



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES**

TRABAJO DE GRADO

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

TRABAJO DE GRADUACIÓN

Título del proyecto

**“ESTUDIO DISEÑO Y COSTOS PARA IMPLEMENTAR DUCTOS
SUBTERRÁNEOS PARA CADA UNO DE LOS TANQUES DE
ALMACENAMIENTO DE REFINERÍA LA LIBERTAD UTILIZADOS
PARA INSTRUMENTACIÓN”**

Autor: CAJAMARCA ALTAMIRANO WILLIAM VICENTE

Director: ING. Aníbal Llanga

Riobamba – Ecuador

2011

AGRADECIMIENTO

A mis padres y hermanos por su apoyo, comprensión y esfuerzo.

A mis amigos, colegas y compañeros por proveerme de la fuerza necesaria para seguir adelante.

Al Ing. Antonio Lara quien ha sido la piedra angular en el desarrollo de este proyecto.

Y al Ingeniero Aníbal Llanga por dirigirme en el trabajo.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres Vicente y Elida y a mis hermanos Efren y Byron por su comprensión y apoyo incondicional a lo largo de mi carrera profesional.

ÍNDICE GENERAL

ABREVIATURAS.....	viii
ÍNDICE DE GRÁFICOS E ILUSTRACIONES.....	ix
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS.....	x
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
CAPITULO I	
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.2. OBJETIVOS.....	2
1.2.1. Objetivo General.....	2
1.2.2. Objetivos Específicos.....	3
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	3
CAPITULO II	
2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	4
<i>2.1. Almacenamiento De Petróleo Y Gas.</i>	<i>4</i>
2.1.1. Los tanques de almacenamiento.....	4
2.1.1.1. Tipos de tanques de almacenamiento.....	5
2.1.1.1.1. Techo flotante.....	5
2.1.1.1.2. Esferas.....	6
2.1.1.2. Telemedición.....	6
2.1.1.2.1. HTG.....	6
2.1.1.2.2. Servomecanismos.....	7
2.1.1.2.3. Radar.....	7
<i>2.2. Normas, Códigos Y Reglamentos Aplicables.....</i>	<i>8</i>

2.2.1. NORMA API-RP-500.....	8
2.2.2. NORMA ANSI C80.5.....	8
2.2.3. ANSI/ISA – TR12.24.01.....	8
2.2.4. NORMA NFPA-30-1.7.....	9
2.2.5. NORMA NFPA-70 (NEC).....	9
2.2.6. NORMA NFPA –496.....	9
2.2.7. NORMA NFPA –497.....	9
2.3. <i>NORMAS UTILIZADAS PARA EL DESARROLLO DEL</i> <i>PROYECTO</i>	10
2.3.1. API.....	10
2.3.1.1. NORMA API-RP-500.....	10
2.3.2. NEMA Standard 3-14-1979.....	11
2.3.2.1. Sección 3. Designaciones De Clase Carga / Tramo.....	11
2.3.3. NEMA 4X.	12
2.3.4. NEC.....	12
2.3.4.1. Sección 318-9. Número de cables multiconductores de 2000 Volt nominales o menos en bandejas.....	12
2.3.5. ANSI.....	13
2.3.5.1. ANSI/ISA – TR12.24.01.....	13
2.4. <i>AÉREAS NO PELIGROSAS</i>	14
2.4.1. Lugares libremente ventilados.....	15
2.4.1.1. Productos más pesados que el aire.....	15
2.4.1.2. Productos más ligeros que el aire.....	16
2.4.1.3. Fuera de las plantas del proceso.....	16
2.5. <i>CLASIFICACIÓN DE AÉREAS PELIGROSAS</i>	17
2.5.1. Zona de tanques.....	17
2.5.2. Pipe Track.....	18
2.6. <i>SELECCIÓN DE EQUIPO E INSTALACIONES ELÉCTRICAS</i>	19
2.6.1. Instalaciones eléctricas en aéreas clase I.....	19
2.6.2. Canalizaciones.....	20
2.6.3. Cajas de conexiones, de paso y uniones.....	21

