2
- Art 501, Áreas Peligrosas Clase I
- Art 502, Áreas Peligrosas Clase II
- Art 503, Áreas Peligrosas Clase III
- Art 504, Áreas Intrínsecamente Seguras
- Art 505, Áreas Clase 1, Zona 0,1,2
- Art 506, Áreas Zona 20,21,22, polvos combustibles, fibras, y pelusas
- Art 510, Áreas Peligrosas (clasificadas)
- Art 511, Almacenes, Garages, Reparaciones
- Art 513, Hangares de aeronaves
- Art 514, Instalaciones dispensadoras de Combustible
- Art 515, Plantas de Almacenamiento
- Art 516, Uso de aerosol (casetas de pintura), procesos de Capa.

(National Electrical Code, Handbook 2005)

6.4 PRINCIPIOS DE COMBUSTIÓN.

Cuando se tiene cantidades suficientes de líquido inflamable, vapor o polvo combustible, y con aire u oxígeno en proporciones apropiadas para producir una mezcla explosiva con una fuente de la energía.

(Crouse hinds, Code Digest, 2005).

6.5 FUENTES DE ENERGÍA.

Las fuentes de energía de electricidad representada en chispas o arcos, pueden ser producido por: switches, interruptores, arrancadores, estaciones de control, clavijas y receptáculos; la falla de aislamiento en sistemas eléctricos, particularmente en los

empalmes de cableado; transformadores, bobinas y solenoides, también las fuentes de calor se originan por las altas temperatura de luminarias y motores

(Crouse hinds, Code Digest, 2005).

6.6 RESUMEN DE LOS ARTÍCULOS 500- 504 DEL NEC.

6.6.1 CLASIFICACIÓN DE LAS ATMÓSFERAS PELIGROSAS EN LA CLASE II.

Las áreas que se convierten en peligrosas por la presencia de polvos combustibles se dividen en tres grupos, dependiendo del material que se maneja y puede ser: metálico, carbonoso, u orgánico.

El grupo G los polvos combustibles son producidos por el proceso o manejo de la harina, polvos de granos orgánicos, cereales, la madera, el plástico y productos químicos.

En esta clase se determinará: división 1 o 2 dependiendo de la cantidad de polvo presente, no aplica para el grupo E será solamente la división 1.

(National Electrical Code, Handbook 2005).

6.6.2 TÉCNICAS DE PROTECCIÓN DE ELEMENTOS INSTALADOS EN ÁREAS DE CLASE II.

En los elementos o dispositivos que se utilicen dentro de las áreas clasificadas deben poseer envolventes a prueba de Explosión, capaz de soportar la explosión de un gas o vapor que puede ocurrir dentro de él, teniendo también la capacidad de prevenir la ignición de atmósferas externas por medio de la temperatura y chispas producto de su funcionamiento.

De igual manera cuando se tienen polvos combustibles las envolventes deben ser capaces de excluir el polvo combustible del interior y funcionar en una temperatura segura.

(Crouse hinds, Code Digest, 2005).

6.6.3 TEMPERATURA DE OPERACIÓN DE LOS EQUIPOS INSTALADOS.

En Clase II la temperatura máxima en la superficie de equipos eléctricos como los motores y transformadores no deben exceder la temperatura de ignición del polvo combustible presente en la atmósfera exterior, ver tabla 10.

(National Electrical Code, Handbook 2005).

6.6.4 PRINCIPIOS DE MANTENIMIENTO GENERALES DENTRO DE ÁREAS CLASE II.

6.6.4.1 Equipos con circuitos eléctricos.

Todo equipo eléctrico antes de ser desmontado debe ser desenergizado, de igual manera cuando se aplique los mantenimientos preventivos o correctivos. Se debe evitar que toda herramienta utilizada dañe o rasguñe partes donde pase energía eléctrica. Asegurar las conexiones al sistema de puesta a tierra.

6.6.4.2 Tornillos y pernos utilizados en equipos o dispositivos.

Asegurar de apretar todos los tornillos de los accesorios utilizados, de lo contrario los tornillos o los pernos flojos puede hacer el equipo inseguro. La medida o dimensión debe ser únicamente los proporcionados por el fabricante, no se deberá cambiar el tipo ni material de ellos.

6.6.4.3 Limpieza y lubricación de uniones o empalmes hacia los equipos o dispositivos.

No se deben acumular sustancias extrañas a las juntas planas rectificadas y juntas roscadas que puedan permitir el paso de arcos o chispas. Si esto sucede se debe quitar toda la grasa, suciedad, usando un cepillo y un keroseno. Los empalmes roscados se deben apretar lo suficiente para evitar el aflojamiento accidental debido a la vibración, pero no deben ser forzados para evitar rupturas. Se debe retirar de acumulación de polvos en equipos.

(Crouse Hinds, Code Digest, 2005).

6.7 RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES.

Actualmente se muestra un esquema de instalación en la ilustración 218 en donde se ve la utilización de bandejas porta-cables en la instalaciones de fuerza, a pesar de las malas prácticas de instalación de las bandejas porta-cables, estos equipos no son aplicables debido que los conductores quedan expuestos en la mayoría de tramos, dando una condición insegura dentro del área clasificada. En conclusión se desea eliminar las bandejas porta-cables, especialmente a nivel de fuerza, para dar un grado de seguridad en las instalaciones cumpliendo con las normas ya mencionadas anteriormente y mostradas en la ilustración 219.

El polvo combustible orgánico procedente de las operaciones de almacenamiento, limpieza, vibración y transporte de granos, y en conjunto con otras factores existentes puede haber un riesgo de explosión en las zonas de la fábrica donde se realizan estas operaciones.

Lo que se quiere lograr es tener un estándar técnico unificado de acuerdo a la área clasificada como indica la norma y dar las orientaciones adecuadas de seguridad sobre todo en las instalaciones eléctricas, además se recomienda adoptar medidas para reducir los riesgos de explosión causados por el polvo como por ejemplo:

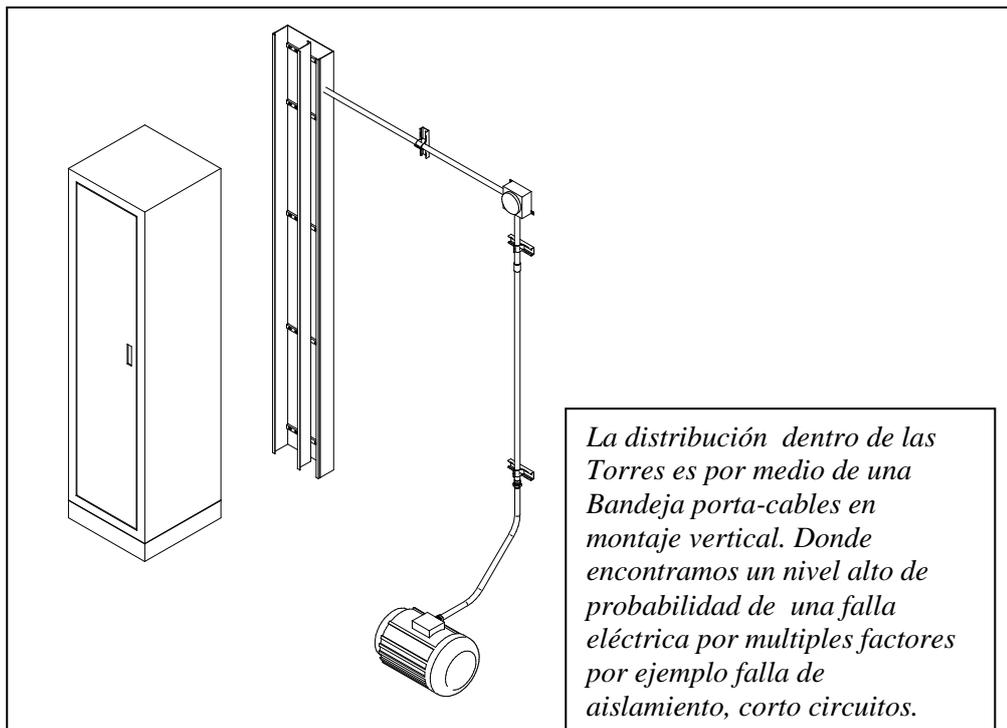
Limpiar con frecuencia para controlar las acumulaciones de polvo para eliminar su presencia en las zonas de trabajo.

Instalar y mejorar los sistemas de puesta a tierra, sistemas de detección y prevención de chispas y, en caso necesario, sistemas de extinción.

Dar mantenimientos preventivos y correctivos a los motores, luces, interruptores y conexiones resistentes a las explosiones en zonas de alto riesgo.

Eliminar las fuentes externas de ignición; controlar todos los materiales que puedan generar humo; prohibir el uso de equipos que emitan chispas de fuego.

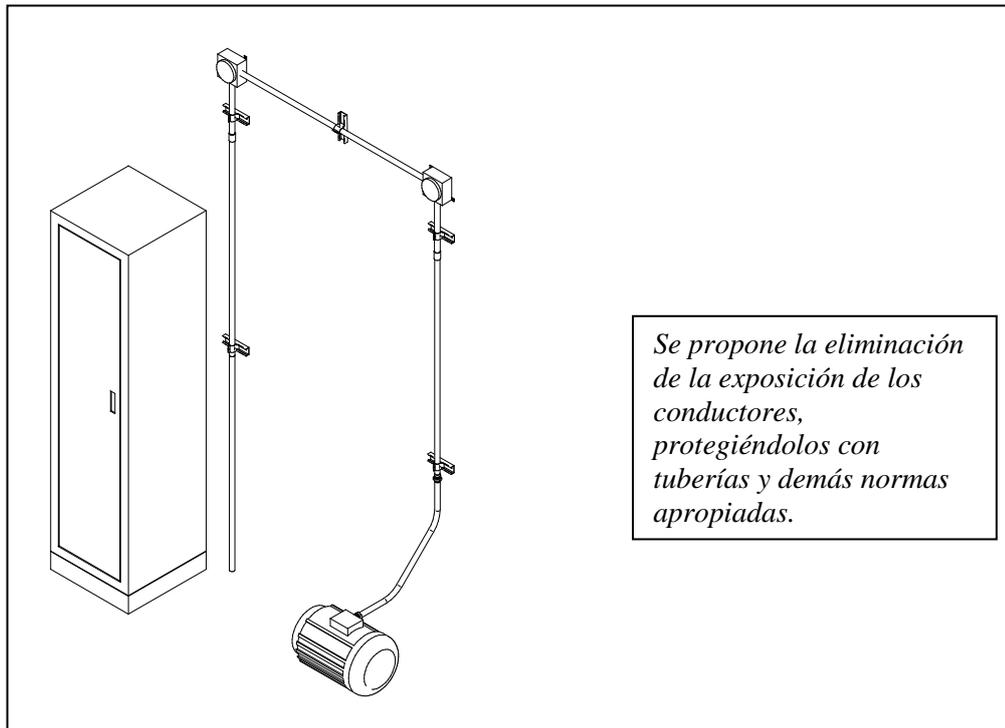
ILUSTRACIÓN 218: ESQUEMA 6 SITUACIÓN ACTUAL EN GENERAL DENTRO DE LAS TORRES EN MENCIÓN



Fuente: El autor, 2011.