2.6.4. Tomas de corriente.....	21
2.6.5. Registros de ductos subterráneos.....	21
2.7. DIMENSIONAMIENTO DE CONDUCTORES.....	22
2.7.1. Conductores permitidos en división 1.....	23
2.7.2. Conductores permitidos en división 2.....	23
2.7.3. Tipo de conductor y forma de instalación.....	24
2.7.4. Especificaciones Técnicas.....	26
2.7.4.1. Calibre #600 #500 #4/0 #2/0 #1/0 #2.....	26
2.7.4.2. Conductores para el calibre #12 #14 #16.....	27
2.7.4.3. Conductores para el calibre #16.....	28
2.8. DIMENSIONAMIENTO DE CANALIZACIÓN.....	29
2.8.1. Materiales y Acabado.....	29
2.8.1.1. Acero inoxidable.....	29
2.8.1.2. Acero inoxidable 316L.....	29
2.8.1.3. Acero inoxidable 304L.....	30
2.8.2. Tipos de fondo de la Bandeja Portacables.....	30
2.8.3. Clase de Designación NEMA.....	31
2.8.4. Dimensiones – Altura cargante / Ancho de Bandeja.....	32
2.9. DIMENSIONAMIENTO DE SOPORTES.....	32
2.9.1. Localización soportes en tramos rectos.....	32
2.9.2. Soporte en tierra.....	34
2.9.3. Soporte adosado al tanque.....	34
2.10. DIMENSIONAMIENTO DE PROTECCIÓN Y JUNCTION BOX.....	35
2.10.1. Circuitos de protección.....	35
2.10.2. Junction Box.....	37

CAPITULO III

3. DISEÑO DE LA RED ELÉCTRICA.....	40
3.1. Estado actual de la refinería.....	40
3.1.1. Circuito 1 (Fuerza).....	40
3.1.2. Circuito 2 (Fuerza).....	41

3.1.3. Sistema de comunicación y control.....	41
3.1.4. Sistema de alarmas y control de incendios.....	42
3.2. <i>NUEVA RED ELÉCTRICA</i>	43
3.2.1. Monofásico Regulada.....	43
3.2.1.1. Circuito 1.....	43
3.2.1.2. Circuito 2.....	43
3.2.1.3. Circuito 3.....	43
3.2.2. Trifásica para Actuadores.....	43
3.2.2.1. Circuito 1.....	43
3.2.2.2. Circuito 2.....	43
3.2.2.3. Circuito 3.....	44
3.2.3. TRIFÁSICA PARA AGITADORES.....	44
3.2.3.1. Circuito 4.....	44
3.2.3.2. Circuito 5.....	44
3.3. <i>DIAGRAMA UNIFILAR DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN MONOFÁSICA REGULADA</i>	45
3.3.1. Acometida Principal – Subestación – Circuitos.....	45
3.3.2. Calculo de caída de tensión para el circuito monofásico regulado.....	46
3.3.2.1. Circuito 1.....	47
3.3.2.2. Calculo de caída de tensión del sistema monofásico regulado circuito 1.....	48
3.3.2.3. Caída de tensión del sistema monofásico regulado circuito 1.....	49
3.3.2.4. Circuito 2.....	51
3.3.2.5. Calculo de caída de tensión del sistema monofásico regulado circuito 2.....	52
3.3.2.6. Caída de tensión del sistema monofásico regulado circuito 2.....	53
3.3.2.7. Circuito 3.....	55
3.3.2.8. Calculo de caída de tensión del sistema monofásico regulado circuito 3.....	56

3.3.2.9. Caída de tensión del sistema monofásico regulado circuito 3.....	57
3.4. DIAGRAMA UNIFILAR DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN TRIFÁSICA PARA EL CIRCUITO 1 Y 2.....	59
3.4.1. Acometida Principal – Subestación – Circuitos.....	59
3.4.2. Calculo de caída de tensión para el circuito trifásico de actuadores.....	60
3.4.2.1. Circuito 1.....	61
3.4.2.2. Calculo de caída de tensión del sistema trifásico de actuadores circuito 1.....	62
3.4.2.3. Caída de tensión trifásica para el circuito 1.....	63
3.4.2.4. Circuito 2.....	65
3.4.2.5. Calculo de caída de tensión del sistema trifásico de actuadores circuito 2.....	66
3.4.2.6. Caída de tensión trifásica para el circuito 2.....	67
3.5. DIAGRAMA UNIFILAR DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN TRIFÁSICA PARA EL CIRCUITO 3.....	69
3.5.1. Acometida Principal – Transformador– Circuito.....	69
3.5.1.1. Circuito 3.....	70
3.5.1.2. Calculo de caída de tensión del sistema trifásico de actuadores circuito 3.....	71
3.5.1.3. Caída de tensión trifásica para el circuito 2.....	72
3.6. DIAGRAMA UNIFILAR DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN TRIFÁSICA DE AGITADORES PARA EL CIRCUITO 4.....	74
3.6.1. Acometida Principal – Subestación – Circuito.....	74
3.6.2. Calculo de caída de tensión para el circuito Trifásico de agitadores.....	75
3.6.2.1. Calculo de caída de tensión del circuito trifásico de agitadores.....	75
3.6.2.2. Circuito 4.....	76
3.6.2.3. Caída de tensión trifásica de alimentación de agitadores circuito 4.....	77

3.7. <i>DIAGRAMA UNIFILAR DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN TRIFÁSICA DE AGITADORES PARA EL CIRCUITO 5.....</i>	78
3.7.1. Acometida Principal – Transformador– Circuito.....	78
3.7.2. Calculo de caída de tensión para el circuito trifásico de agitadores.....	79
3.7.2.1. Calculo de caída de tensión del circuito trifásico de agitadores.....	79
3.7.2.2. Circuito 5.....	80
3.7.2.3. Caída de tensión trifásica de alimentación de agitadores circuito 5.....	81
3.8. <i>DETALLE DE MATERIALES.....</i>	82
3.8.1. Conductores.....	82
3.8.1.1. Detalle de conductores del circuito de alimentación monofásica de radares.....	82
3.8.1.2. Detalle de conductores del circuito de alimentación de motores trifásicos (agitadores).....	82
3.8.1.3. Detalle de conductores del circuito de alimentación de las electrovalvulas (actuadores) trifásicos.....	83
3.8.1.4. Detalle de conductores del circuito de comunicación y el sistema contra incendios.....	83
3.8.1.5. Detalle de conductores del circuito de alimentación monofásica de radares y trifásica de actuadores.....	84
3.8.1.6. Detalle de conductores del circuito de alimentación de motores trifásicos.....	87
3.8.1.7. Detalle de conductores del circuito de alimentación del sistema de comunicación y control de incendios.....	88
3.8.2. Bandejas Portacables.....	89
3.8.2.1. Detalle de bandejas portacables fondo solido.....	89
3.8.2.2. Detalle de bandejas portacables fondo solido.....	89
3.8.2.3. Bandejas portacables tipo escalera para el circuito 1...	93
3.8.2.4. Bandejas portacables tipo escalera para el circuito 2...	96
3.8.2.5. Bandejas portacables tipo escalera para el circuito 3...	99

3.8.3.SOPORTES.....	101
3.8.3.1.Detalle de soportes para las bandejas en el costado del cubeto.....	101
3.8.3.2.Detalle de soportes para las bandejas en el interior del cubeto.....	104
3.8.3.3.Detalle de soportes para las bandejas en los tanques.....	107
3.8.4. Cajas Termicas, Breakers y Cajas de Juntura.....	110
3.8.5. Tornillos, Abrazaderas y Tacos Fisher	113
3.8.5.1.Detalle de seguridad para las bandejas portacables de fondo solido en el pipe track.....	113
3.8.5.2.Detalle de seguridad para las bandejas portacables de fondo solido en el cubeto.....	114
3.8.5.3.Detalle de seguridad para las bandejas portacables tipo escalera en los tanques.....	115

CAPITULO IV

4. COSTOS DEL PROYECTO	116
4.1. <i>BANDEJAS PORTACABLES</i>	116
4.1.1. Bandejas portacables en aluminio.....	116
4.1.2. Bandejas portacables en acero.....	117
4.2. <i>CONDUCTORES</i>	118
4.3. <i>PROTECCIONES</i>	119
4.4. <i>TACOS, TORNILLOS Y TACOS FISHER</i>	120
4.5. <i>SOPORTES PARA LAS BANDEJAS PORTACABLES</i>	120
4.6. <i>MANO DE OBRA</i>	121
4.7. <i>MATERIAL DE OBRA CIVIL</i>	122
4.8. <i>COSTO TOTAL DEL PROYECTO</i>	123

CAPITULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	124
5.1.CONCLUSIONES.....	124
5.2.RECOMENDACIONES.....	125