Nota: Esquema típico de las instalaciones eléctricas actuales para los motores.

ILUSTRACIÓN 219: ESQUEMA 7 SITUACIÓN PROPUESTA PARA LA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA GENERAL DENTRO DE LAS TORRES.



Fuente: El autor, 2011.

Nota: Esquema típico de las instalaciones eléctricas propuesta para los motores.

6.7.1 CARTILLAS DE RESUMEN DE LAS EVALUACIONES REALIZADAS EN LAS TORRES.

A continuación se muestra una cartilla de resumen donde se muestra la ubicación del nivel como área clasificada, el plano de implantación y un cuadro sobre los equipos instalados. Además un resumen de las actividades que se manejan dentro del nivel indicando los equipos o procesos principales.

**RESUMEN DE EVALUACIÓN DE CLASIFICACIÓN
COMO ÁREAS RIESGOSAS DE ACUERDO AL ARTÍCULO 500**

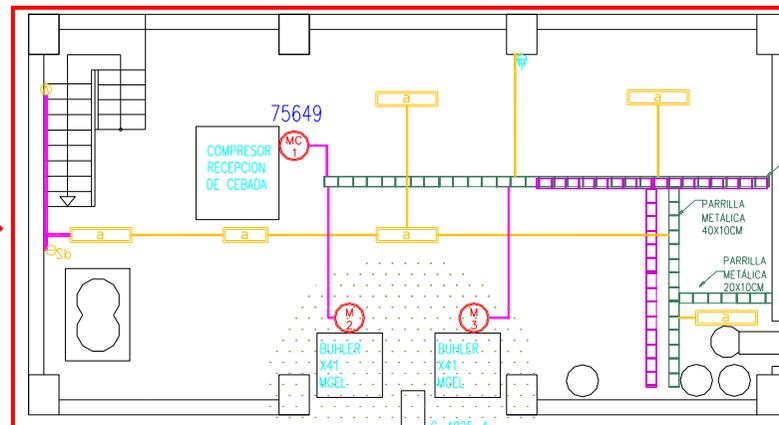


Planta de Cervecería Nacional (Km. 16 ½ Vía Daule- Calle Cobre entre Av. Río Daule y Av. Pascuales)

TORRE DE MALTERÍA: NIVEL 0 - COMPRESOR DE AIRE.

GRUPO: G CLASE: II DIVISIÓN: 2

RIESGO: POLVOS COMBUSTIBLES



		COMPONENTES ELÉCTRICOS	
MOTORES	3 UNIDADES		X
CANALIZACIONES	TUBERÍA RÍGIDA		X
	TUBERÍA EMT		X
	BANDEJAS PORTACABLES		X
	PARRILLA METÁLICA		X
TABLEROS ELÉCTRICOS	TABLERO DE FUERZA		
	TABLERO DE CONTROL		
SERVICIOS GENERALES	LUMINARIAS 2X32W		X
	LUMINARIA EMERGENCIA		
	TOMACORRIENTE 110V		X
	TOMACORRIENTE 220V		

Resumen: En la parte baja de este nivel se encuentra la tolva de recepción de cebada, además se encuentra el compresor de aire que forma parte del Ciclón de Polvo, desde este nivel salen los ductos metálicos para el transporte de la cebada y arroz cada uno con su propio motor. En la parte superior encontramos las canalizaciones de bandejas porta-cables y de parrillas metálicas para las acometidas que vienen desde los tableros del nivel 1. La iluminación está conformada por lámparas selladas 2x32W con soportes colgantes. Posee tomacorrientes de 110V. Tiene acceso de escalera y por medio de la banda transportadora de personas. La concentración de polvo puede existir con más frecuencia por reparaciones de mantenimiento o por fugas de polvos en sus equipos.

**RESUMEN DE EVALUACIÓN DE CLASIFICACIÓN
COMO ÁREAS RIESGOSAS DE ACUERDO AL ARTÍCULO 500**

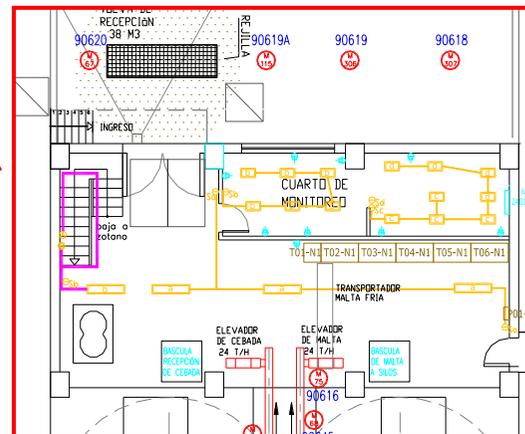


Planta de Cervecería Nacional (Km. 16 ½ Vía Daule- Calle Cobre entre Av. Río Daule y Av. Pascuales)

TORRE DE MALTERÍA: NIVEL 1 – CABINA DE CONTROL.

GRUPO: G CLASE: II DIVISIÓN: 2

RIESGO: POLVOS COMBUSTIBLES



	COMPONENTES ELÉCTRICOS	
MOTORES	1 UNIDAD	X
CANALIZACIONES	TUBERÍA RÍGIDA	X
	TUBERÍA EMT	X
	BANDEJAS PORTACABLES	X
	PARRILLA METÁLICA	X
TABLEROS ELÉCTRICOS	TABLERO DE FUERZA	X
	TABLERO DE CONTROL	X
SERVICIOS GENERALES	LUMINARIAS 2X32W	X
	LUMINARIA EMERGENCIA	
	TOMACORRIENTE 110V	X
	TOMACORRIENTE 220V	X

Resumen: En el nivel 1 se encuentra la cabina de control de operaciones, también los tableros eléctricos de distribución. Además de balanzas y ductos metálicos de transporte de granos donde la concentración de polvo puede existir con más frecuencia por reparaciones de mantenimiento o por fugas. Dentro de la cabina de control usan luminarias de 4x17W y en la parte central de 2x32W. El nivel tiene acceso principal y por medio de las torres de tinas. También pasa la banda transportadora de personas. En la parte externa se realiza la descarga de los camiones hacia la tolva de recepción de donde se encuentra la mayor concentración de polvo combustible. Se debe hacer una revisión al código 502-4 sobre los métodos de instalación donde indica que deben cumplirse requisitos para esta área.

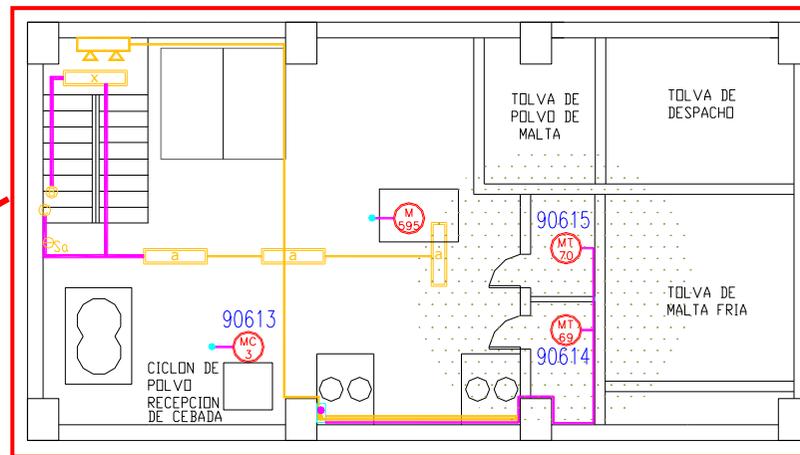
**EVALUACIÓN DE SU CLASIFICACIÓN
 COMO ÁREAS RIESGOSAS DE ACUERDO AL ARTÍCULO 500
 TORRE DE MALTERÍA: NIVEL 2 - ÁREA DE OBJETOS NO NECESARIOS.**



Planta de Cervecería Nacional (Km. 16 ½ Vía Daule- Calle Cobre entre Av. Río Daule y Av. Pascuales)

GRUPO: G CLASE: II DIVISIÓN: 2

RIESGO: POLVOS COMBUSTIBLES



		COMPONENTES ELÉCTRICOS	
MOTORES	3 UNIDADES		X
CANALIZACIONES	TUBERÍA RÍGIDA		X
	TUBERÍA EMT		X
	BANDEJAS PORTACABLES		
	PARRILLA METÁLICA		
TABLEROS ELÉCTRICOS	TABLERO DE FUERZA		
	TABLERO DE CONTROL		
SERVICIOS GENERALES	LUMINARIAS 2X32W		X
	LUMINARIA EMERGENCIA		X
	TOMACORRIENTE 110V		
	TOMACORRIENTE 220V		

Resumen: El nivel 2 forma parte de tolvas de polvos y de malta fría. En la parte accesible se encuentra el Ciclón de Polvo de recepción de Cebada, dentro de dos compartimientos encontramos los motores para la tolva de malta fría en donde se encuentra la mayor concentración de polvos combustible. Si existiera una fuente de dispersión ocasionaría una nube de polvo dirigida hacia los otros niveles. En la parte central del nivel se encuentra un equipo fuera de uso. También dentro de este nivel pasa a banda transportadora de personas. El sistema de alumbrado la conforman lámparas tipo sellada de 2x32W y consta de una luminaria de emergencia.