BIBLIOGRAFÍA.....	126
ANEXOS.....	128
ANEXO A: RED ELÉCTRICA ACTUAL EN RLL	
ANEXO B: PLANO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIOS EXISTENTE EN RLL	
ANEXO C: IDENTIFICACIÓN DE CIRCUITOS	
ANEXO D: IDENTIFICACIÓN DE CIRCUITOS TRIFÁSICOS	
ANEXO E: BANDEJAS PORTACABLES SUBTERRÁNEAS Y AÉREAS	
ANEXO F: CIRCUITO MONOFÁSICO REGULADO	
ANEXO G: CIRCUITO TRIFÁSICO DE ACTUADORES	
ANEXO H: CIRCUITO TRIFÁSICO DE AGITADORES	
ANEXO I: SISTEMA DE COMUNICACIÓN Y CONTROL	
ANEXO J: BANDEJAS PORTACABLES	
ANEXO K: ACCESORIOS DE SEGURIDAD	

ABREVIATURAS

ASTM: American Society for Testing Materials
API: American Petroleum Institute
NFPA: National Fire Protection Association
STI: Steel Tank Institute
NEC: National Electric Code
NEMA: National Electric Manufacturer Association
ANSI: American National Standard Institute
ISA: Instrument Society of America
NOM-B-208: Normas Oficiales Mexicanas PEMEX

ÍNDICE DE GRÁFICOS E ILUSTRACIONES

Figura 1	Tanque de Techo Flotante.....	5
Figura 2	Tanque esférico.....	6
Figura 3	Servomecanismo de telemedición.....	7
Figura 4	Radar de medición de techo fijo.....	7
Figura 5	Radar de medición de techo flotante.....	7
Figura 6	Tanque de LPG.....	15
Figura 7	Tanque de Fuel Oíl.....	16
Figura 8	Zonas de peligro del tanque.....	17
Figura 9	Modelado 3D del Pipe Track RLL.....	18
Figura 10	Bandeja Portacables de fondo solido.....	31
Figura 11	Distancia entre soportes.....	33
Figura 12	Vista frontal y lateral de los soportes de tierra.....	34
Figura 13	Bandeja tipo escalera.....	35
Figura 14	Sujetador bandejas en el tanque.....	31
Figura 15	Breaker monofásico.....	36
Figura 16	Breaker Trifásico.....	36
Figura 17	Características técnicas de la caja EN4TD24428GY.....	37
Figura 18	Características técnicas de una junction box.....	39
Figura 18	Tubería de Espuma.....	42
Figura 20	Sistema de alarma.....	42

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1	Caída de Tensión Monofásica.....	46
Ecuación 2	Calibre del Conductor.....	46
Ecuación 3	Corriente Nominal del Sistema.....	46
Ecuación 4	Corriente de Protección.....	46
Ecuación 5	Caída de Tensión Trifásica.....	60

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	<i>Designación carga/tramo.....</i>	10
Tabla 2	<i>Especificaciones técnicas del conductor MC-HL.....</i>	26
Tabla 3	<i>Especificaciones técnicas del conductor MC-HL.....</i>	27
Tabla 4	<i>Especificaciones técnicas del conductor ITC-HL.....</i>	28
Tabla 5	<i>Características del acero.....</i>	30
Tabla 6	<i>Designación de bandejas según el NEC.....</i>	32
Tabla 7	<i>Cantidad de cajas y breakers por tanque.....</i>	36
Tabla 8	<i>Designación de junction box por tanque.....</i>	38
Tabla 9	<i>Calibre de conductor entrante y saliente de cada caja....</i>	38
Tabla 10.	<i>Calculo de caída de tensión y selección de calibre del alambre.....</i>	46
Tabla 11.	<i>Calculo de caída de tensión y selección de calibre del alambre para el circuito 1.....</i>	48
Tabla 12.	<i>Calculo de caída de tensión y selección de calibre del alambre para el circuito 2.....</i>	52
Tabla 13.	<i>Calculo de caída de tensión y selección de calibre del alambre para el circuito 3.....</i>	56
Tabla 14.	<i>Calculo de caída de tensión y selección de calibre del alambre.....</i>	60
Tabla 15.	<i>Calculo de caída de tensión y selección de calibre del alambre para el circuito 1.....</i>	62
Tabla 16.	<i>Calculo de caída de tensión y selección de calibre del alambre para el circuito 2.....</i>	66
Tabla 17.	<i>Calculo de caída de tensión y selección de calibre del alambre para el circuito 3.....</i>	71
Tabla 18.	<i>Calculo de caída de tensión y selección de calibre.....</i>	75
Tabla 19.	<i>Calculo de caída de tensión y selección de calibre del alambre para el circuito 4.....</i>	75
Tabla 20.	<i>Calculo de caída de tensión y selección de calibre del alambre.....</i>	79
Tabla 21.	<i>Calculo de caída de tensión y selección de calibre del alambre para el circuito 5.....</i>	79
Tabla 22.	<i>Cantidad de alambre en metros para los circuitos monofásicos.....</i>	82
Tabla 23.	<i>Cantidad de alambre en metros para los circuitos trifásicos de agitadores.....</i>	82
Tabla 24.	<i>Cantidad de alambre en metros para los circuitos trifásicos de actuadores.....</i>	83
Tabla 25.	<i>Cantidad de alambre en metros para el circuito de comunicación y sistema contra incendios.....</i>	83
Tabla 26	<i>Cantidad de alambre en metros para el circuito 1monofasico y trifásico.....</i>	84
Tabla 27.	<i>Cantidad de alambre en metros para el circuito 2 monofásico y trifásico de actuadores.....</i>	85