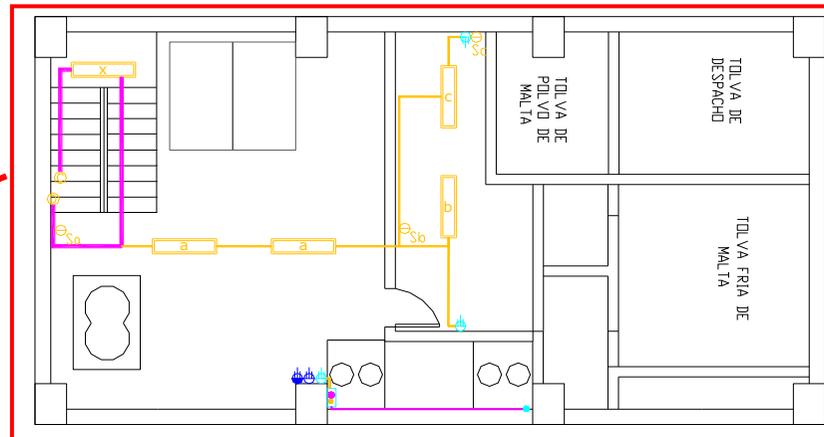
**EVALUACIÓN DE SU CLASIFICACIÓN
 COMO ÁREAS RIESGOSAS DE ACUERDO AL ARTÍCULO 500
 TORRE DE MALTERÍA: NIVEL 3 - CUARTO DE HERRAMIENTAS.**



Planta de Cervecería Nacional (Km. 16 ½ Vía Daule- Calle Cobre entre Av. Río Daule y Av. Pascuales)

GRUPO: G CLASE: II DIVISIÓN: 2

RIESGO: POLVOS COMBUSTIBLES



MOTORES	COMPONENTES ELÉCTRICOS	
	0 UNIDAD	
CANALIZACIONES	TUBERÍA RÍGIDA	X
	TUBERÍA EMT	X
	BANDEJAS PORTACABLES PARRILLA METÁLICA	
TABLEROS ELÉCTRICOS	TABLERO DE FUERZA	
	TABLERO DE CONTROL	
SERVICIOS GENERALES	LUMINARIAS 2X32W	X
	LUMINARIA EMERGENCIA	X
	TOMACORRIENTE 110V	X
	TOMACORRIENTE 220V	

Resumen: Llamado Cuarto de Herramientas porque se encuentra una bodega de materiales y herramientas, detrás de las paredes también se encuentra la tolva de Malta fría y de polvo. A comparación de los otros niveles superiores e inferiores la concentración de polvos combustible es mínima casi nula y puede existir por reparaciones de mantenimiento o por fugas de polvos de otros niveles, aunque por este nivel pasan ductos metálicos de transporte de granos en donde por mala operación pudiera darse en caso de ruptura accidental. Posee luminarias tipo sellada de 2x32W y tomas de 110V-220V y una toma para soldadora. El acceso es por las escaleras o por la banda transportadora de personas. Se debe hacer una revisión al código 502-4 sobre los métodos de instalación donde indica que deben cumplirse requisitos para esta área.

**EVALUACIÓN DE SU CLASIFICACIÓN
COMO ÁREAS RIESGOSAS DE ACUERDO AL ARTÍCULO 500**

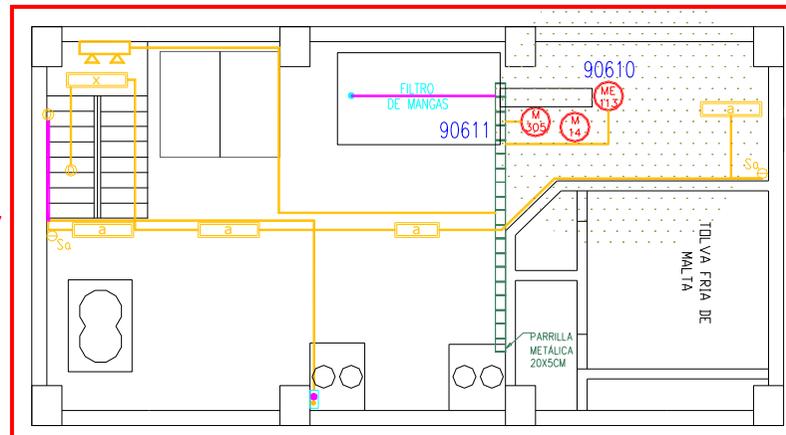


Planta de Cervecería Nacional (Km. 16 ½ Vía Daule- Calle Cobre entre Av. Río Daule y Av. Pascuales)

TORRE DE MALTERÍA: NIVEL 4 – FILTRO DE MANGA.

GRUPO: G CLASE: II DIVISIÓN: 2

RIESGO: POLVOS COMBUSTIBLES



		COMPONENTES ELÉCTRICOS	
MOTORES	3 UNIDADES		X
	TUBERÍA RÍGIDA		X
CANALIZACIONES	TUBERÍA EMT		X
	BANDEJAS PORTACABLES		X
	PARRILLA METÁLICA		X
	TABLEROS ELÉCTRICOS	TABLERO DE FUERZA	
	TABLERO DE CONTROL		
SERVICIOS GENERALES	LUMINARIAS 2X32W		X
	LUMINARIA EMERGENCIA		X
	TOMACORRIENTE 110V		
	TOMACORRIENTE 220V		

Resumen: El principal equipo que se encuentra en este nivel es el Filtro de Mangas, donde todos los sistemas de captación de polvos se concentran en este equipo. Esta concentración existe con frecuencia en donde por mala operación pudiera darse una nube peligrosa de polvo además pueden escaparse polvos en caso de ruptura accidental u operación anormal del equipo y llegar a comunicarse a los demás niveles. Poseen luminarias tipo sellada de 2x32W y una de emergencia. Se tiene acceso por escalera o por la banda transportadora de personas. Por este nivel también pasan ductos metálicos de transporte de granos. Se utiliza canalizaciones conformada por parrillas metálicas. Se debe hacer una revisión al código 502-4 sobre los métodos de instalación donde indica que deben cumplirse requisitos para esta área.

**EVALUACIÓN DE SU CLASIFICACIÓN
COMO ÁREAS RIESGOSAS DE ACUERDO AL ARTÍCULO 500**

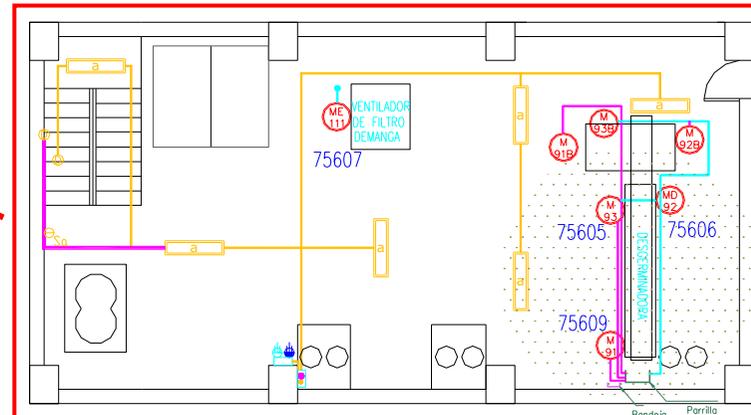


Planta de Cervecería Nacional (Km. 16 ½ Vía Daule- Calle Cobre entre Av. Río Daule y Av. Pascuales)

TORRE DE MALTERÍA: NIVEL 5 - DESGERMINADORA.

GRUPO: G CLASE: II DIVISIÓN: 2

RIESGO: POLVOS COMBUSTIBLES



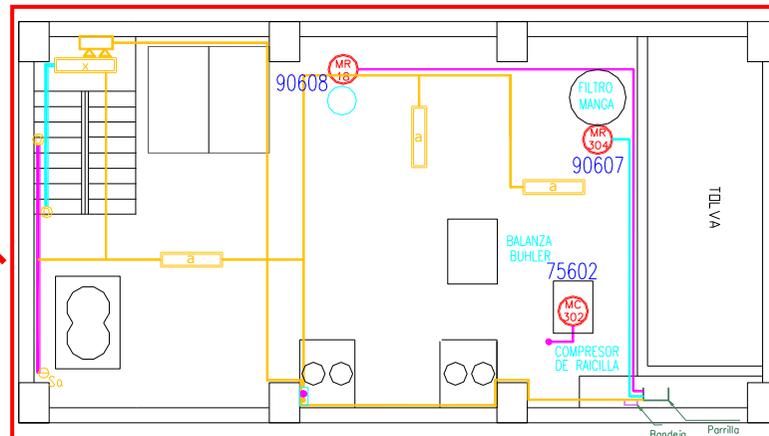
		COMPONENTES ELÉCTRICOS	
MOTORES	7 UNIDADES		X
CANALIZACIONES	TUBERÍA RÍGIDA		X
	TUBERÍA EMT		X
	BANDEJAS PORTACABLES		X
	PÁRRILLA METÁLICA		X
TABLEROS ELÉCTRICOS	TABLERO DE FUERZA		
	TABLERO DE CONTROL		
SERVICIOS GENERALES	LUMINARIAS 2X32W		X
	LUMINARIA EMERGENCIA		
	TOMACORRIENTE 110V		X
	TOMACORRIENTE 220V		X

Resumen: El grupo de cargas motoricas pertenecen a la Desgerminadora o Tarata y dentro de este nivel encontramos el ventilador de Filtro de Mangas del nivel inferior, se tiene acceso hacia una terraza donde encontramos otros equipos de captación de polvos. La concentración puede existir con más frecuencia por reparaciones de mantenimiento o por fugas de polvos en sus equipos. Posee luminarias de 2x32W, tomacorrientes de 110V y 220V. El acceso es por medio de las escaleras o por la banda transportadora. La distribución eléctrica llega por medio de una parrilla metálica que vienes desde el nivel 0. Se debe hacer una revisión al código 502-4 sobre los métodos de instalación donde indica que deben cumplirse requisitos para esta área.

**EVALUACIÓN DE SU CLASIFICACIÓN
 COMO ÁREAS RIESGOSAS DE ACUERDO AL ARTÍCULO 500
 TORRE DE MALTERÍA: NIVEL 6 – BALANZA DE PESADO A TINAS.
 GRUPO: G CLASE: II DIVISIÓN: 2
 RIESGO: POLVOS COMBUSTIBLES**



Planta de Cervecería Nacional (Km. 16 ½ Vía Daule- Calle Cobre entre Av. Río Daule y Av. Pascuales)



	COMPONENTES ELÉCTRICOS	
MOTORES	3 UNIDADES	X
CANALIZACIONES	TUBERÍA RÍGIDA	X
	TUBERÍA EMT	X
	BANDEJAS PORTACABLES	X
	PARRILLA METÁLICA	X
TABLEROS ELÉCTRICOS	TABLERO DE FUERZA	
	TABLERO DE CONTROL	
SERVICIOS GENERALES	LUMINARIAS 2X32W	X
	LUMINARIA EMERGENCIA	X
	TOMACORRIENTE 110V	
	TOMACORRIENTE 220V	

Resumen: Dentro de este nivel encontramos el equipo Filtro de Manga y el motor del Ciclón de Polvo 3 que se encuentra en el nivel superior, también el compresor de raicilla, a comparación de los otros niveles inferiores y superiores la concentración puede existir con más frecuencia por reparaciones de mantenimiento o por fugas de polvos en sus equipos. Encontramos luminarias de 2x32W, luminaria de emergencia. El acceso al nivel es por medio de escalera o por la banda transportadora. El nombre del nivel 6 se debe a que se encuentra la balanza de pesado a tinas. Se debe hacer una revisión al código 502-4 sobre los métodos de instalación donde indica que deben cumplirse requisitos para esta área.

**EVALUACIÓN DE SU CLASIFICACIÓN
COMO ÁREAS RIESGOSAS DE ACUERDO AL ARTÍCULO 500**

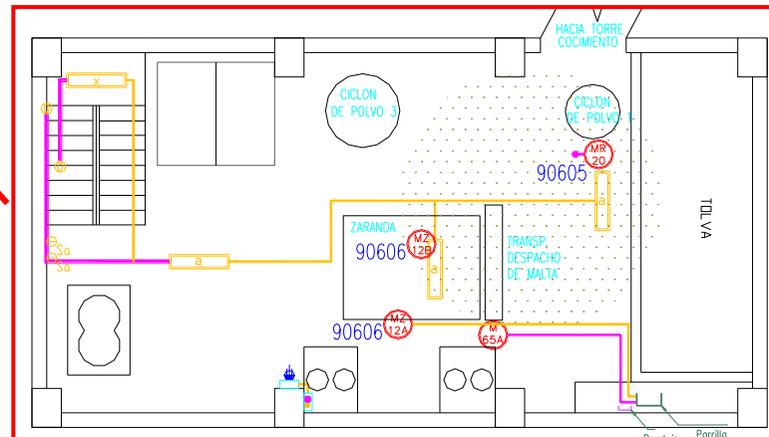
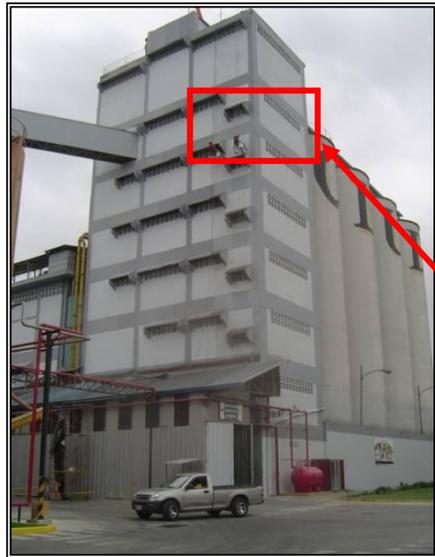


Planta de Cervecería Nacional (Km. 16 ½ Vía Daule- Calle Cobre entre Av. Río Daule y Av. Pascuales)

TORRE DE MALTERÍA: NIVEL 7 - ZARANDA.

GRUPO: G CLASE: II DIVISIÓN: 2

RIESGO: POLVOS COMBUSTIBLES



	COMPONENTES ELÉCTRICOS	
MOTORES	4 UNIDADES	X
CANALIZACIONES	TUBERÍA RÍGIDA	X
	TUBERÍA EMT	X
	BANDEJAS PORTACABLES	X
	PARRILLA METÁLICA	X
TABLEROS ELÉCTRICOS	TABLERO DE FUERZA	
	TABLERO DE CONTROL	
SERVICIOS GENERALES	LUMINARIAS 2X32W	X
	LUMINARIA EMERGENCIA	
	TOMACORRIENTE 110V	
	TOMACORRIENTE 220V	X

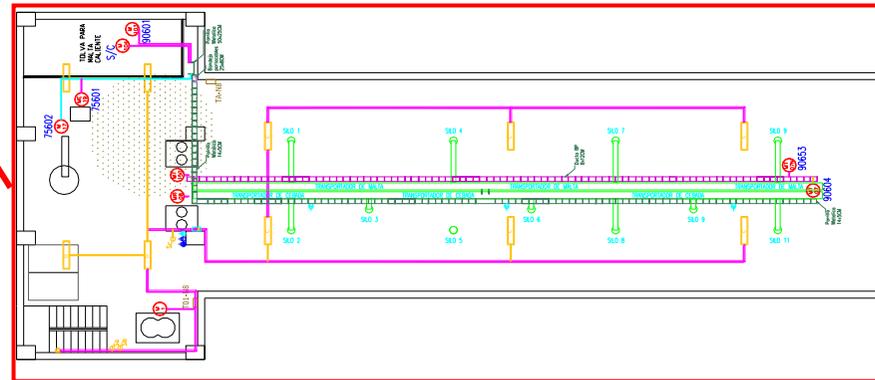
Resumen: A comparación de los otros niveles la concentración de polvo puede existir con más frecuencia por reparaciones de mantenimiento o por fugas de polvos en sus equipos. De manera principal en este nivel se encuentran los equipos Ciclón de Polvo 1 y 3 y la Zaranda en donde por mala operación pudiera darse una concentración peligrosa de polvo además pueden escaparse sólo en caso de ruptura accidental u operación anormal de los equipos, el acceso es por medio de las escaleras, la banda transportadora, por medio de este nivel se conecta hacia la Torre de Cocimiento. Posee tomas de 220V, luminarias de 2x32W.

**EVALUACIÓN DE SU CLASIFICACIÓN
 COMO ÁREAS RIESGOSAS DE ACUERDO AL ARTÍCULO 500
 TORRE DE MALTERÍA: NIVEL 8 – BALANZA DE DESPACHO DE MALTA.**



Planta de Cervecería Nacional (Km. 16 ½ Vía Daule- Calle Cobre entre Av. Río Daule y Av. Pascuales)

**GRUPO: G CLASE: II DIVISIÓN: 2
 RIESGO: POLVOS COMBUSTIBLES**



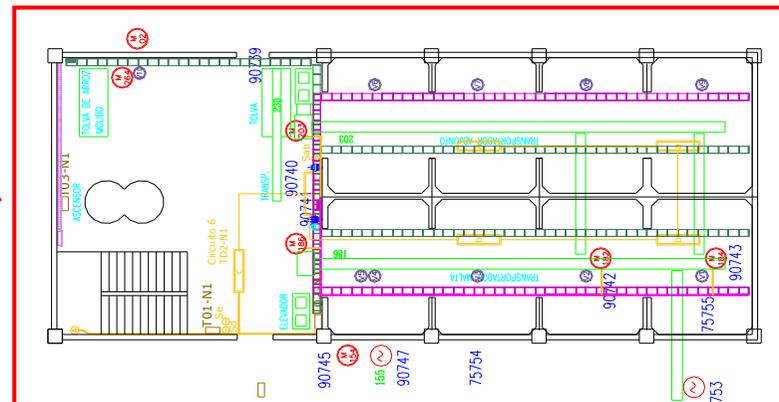
		COMPONENTES ELÉCTRICOS	
MOTORES	9 UNIDADES		X
	TUBERÍA RÍGIDA		X
CANALIZACIONES	TUBERÍA EMT		X
	BANDEJAS PORTACABLES		X
	PARRILLA METÁLICA		X
	TABLERO DE FUERZA		
TABLEROS ELÉCTRICOS	TABLERO DE CONTROL		X
	LUMINARIAS 2X32W		X
SERVICIOS GENERALES	LUMINARIA EMERGENCIA		
	TOMACORRIENTE 110V		X
	TOMACORRIENTE 220V		X

Resumen: En el nivel 8 encontramos la Tolva de malta fría, los transportadores de cebada y malta hacia los silos, ventiladores de los equipos Ciclón 1-3, a comparación de los otros niveles inferiores la concentración puede existir con más frecuencia por reparaciones de mantenimiento o por fugas de polvos en sus equipos. Encontramos un tablero de control y un tablero de fuerza y de control de la banda transportadora. Las canalizaciones son por medio de tuberías rígidas, semirígidas bandejas porta-cables y parrillas metálicas. Posee tomacorrientes de 110V y 220V. Se debe hacer una revisión al código 502-4 sobre los métodos de instalación donde indica que deben cumplirse requisitos para esta área.

**EVALUACIÓN DE SU CLASIFICACIÓN
 COMO ÁREAS RIESGOSAS DE ACUERDO AL ARTÍCULO 500
 TORRE DE COCIMIENTO: NIVEL 1 - TRANSPORTADOR DE MALTA
 GRUPO: G CLASE: II DIVISIÓN: 2
 RIESGO: POLVOS COMBUSTIBLES**



Planta de Cervecería Nacional (Km. 16 ½ Vía Daule- Calle Cobre entre Av. Río Daule y Av. Pascuales)



	COMPONENTES ELÉCTRICOS	
MOTORES	5 UNIDADES	X
CANALIZACIONES	TUBERÍA RÍGIDA	X
	TUBERÍA EMT	X
	BANDEJAS PORTACABLES	X
	PARRILLA METÁLICA	X
	TABLEROS ELÉCTRICOS	TABLERO DE FUERZA
	TABLERO DE CONTROL	
SERVICIOS GENERALES	LUMINARIAS 2X32W	X
	LUMINARIA EMERGENCIA	
	TOMACORRIENTE 110V	X
	TOMACORRIENTE 220V	X

Resumen: En el nivel 1 la concentración mínima de polvo de malta existe de manera intermitente, el personal encargado de Cervecería Nacional realizan limpieza logrando que el impacto sea mínimo pues periódicamente se retira del ambiente dicha acumulación de polvo en los equipos y localidades obteniendo una condición normal de operación. La concentración puede existir frecuentemente por reparaciones de mantenimiento o por fugas de polvos de otros niveles superiores.