Tabla 28.	<i>Cantidad de alambre en metros para el circuito 3 monofásico y trifásico de actuadores.....</i>	86
Tabla 29.	<i>Cantidad de alambre en metros para el circuito 4 trifásico de agitadores.....</i>	87
Tabla 30.	<i>Cantidad de alambre en metros para el circuito 5 trifásico de agitadores.....</i>	87
Tabla 31.	<i>Cantidad de alambre en metros para el circuito 1 de comunicación y control de incendios.....</i>	88
Tabla 32.	<i>Cantidad de alambre en metros para el circuito 2 de comunicación y control de incendios.....</i>	89
Tabla 33.	<i>Cantidad de alambre en metros para el circuito 3 de comunicación y control de incendios.....</i>	89
Tabla 34.	<i>Cantidad en número de bandejas de fondo solido...</i>	90
Tabla 35.	<i>Cantidad en número de bandejas de fondo solido circuito 1.....</i>	91
Tabla 36.	<i>Cantidad en número de bandejas de fondo solido circuito 2.....</i>	91
Tabla 37.	<i>Cantidad en número de bandejas de fondo solido circuito 3.....</i>	92
Tabla 38.	<i>Cantidad en número de bandejas tipo escalera.....</i>	93
Tabla 39.	<i>Cantidad de bandejas tipo escalera para el circuito 1.</i>	94
Tabla 40.	<i>Cantidad de bandejas tipo escalera y tubo flex para el circuito 1.....</i>	94
Tabla 41.	<i>Cantidad de bandejas tipo escalera para el circuito 1.....</i>	95
Tabla 42.	<i>Cantidad de bandejas tipo escalera y tubo flex para el circuito 1.....</i>	95
Tabla 43.	<i>Cantidad de bandejas tipo escalera para el circuito 2.</i>	96
Tabla 44.	<i>Cantidad de bandejas tipo escalera para el circuito 2.</i>	97
Tabla 45.	<i>Cantidad de bandejas tipo escalera y tubo flex para el circuito 2.....</i>	97
Tabla 46.	<i>Cantidad de bandejas tipo escalera para el circuito 2</i>	97
Tabla 47.	<i>Cantidad de bandejas tipo escalera y tubo flex para el circuito 2.....</i>	98
Tabla 48.	<i>Cantidad de bandejas tipo escalera para el circuito 2.....</i>	98
Tabla 49.	<i>Cantidad de bandejas tipo escalera y tubo flex para el circuito 2.....</i>	98
Tabla 50.	<i>Cantidad de bandejas tipo escalera y tubo flex para el circuito 3.....</i>	99
Tabla 51.	<i>Cantidad de bandejas tipo escalera y tubo flex para el circuito 3.....</i>	99
Tabla 52.	<i>Cantidad de bandejas tipo escalera y tubo flex para el circuito 3.....</i>	100