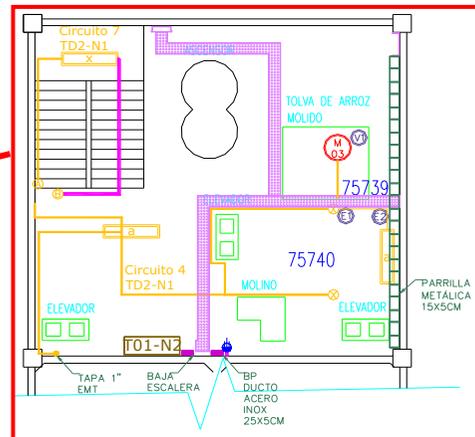
Se debe hacer una revisión al código 502-4 sobre los métodos de instalación donde indica que deben cumplirse requisitos para esta área.

**EVALUACIÓN DE SU CLASIFICACIÓN
 COMO ÁREAS RIESGOSAS DE ACUERDO AL ARTÍCULO 500
 TORRE DE COCIMIENTO: NIVEL 2 - TOLVA DE ARROZ MOLIDO.**



Planta de Cervecería Nacional (Km. 16 ½ Vía Daule- Calle Cobre entre Av. Río Daule y Av. Pascuales)

**GRUPO: G CLASE: II DIVISIÓN: 2
 RIESGO: POLVOS COMBUSTIBLES**



	COMPONENTES ELÉCTRICOS	
MOTORES	1 UNIDAD	X
CANALIZACIONES	TUBERÍA RÍGIDA	X
	TUBERÍA EMT	X
	BANDEJAS PORTACABLES	X
	PARRILLA METÁLICA	X
TABLEROS ELÉCTRICOS	TABLERO DE FUERZA	
	TABLERO DE CONTROL	X
SERVICIOS GENERALES	LUMINARIAS 2X32W	X
	LUMINARIA EMERGENCIA	
	TOMACORRIENTE 110V	X
	TOMACORRIENTE 220V	

Resumen: Dentro de esta área se encuentra la parte central de la Tolva de Arroz Molido, donde se concentra polvo orgánico y además atraviesan ductos metálicos donde transportan polvos de los que pueden escaparse sólo en caso de ruptura accidental u operación anormal del equipo. Se debe hacer una revisión al código 502-4 sobre los métodos de instalación donde indica que deben cumplirse requisitos para esta área.

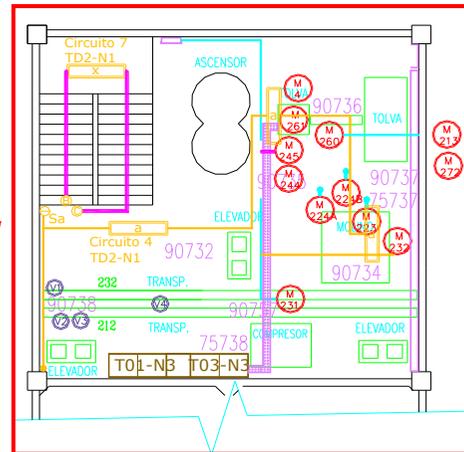
**EVALUACIÓN DE SU CLASIFICACIÓN
COMO ÁREAS RIESGOSAS DE ACUERDO AL ARTÍCULO 500
TORRE DE COCIMIENTO: NIVEL 3 - MOLINO MARTILLO.**

GRUPO: G CLASE: II DIVISIÓN: 2

RIESGO: POLVOS COMBUSTIBLES



Planta de Cervecería Nacional (Km. 16 ½ Vía Daule- Calle Cobre entre Av. Río Daule y Av. Pascuales)



	COMPONENTES ELÉCTRICOS	
MOTORES	10 UNIDADES	X
CANALIZACIONES	TUBERÍA RÍGIDA	X
	TUBERÍA EMT	X
	BANDEJAS PORTACABLES	X
TABLEROS ELÉCTRICOS	PARRILLA METÁLICA	X
	TABLERO DE FUERZA	X
SERVICIOS GENERALES	TABLERO DE CONTROL	X
	LUMINARIAS 2X32W	X
	LUMINARIA EMERGENCIA	
	TOMACORRIENTE 110V	
	TOMACORRIENTE 220V	

Resumen: Se constato que la concentración puede existir frecuentemente por reparaciones de mantenimiento del molino martillo o por fugas de polvos de otros niveles superiores. El área adyacente a este nivel se encuentra la cabina de control de los operadores donde realizan los monitores del proceso de la torre de cocimiento y el acceso hacia el cuarto de tablero. Se debe hacer una revisión al código 502-4 sobre los métodos de instalación donde indica que deben cumplirse requisitos para esta área.

**EVALUACIÓN DE SU CLASIFICACIÓN
COMO ÁREAS RIESGOSAS DE ACUERDO AL ARTÍCULO 500**

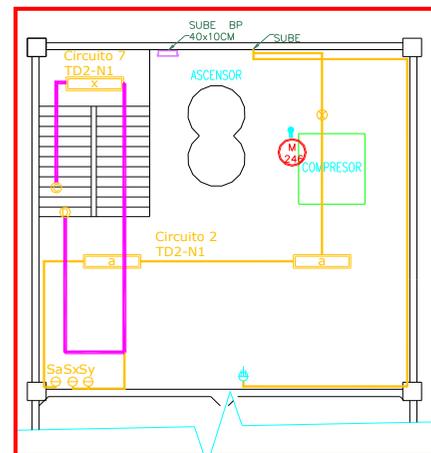


Planta de Cervecería Nacional (Km. 16 ½ Vía Daule- Calle Cobre entre Av. Río Daule y Av. Pascuales)

TORRE DE COCIMIENTO: NIVEL 4 – COMPRESOR.

GRUPO: G CLASE: II DIVISIÓN: 2

RIESGO: POLVOS COMBUSTIBLES



	COMPONENTES ELÉCTRICOS	
MOTORES	1 UNIDAD	X
CANALIZACIONES	TUBERÍA RÍGIDA	X
	TUBERÍA EMT	X
	BANDEJAS PORTACABLES	X
	PARRILLA METÁLICA	X
TABLEROS ELÉCTRICOS	TABLERO DE FUERZA	
	TABLERO DE CONTROL	
SERVICIOS GENERALES	LUMINARIAS 2X32W	X
	LUMINARIA EMERGENCIA	
	TOMACORRIENTE 110V	X
	TOMACORRIENTE 220V	

Resumen: Aunque en este nivel no se maneja o transporta polvos combustibles, normalmente es afectado sólo en caso de ruptura accidental u operación anormal de equipos en reparación de mantenimiento o por fugas de polvos del nivel 6. Dentro de este nivel existen tomacorrientes que no cumplen la norma para este tipo de áreas clasificadas. Se debe hacer una revisión al código 502-4 sobre los métodos de instalación donde indica que requisitos deben aplicarse para esta área.

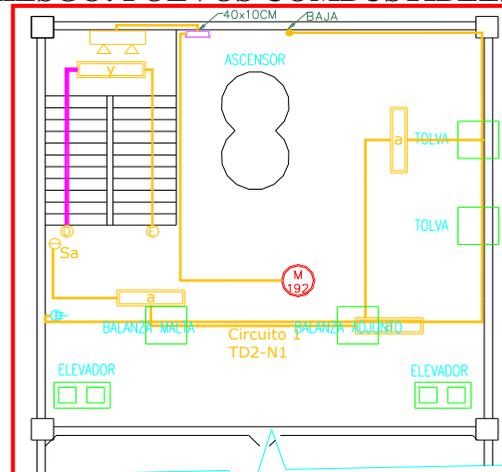
**EVALUACIÓN DE SU CLASIFICACIÓN
COMO ÁREAS RIESGOSAS DE ACUERDO AL ARTÍCULO 500
TORRE DE COCIMIENTO: NIVEL 5 - BALANZA DE MALTA.**



Planta de Cervecería Nacional (Km. 16 ½ Vía Daule- Calle Cobre entre Av. Río Daule y Av. Pascuales)

GRUPO: G CLASE: II DIVISIÓN: 2

RIESGO: POLVOS COMBUSTIBLES



		COMPONENTES ELÉCTRICOS	
MOTORES	1 UNIDAD	X	
	TUBERÍA RÍGIDA	X	
CANALIZACIONES	TUBERÍA EMT	X	
	BANDEJAS PORTACABLES	X	
	PARRILLA METÁLICA	X	
	TABLERO DE FUERZA		
TABLEROS ELÉCTRICOS	TABLERO DE CONTROL		
	LUMINARIAS 2X32W	X	
SERVICIOS GENERALES	LUMINARIA EMERGENCIA		
	TOMACORRIENTE 110V	X	
	TOMACORRIENTE 220V		

Resumen: En el nivel 5 la concentración mínima de polvo de malta existe de manera intermitente, el personal encargado de Cervecería Nacional realizan limpieza logrando que el impacto sea mínimo pues periódicamente se retira del ambiente dicha acumulación de polvo en los equipos y localidades obteniendo una condición normal de operación. El nivel superior se encuentra el equipo Zaranda en donde por mala operación pudiera darse una concentración peligrosa de polvo. Se debe hacer una revisión al código 502-4 sobre los métodos de instalación donde indica que deben cumplirse requisitos para esta área.

**EVALUACIÓN DE SU CLASIFICACIÓN
COMO ÁREAS RIESGOSAS DE ACUERDO AL ARTÍCULO 500**

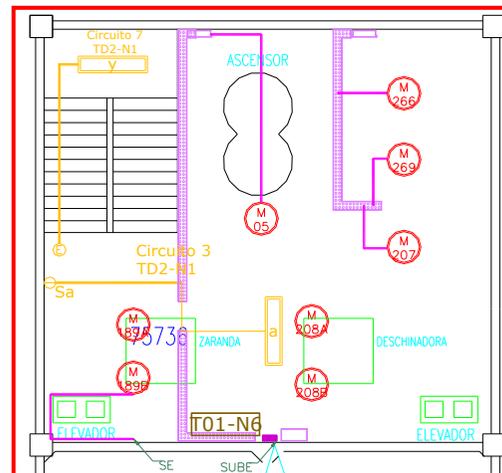


Planta de Cervecería Nacional (Km. 16 ½ Vía Daule- Calle Cobre entre Av. Río Daule y Av. Pascuales)

TORRE DE COCIMIENTO: NIVEL 6 - ZARANDA.

GRUPO: G CLASE: II DIVISIÓN: 2

RIESGO: POLVOS COMBUSTIBLES



	COMPONENTES ELÉCTRICOS	
MOTORES	8 UNIDADES	X
CANALIZACIONES	TUBERÍA RÍGIDA	X
	TUBERÍA EMT	X
	BANDEJAS PORTACABLES	X
TABLEROS ELÉCTRICOS	PARRILLA METÁLICA	X
	TABlero DE FUERZA	
SERVICIOS GENERALES	TABlero DE CONTROL	X
	LUMINARIAS 2X32W	X
	LUMINARIA EMERGENCIA	X
	TOMACORRIENTE 110V	
	TOMACORRIENTE 220V	

Resumen: La concentración existe frecuentemente por reparaciones de mantenimiento o por fugas de polvos. Desde este nivel se expande la mayor cantidad de polvo hacia los otros niveles, aunque los equipos manejan polvos combustibles que normalmente se encuentran dentro de ductos cerrados, estos pueden escaparse en caso de ruptura accidental u operación anormal de los equipos. Se debe hacer una revisión al código 502-4 sobre los métodos de instalación donde indica que deben cumplirse requisitos para esta área.

EVALUACIÓN DE SU CLASIFICACIÓN

COMO ÁREAS RIESGOSAS DE ACUERDO AL ARTÍCULO 500

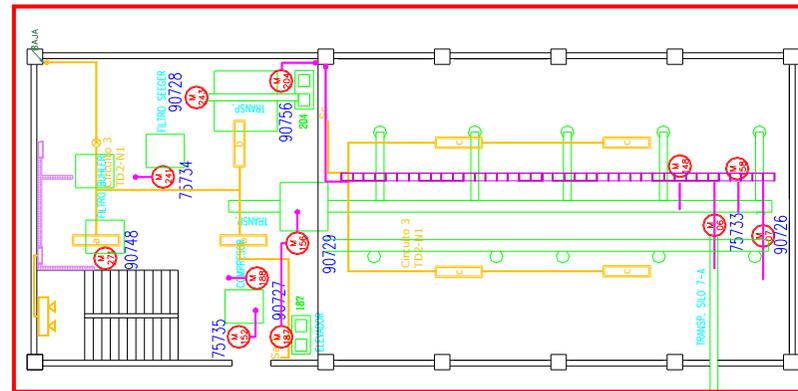
TORRE DE COCIMIENTO: NIVEL 7 - CAPTACIÓN DE POLVO.

GRUPO: G CLASE: II DIVISIÓN: 2

RIESGO: POLVOS COMBUSTIBLES



Planta de Cervecería Nacional (Km. 16 ½ Vía Daule- Calle Cobre entre Av. Río Daule y Av. Pascuales)



	COMPONENTES ELÉCTRICOS	
MOTORES	12 UNIDADES	X
CANALIZACIONES	TUBERÍA RÍGIDA	X
	TUBERÍA EMT	X
	BANDEJAS	
	PORTACABLES	X
	PARRILLA METÁLICA	X
TABLEROS ELÉCTRICOS	TABLERO DE FUERZA	
	TABLERO DE CONTROL	
SERVICIOS GENERALES	LUMINARIAS 2X32W	X
	LUMINARIA EMERGENCIA	X
	TOMACORRIENTE 110V	
	TOMACORRIENTE 220V	

Resumen: A comparación de los otros niveles inferiores la concentración puede existir con más frecuencia por reparaciones de mantenimiento o por fugas de polvos en sus equipos. De manera principal en este nivel se encuentran los filtros de captación de polvos y los transportadores de llenado a los silos de malta y de arroz molido en donde por mala operación pudiera darse una concentración peligrosa de polvo, además pueden escaparse sólo en caso de ruptura accidental u operación anormal del equipo y llegar a comunicarse a los demás niveles. Se debe hacer una revisión al código 502-4 sobre los métodos de instalación donde indica que deben cumplirse requisitos para esta área.

ANEXOS

PRESUPUESTO REFERENCIAL PARA LA READECUACIÓN EN LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN LAS TORRES DE GRANOS.

A continuación se presenta un presupuesto referencial para dar una idea económica de los cambios de acuerdo a mejoras indicadas con la norma y siguiendo los esquemas mostrados.

Este presupuesto se realizó en base de reemplazar las instalaciones eléctricas actuales por materiales aptos para el área clasificada. Se considera el cambio de las canalizaciones de tuberías EMT por tuberías rígidas; eliminación de bandejas portables; la utilización de tomacorrientes e interruptores a prueba de polvos y antiexplosivos; utilización de sellos contra llamas; luminarias de emergencia entre otros dispositivos.

De acuerdo con lo conversado en reuniones entre los directivos de Cervecería Nacional CN, SA. Se indicó que dentro del presupuesto no se consideran el cambio de los tableros metálicos eléctricos ni de las luminarias tipo selladas de servicios generales. Estos rubros no se incluyeron para no elevar el presupuesto. La empresa tiene un flujo de dinero para poder iniciar el proceso de cambios y mejoras de los inconvenientes detectados con el estudio en referencia. Este flujo denominado *Risk Management* solo servirá para readecuar cierta parte de las instalaciones y luego se podrán continuar con los cambios en otras etapas programadas. Cabe recalcar que este proyecto será sometido a licitación, donde las empresas contratistas se acogerán a esta base y darán una mejor propuesta para su ejecución.

Los precios mostrados fueron a base de cotizaciones por parte de la distribuidora Diprelsa. S.A. que es representante directa de la fábrica Crouse Hinds, especialista en fabricación de dispositivos para áreas riesgosas.

DIAGRAMAS UNIFILARES.

Como parte fundamental del estudio de las instalaciones de baja tensión en las torres de granos, fue la realización de los diagramas unifilares de los tableros eléctricos de distribución. Se había solicitado esta información pero se indicó que no se tenían registro de los diagramas eléctricos de los tableros instalados, por motivos de que los tableros son antiguos y ya tienen algunos años en las torres. Es por eso que se tuvo que recoger datos de las protecciones conformadas por disyuntores y guardamotores; además de algunos arranques directos y variadores; estos datos se presentan en los respectivos diagramas unifilares con simbología NEMA donde incluye los calibres de los conductores. Y se especifica en qué nivel se encuentran ubicados los tableros y las cargas conectadas; para las cargas se utilizó el mismo código que se manejan en el proceso automatizado en la cual cada motor tiene un código llamado célula.

Solo se realizaron los circuitos de fuerza desde los tableros; para la parte de control solo se tomaron los datos de los módulos digitales ubicados en los tableros respectivos, este dato servirá para ver cuales puertos tanto de entrada como de salida están disponibles y para futuras referencias si se quisiera hacer el cambio por módulos con tecnología avanzada.

DIAGRAMAS UNIFILARES DE TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN EN TORRE DE COCIMIENTO.

Las primeras láminas de los diagramas unifilares de la Torre de Cocimiento contienen la presentación de los planos, forma de codificación y simbología; en total consta en 8 láminas de circuitos de fuerza, donde contienen el resultado del levantamiento de los tableros de distribución, en cada lámina se indica la ubicación y nombre asignado. Cada lámina puede contener más de una hoja, por lo cual se indica la respectiva continuación del diagrama. En la parte de control se muestran los esquemáticos de conexión de los módulos digitales como SIMATIC ET 200M con sus entradas y salidas.

DIAGRAMAS UNIFILARES DE TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN EN TORRE DE MALTERÍA.

Los diagramas unifilares de la Torre de Maltería contienen 3 láminas de circuitos de fuerza, donde se plasma el resultado del levantamiento de los tableros de distribución, en cada lámina se indica la ubicación y nombre asignado del tablero. Cada lámina puede contener más de una hoja, la cual se indica la respectiva continuación del diagrama. Los tableros se encuentran en el nivel 1, desde allí se distribuyen para todos los niveles.

En las siguientes dos láminas de control se muestran un esquemático de conexión de los módulos digitales SIMATIC ET 200M y datos de placa de otros equipos que conforman el automatizado de las maquinas.

PLANOS DE IMPLANTACIÓN.

Los planos presentados se realizaron con los archivos digitales entregados por parte de Cervecería Nacional en formato .dwg del programa Autocad. Los planos solo tenían la parte arquitectónica. Durante el levantamiento se agregaron de los circuitos de iluminación y la ubicación de los equipos con sus nombres y los motores identificándolos con el número de célula.

Cada nivel tiene dos láminas donde se incluye la parte con los circuitos de servicios generales (nombre de capa: Luminarias en archivo digital) y en la otra lamina la ubicación de los motores (nombres de las capas: Motores y Tuberías en archivo digital). Se presenta un área sombreada indicando la posible fuente de polución o equipo que genera polvos combustibles en la atmosfera.

Cada lámina contiene además la simbología correspondiente para una mayor guía con los elementos dibujados. Al final se muestra las láminas con los datos de placas de los motores con la información recopilada.

PLANOS DE IMPLANTACIÓN CON LOS COMPONENTES ELÉCTRICOS EN TORRE DE COCIMIENTO ACTUALES.

En las láminas no contienen dimensiones; es decir no hay cotas, porque se dio prioridad solo a la ubicación de los elementos, las dimensiones se pueden obtener desde el archivo digital.

Se dibujaron las canalizaciones. Los planos no contiene el sistema de contraincendios porque no fue solicitado por el cliente y no formaba parte de lo contratado.

Las siguientes páginas impresas entre formatos A4 y A3 contienen:

- 7 láminas con planos de implantación de equipos y luminarias.
- 7 láminas con planos de implantación de equipos y motores.
- 4 láminas con los datos de placa de motores existentes.

PLANOS DE IMPLANTACIÓN CON LOS COMPONENTES ELÉCTRICOS EN TORRE DE MALTERÍA ACTUALES.

En las láminas no contienen dimensiones; es decir no hay cotas, porque se dio prioridad solo a la ubicación de los elementos, las dimensiones se pueden obtener desde el archivo digital.

Se dibujaron las canalizaciones. Los planos no contiene el sistema de contraincendios porque no fue solicitado por el cliente y no formaba parte de lo contratado.

Las siguientes páginas impresas entre formatos A4 y A3 contienen:

- 9 laminas con planos de implantación de equipos y luminarias.
- 7 laminas con planos de implantación de equipos y motores.
- 3 laminas con los datos de placa de motores existentes.

PLANOS DE IMPLANTACIÓN CON LOS COMPONENTES ELÉCTRICOS EN TORRE DE COCIMIENTO PROPUESTOS.

Luego de presentar los planos actuales, estos se toman como base para proponer cambios en las instalaciones. La idea principal es cambiar los elementos existentes por dispositivos a prueba de polvos combustibles y antiexplosivos. Se propone el cambio de las bandejas porta-cables por tuberías metálicas. Los recorridos propuestos son casi los mismos recorridos existentes, contemplando cualquier cambio a convenir en el momento de entrar en detalle cuando se ejecute la obra.

Se ve posible la utilización de bandejas porta-cables pero sustituyendo los conductores actuales con aislamiento normal por conductores de uso intenso o reforzados con cubierta de aluminio como se explica en el capítulo 5.

Se utilizó estos planos para tomar las medidas referenciales de distancias y calcular los tramos de acometidas y tuberías. Luego de esto se ve la necesidad de poner a consideración la segunda etapa de implementación en donde la empresa contratista deberá depurar el presupuesto con medidas reales.

Las siguientes páginas contienen impresos entre formatos A4 y A3:

- 7 laminas con planos de implantación de equipos y luminarias.
- 7 laminas con planos de implantación de equipos y motores.

PLANOS DE IMPLANTACIÓN CON LOS COMPONENTES ELÉCTRICOS EN TORRE DE MALTERÍA PROPUESTOS.

Las siguientes páginas contienen impresos entre formatos A4 y A3:

- 9 laminas con planos de implantación de equipos y luminarias.
- 7 laminas con planos de implantación de equipos y motores.

PLANILLAJES

No se tenían planillajes de los tableros de distribución que dan energía eléctrica a las Torres de Granos; estos planillajes son necesarios para saber un aproximado de la demanda eléctrica de las cargas instaladas.

Se realizaron planillajes con cálculos básicos de las potencias y corrientes trifásicas. Dentro de las torres se manejan dos niveles de voltajes; 460 V para cargas trifásicas de los motores en los equipos y 220V/110V para servicios generales de iluminación y tomacorrientes, para los equipos de control se maneja voltaje DC.

Se realizaron hojas de cálculos en formato .xls de Microsoft Excel, hay relación de los datos en los planillajes con los diagramas unifilares.

No existen planillajes propuestos porque no se contemplan cambios de equipos o reemplazo de maquinas, se consideran los mismos motores actuales y se estima solo el reemplazo de los materiales correspondiente al área clasificada.

PLANILLAJES DE CÁLCULO DE DEMANDA EN TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN EN TORRE DE COCIMIENTO.

Se presentan 21 láminas con los planillajes, indicando el nombre del tablero correspondiente, las cargas instaladas, voltaje de operación, corriente, números de conductores, cálculo de la demanda máxima.

PLANILLAJES DE CÁLCULO DE DEMANDA EN TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN EN TORRE DE MALTERÍA.

Se presentan 11 láminas con los planillajes, indicando el nombre del tablero correspondiente; la descripción de las cargas; voltaje de operación, cálculo de corrientes, protecciones y diámetro de conductores.

DATOS EXTRAS EN REFERENCIA A LOS POLVOS COMBUSTIBLES

Los productos agrícolas almacenados en silos y sus polvos, pueden sufrir procesos de oxidación y de autocalentamiento, lo que aumenta el riesgo de auto-ignición y por lo tanto, de incendios y explosiones. Investigadores han estudiado a través de su análisis térmico la propensión de estos productos a oxidarse y su tendencia a inflamarse y proponen una metodología que permite predecir a priori los riesgos asociados en función del material almacenado (azúcar en polvo, maíz, trigo, cebada, alfalfa, soja y harina panificable).

La manipulación de productos agrícolas puede conducir a la formación de nubes de polvo combustible durante el llenado y el vaciado del silo. Nubes similares también se pueden formar alrededor de las bandas transportadoras, la maquinaria y en los almacenes. Las explosiones pueden ocurrir cuando las partículas de estas nubes de polvo reaccionan con el oxígeno en presencia de una fuente de ignición (por ejemplo, chispas de origen mecánico o eléctrico, superficies calientes, descargas electrostáticas, operaciones de corte o soldadura, etc.)

También es una fuente de ignición el calor producido por los procesos de fermentación aeróbica y anaeróbica de los hongos y las bacterias. Además, cualquier fuente de calor contribuye a aumentar el riesgo de calentamiento espontáneo y auto-ignición y ha sido en muchas ocasiones la causa de los incendios y explosiones de polvo.

Este calentamiento espontáneo procede del hecho de que los materiales orgánicos que se almacenan en silos absorben oxígeno, lo que puede iniciar reacciones exotérmicas de oxidación. El incremento de la temperatura aumenta aún más la velocidad de estas reacciones, y el material se encuentra cada vez más caliente. Este calor puede conducir a la descomposición de la materia, con el desprendimiento de gases inflamables, y también a la auto-ignición de los materiales en sí mismos, originando incendios o convirtiéndose en el foco inicial de explosiones de polvo.

El principal problema es que cada producto se comporta de forma diferente, siendo algunos mucho más propensos que otros a producir este tipo de situaciones altamente

peligrosas. Además, no existen métodos experimentales aceptados internacionalmente para clasificar estos riesgos en los diferentes materiales.

CARACTERÍSTICAS LOS POLVOS COMBUSTIBLES.

Para cada polvo combustible la tabla muestra las medias del tamaño de las partículas de las materias ensayadas, así como los siguientes resultados de los ensayos obtenidos en un recipiente de 1 cc; la concentración mínima de explosivo, la presión máxima creada por la explosión (P_{max}) y la velocidad máxima de aumento de presión $(dP/dt)_{max}$. También se refleja el valor de K_{st} , que es equivalente a $(dP/dt)_{max}$ debido al tamaño del recipiente del ensayo.

Tabla con datos realizados en laboratorios.

Producto	Media del tamaño partículas	Concentración mínima de explosivo	P_{max}	$(dP/dt)_{max}$	K_{st}
	μ	gr/m ³	bar	bar/s	bar m/s
Productos Agrícolas					
Celulosa	33	60	9,7	229	229
Pulpa de celulosa	42	30	9,9	62	62
Corcho	42	30	9,6	202	202
Maíz	28	60	9,4	75	75
Clara de huevo	17	125	8,3	38	38
Leche en polvo	83	60	5,8	28	28
Leche descremada seca	60	---	8,8	125	125
Harina de soja	20	200	9,2	110	110
Almidón de maíz	7	---	10,3	102	202
Almidón de arroz	18	60	9,2	101	101
Almidón de trigo	22	30	9,9	115	115
Azúcar	30	200	8,5	138	138
Lactosa	27	60	8,5	82	82

Azúcar de remolacha	29	60	8,2	59	59
Tapioca	22	125	9,4	62	62
Cebada	41	125	9,8	140	140
Harina de trigo	29	---	10,5	205	205
Polvos Carbonosos					
Carbón activado	28	60	7,7	44	44
Carbón de madera	14	60	9,0	10	10
Carbón bituminoso	24	60	9,2	129	129
Coque de petróleo	15	125	7,6	47	47
Negro de carbón	< 10	60	8,4	121	121
Lignito	32	60	10,9	151	151
Turba 15% H ₂ O		58	10,9	60	157
Turba 22% H ₂ O		46	8,4	25	69
Hollín de pino	< 10	---	7,9	26	26
Polvos Químicos					
Acido adípico	< 10	60	8,0	97	97
Antraquinona	< 10	---	10,6	364	364
Acido ascórbico	39	60	9,0	111	111
Acetato cálcico	92	500	5,2	9	9
Acetato cálcico	85	250	6,5	21	21
Estearato cálcico	12	30	9,1	132	132
Carboximetilcelulosa	24	125	9,2	136	136
Dextrina	41	60	8,8	106	106
Lactosa	23	60	7,7	81	81
Estearato de plomo	12	30	9,2	152	152
Metilcelulosa	75	60	9,5	134	134
Paraformaldehido	23	60	9,9	178	178
Ascorbato sódico	23	60	8,4	119	119
Estearato sódico	22	30	8,4	123	123
Azufre	20	30	6,8	151	151
Polvos Metálicos					
Aluminio	29	30	12,4	415	415
Bronce	18	750	4,1	31	31

Hierro carbonilo	< 10	125	6,1	111	111
Magnesio	28	30	17,5	508	508
Zinc	10	250	6,7	125	125
Zinc	< 10	125	7,3	176	176

DEBERES DEL INSTALADOR, FABRICANTE Y OPERADOR.

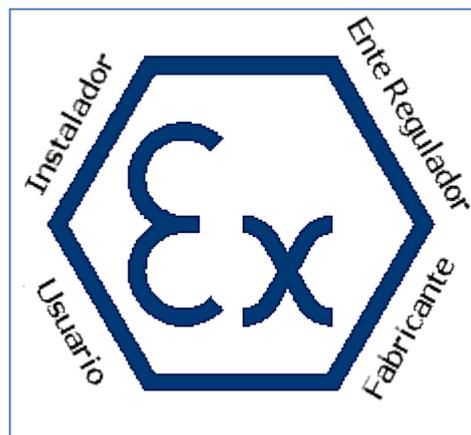
La seguridad en áreas potencialmente explosivas únicamente podrá garantizarse por el trabajo efectivo en conjunto de todas las partes involucradas.

El operador es responsable por la seguridad de su equipo. Es su deber el de juzgar cuando existe un peligro de explosión y de allí dividir el área en Zonas o Divisiones (Según NEC

500 / 505 o IEC) dependiendo del nivel de riesgo establecido. Debe asegurar que el equipo se encuentra instalado de acuerdo a las regulaciones y ha sido probado antes de su uso inicial. El equipo deberá mantenerse en buen estado mediante inspecciones y mantenimiento regulares.

Los instaladores deben observar los requerimientos de instalación y realizar la correcta instalación del aparato para su uso predeterminado.

Los fabricantes de los aparatos protegidos contra explosiones son responsables de las pruebas de rutina, certificación y documentación y es necesario que cada equipo manufacturado cumpla con las pruebas determinadas.



CLASIFICACIÓN DE ÁREAS Y SELECCIÓN DE APARATOS.

Cuando se clasifican atmósferas potencialmente explosivas, la influencia de la ventilación natural o artificial debe ser considerada adicionalmente a los niveles de material inflamable a ser liberados. Más aún, deben determinarse las características de los materiales combustibles según sus características referentes a protección

contra explosiones (flashpoint, temperatura de autoignición, nivel de explosividad, etc.). Sólo entonces podrá tomarse una decisión para la división de las áreas potencialmente explosivas y la selección del equipo adecuado. Normativas relacionadas a esta clasificación podrán encontrarse en los códigos y regulaciones pertinentes (NEC,IEC,etc.).

Los equipos únicamente podrán ser utilizados dentro del rango de temperatura estipulado en su etiqueta. En caso que en la misma no aparezca dicha información, podrá considerarse al rango de -20°C a +40°C como estándar aplicable.

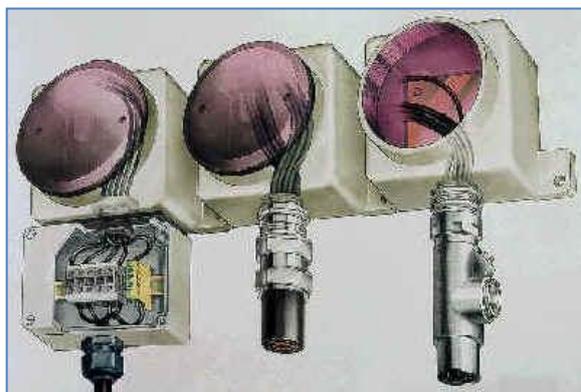
Los equipos deberán ser instalados de forma tal que se encuentren protegidos de influencias externas que pudieran afectar de forma adversa a la protección contra explosiones.

MÉTODOS DE INSTALACIÓN.

Esencialmente se emplean tres métodos de instalación en plantas con áreas peligrosas:

- 1.- Sistema de cables con entrada directa
- 2.- Sistema de cables con entrada indirecta
- 3.- Sistema de tubería

En USA y algunos países cuyas formativas se basan en el NEC, únicamente permiten el uso de tubería con cable de aislamiento mineral (MI) para aplicaciones en áreas Clase I, División 1 (NEC 501-4), donde el cable MI es principalmente utilizado para las líneas de calefacción y señales resistentes al fuego. Ciertos tipos de cables y métodos de canalización son permitidos en División 2. Entre ellos tenemos los siguientes.



SISTEMAS DE CABLE.

Este sistema es principalmente utilizado en Europa, donde cables de alta calidad descansan al descubierto y únicamente en áreas donde se espera un daño físico se encuentran dentro de algún sistema de tuberías.

En el caso de las entradas indirectas, los cables y alimentadores son conducidos a través de entradas de cable a un espacio de cableado de tipo Seguridad aumentada (Ex e) y conectados a terminales aprobados bajo el mismo esquema, de allí los cables son conducidos en forma individual a través de un conducto sellado a prueba de llamas a una caja Antideflagrante (Ex d).

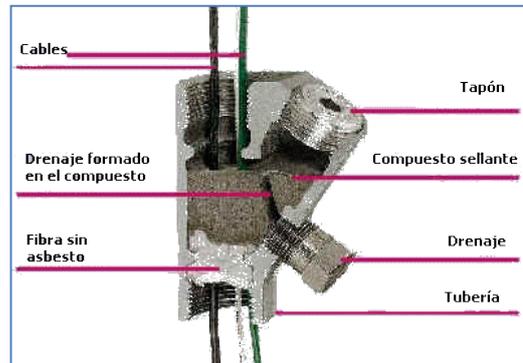
Los conductos sellados son instalados por el fabricante, lo que trae como resultado que al contrario de la entrada directa de cables, se realizan pruebas de rutina sobre el conjunto formado por la caja y los conductos de entrada. El personal de mantenimiento únicamente necesita abrir el espacio Ex e para la conexión y no la caja Antideflagrante con su cableado interno.

En el caso de la entrada directa, los alimentadores son conducidos directamente dentro de la caja a prueba de explosión. Únicamente pueden ser utilizadas prensa estopas especialmente certificadas para este propósito como entradas, el empaque flexible de la prensa estopa y la chaqueta del cable forma una unión a través de la cual las llamas no pueden ingresar. Por este motivo debe prestarse especial atención a la selección tanto del cable como de la prensa estopa adecuada y el lugar de instalación. La protección contra explosiones depende principalmente del cuidado sobre la colocación del cableado y accesorios a la caja a prueba de explosión.

SISTEMA DE TUBERÍA.

En el caso de realizar la instalación utilizando el sistema de tuberías, los alimentadores se encontrarán en forma individual dentro de un tubo rígido metálico. Dichos tubos se conectan a la caja por medio de uniones y sellos en los puntos de entrada. El sistema completo es a prueba de explosión.

La función del sello, denominado cortafuego, es precisamente el evitar que una explosión que pudiera ocurrir dentro de la caja se propaga a través de la tubería al resto del sistema. de otra forma, presiones explosivas extremadamente altas pueden ser creadas por una precompresión a lo largo de la tubería. Por ello es recomendable que los sellos sean instalados, además de en los puntos de entradas a intervalos a lo largo del recorrido. Deberán de instalarse drenajes en los puntos más bajos donde la condensación pudiera acumularse.



REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO.

Se requiere de un mantenimiento regular para garantizar la seguridad de las instalaciones eléctricas en áreas peligrosas. El personal que llevará a cabo dicho mantenimiento y los trabajos de reparación deberá encontrarse bajo la tutela de un especialista y deberá estar informado sobre los peligros particulares en que se vean envueltos.

Antes de llevarse a cabo cualquier maniobra de reparación o modificación, es necesario asegurar que no existe el peligro de que ocurra una explosión durante el proceso. Normalmente se requiere de permisos escritos generados por la gerencia pertinente para la realización de este tipo de trabajos. Deberá llevarse un registro de los cambios realizados y deberá tenerse confirmación de que todas las regulaciones relevantes se han sido observadas.

Un especialista deberá revisar cualquier modificación extensiva que pueda tener un efecto negativo sobre la protección contra explosiones. Esto no es necesario si el fabricante del equipo lleva a cabo dicha modificación.

Cuando se realice un cambio de un componente o de un equipo completo, las características del elemento y su protección contra explosiones deberán ser anotadas. Únicamente podrán utilizarse repuestos originales establecidos por el fabricante del equipo.

Tabla de Comparación entre NEC e IEC

Material inflamable	CENELEC / IEC				NEC		
	Protección	Zona	Grupo	Subdivisión	Clase	División	Grupo
Clases y Vapores							
Acetileno	d, e	1, 2	II	C	1	1, 2	A
Hidrogeno	d, e	1, 2	II	C	1	1, 2	B
Oxido de Propileno	d, e	1, 2	II	B	1	1, 2	B
Etil óxido	d, e	1, 2	II	B	1	1, 2	B
Butadieno	d, e	1, 2	II	B	1	1, 2	B
Ciclopropano	d, e	1, 2	II	B	1	1, 2	C
Etil Eter	d, e	1, 2	II	B	1	1, 2	C
Etileno	d, e	1, 2	II	B	1	1, 2	C
Acetona	d, e	1, 2	II	A	1	1, 2	D
Benzeno	d, e	1, 2	II	A	1	1, 2	D
Butano	d, e	1, 2	II	A	1	1, 2	D
Propano	d, e	1, 2	II	A	1	1, 2	D
Hexano	d, e	1, 2	II	A	1	1, 2	D
Solvente de pintura	d, e	1, 2	II	A	1	1, 2	D
Gas natural	d, e	1, 2	II	A	1	1, 2	D
Polvos combustibles							
Magnesio	D/DIP	22, 22			II	1	E
Aluminio	D/DIP	22, 22			II	1	E
Carbón	D/DIP	22, 22			II	1	F
Harina	D/DIP	22, 22			II	2	G
Granos Cereales	D/DIP	22, 22			II	2	G
Fibras y Polvos							
Rayón					III	1, 2 (1)	
Algodón					III	1, 2 (1)	
Lino					III	1, 2 (1)	
madera					III	1, 2 (1)	
Estopa					III	1, 2 (1)	
Fibra de coco					III	1, 2 (1)	
División 1: áreas de fabricación / División 2: áreas de almacenamiento							

Fuente: file:///H:/Polvos%20Combustibles.htm RED PROTEGER®. Copyright © 2000-2011 RED PROTEGER®

EVALUACIÓN DE CLASIFICACIÓN DE ÁREA

Una vez que se desarrolla la metodología de evaluación de riesgo, la evaluación incluirá 7 pasos básicos así:

Paso 1 Obtener la documentación requerida que se determinó de la metodología. Información del proceso tales como presiones, temperaturas, categorías de flujo y composiciones de corriente.

Paso 2 Estudiar campo del área en cuestión para determinar verificar la locación de todas las fuentes de puntos de emisiones. Los planes servirán para mostrar todos los

recipientes, tanques, compresores, estructuras de edificios, diques, particiones, terraplenes, y otros objetos que puedan impactar la dispersión del material de proceso. Estos dibujos deberán indicar también la dirección del viento prevaleciente.

Paso 3 Determinar la extensión del área clasificada que rodea cada fuente de punto de emisión. La extensión de los diagramas deberá venir del NFPA 497 para aplicaciones petroquímicas.

Paso 4 Desarrollar el dibujo del plan de la clasificación de área que adorne la contribución de todas las fuentes de puntos.

Paso 5 Desarrollar dibujos para proporcionar claridad dónde haya fuentes de emisiones localizadas en estructuras de procesos de multiniveles. Se requerirá de una vista de plano para cada nivel en la estructura de proceso.

Paso 6 Conducir la auditoría de cumplimiento

Paso 7 Crear un reporte que documente la siguiente información:

- El razonamiento que se usó para clasificar las áreas.
- La información de material de proceso crítico obtenido.
- Una lista detallada de todas las fuentes de puntos de emisión que aparecen en los dibujos.
- Excepciones especiales extraordinarias que se tomaron cuando se clasificó una locación en especial.
- Los resultados o descubrimientos obtenidos de la auditoría de cumplimiento.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA:

Ramirez, A; Garcia-Torrent, J; Tascon, A; “Experimental determination of self-heating and self-ignition risks associated with the dusts of agricultural materials commonly stored in silos”. JOURNAL OF HAZARDOUS MATERIALS 175 (1-3) 920-927 (2010)

Emilio Turmo, Ing. Industrial; NTP 427: Paramentos débiles para el venteo de alivio de explosiones. Ministerios de Trabajo y asuntos sociales, España. 2008.

Jim Johnston, Ingeniero Eléctrico Decano/Especialista En Seguridad De Proceso (2008), “Clasificación de Áreas Peligrosas Hydrocarbon Processing Magazine”, BATH ENGINEERING CORPORATION.
http://www.bathgroup.com/view_page.sstg?category=35&id=5&s=1