Tabla 53.	<i>Numero de soportes necesarios para el circuito 1.</i>	101
Tabla 54.	<i>Numero de soportes necesarios para el circuito 2.</i>	102
Tabla 55.	<i>Numero de soportes necesarios para el circuito 3.</i>	103
Tabla 56.	<i>Numero de soportes necesarios para el circuito 1 en el interior del cubeto.....</i>	104
Tabla 57.	<i>Numero de soportes necesarios para el circuito 2 en el interior del cubeto.....</i>	105
Tabla 58.	<i>Numero de soportes necesarios para el circuito 3 en el interior del cubeto.....</i>	106
Tabla 59.	<i>Numero de soportes necesarios para el circuito 1 en los tanques.....</i>	107
Tabla 60.	<i>Numero de soportes necesarios para el circuito 2 en los tanques.....</i>	108
Tabla 61.	<i>Numero de soportes necesarios para el circuito 3 en los tanques.....</i>	109
Tabla 62.	<i>Numero de cajas térmicas y breakers para el circuito 1.....</i>	110
Tabla 63.	<i>Numero de cajas térmicas y breakers para el circuito 2.....</i>	111
Tabla 64.	<i>Numero de cajas térmicas y breakers para el circuito 3.....</i>	112
Tabla 65.	<i>Numero de tacos y tornillos necesarios en el pipe track.</i>	113
Tabla 66.	<i>Numero de tacos y tornillos necesarios en el cubeto.</i>	114
Tabla 67.	<i>Numero de tacos y tornillos necesarios en los tanques.</i>	115
Tabla 68.	<i>Costos de las bandejas portacables de aluminio.</i>	116
Tabla 69.	<i>Costos de las bandejas portacables de acero.</i>	117
Tabla 70.	<i>Costo total de los alambres a utilizarse.</i>	118
Tabla 71.	<i>Costo total de los armarios, junction box y breakers.</i>	119
Tabla 72.	<i>Costo total de tornillos, tuercas y tacos.</i>	120
Tabla 73.	<i>Costo total de los soportes para las bandejas portacables</i>	120
Tabla 74.	<i>Costo total de la mano de obra necesaria</i>	121
Tabla 75.	<i>Costo total del material de obra civil necesario</i>	122
Tabla 76.	<i>Costo total del proyecto</i>	123

RESUMEN

Este proyecto plantea el estudio y diseño de la red eléctrica para la alimentación y la instrumentación de los tanques de almacenamiento en las instalaciones de Refinería La Libertad, además la elaboración de presupuestos de ejecución para una eventual implementación. En el estudio serán tomadas en cuenta los aspectos de seguridad que necesita la empresa y así respetar todas las normas nacionales e internacionales que necesita cumplir una empresa petrolera. El diseño será realizado en base al estudio previo para así satisfacer las necesidades de la empresa. Al final el presupuesto decidirá si el proyecto es viable o no.

ABSTRACT

This project involves the study and design of the electric power network and the implementation of the storage tanks at the facilities of La Libertad Refinery, as well as the development of operational budgets for eventual implementation. The study will be taken into account the safety aspects of the company and thus need to respect all national and international standards need to meet an oil company. The design will be made based on previous study in order to meet the needs of the company. At the end of the budget will decide if the project is viable or not.

INTRODUCCIÓN

La **REFINERÍA LA LIBERTAD** (RLL), opera desde hace aproximadamente 40 años, por lo cual gran parte de sus instalaciones eléctricas son antiguas realizadas en esa época y a la fecha en no han sido reemplazadas desde hace mas de 40 años, en condiciones operativas con varias dificultades.

Por esta razón las posibilidades de riesgos eléctricos en sus instalaciones son muy altas, no solamente por la antigüedad de sus instalaciones y lo inseguro que pueda resultar, si no también, por el crecimiento tecnológico y los estricto de normas nacionales e internacionales para prevención de riesgos eléctricos, ya que tratándose de una planta refinadora de petróleos el riesgo es alto y latente. Con el desarrollo de este proyecto, se brinda la oportunidad de identificar y dar solución a este problema.

Este proyecto está enfocado a la zona de los Tanques de Almacenamiento con el fin de realizar un *estudio, diseño y costos de ductos subterráneos que transporten los cables de energía y comunicación para dichos tanques* de esta manera asegurar a la **REFINERÍA LA LIBERTAD** el buen estado de las instalaciones eléctrica, equipos utilizados para instrumentación de los tanques de almacenamiento y brindar seguridad al personal que labora en la empresa.

CAPITULO I

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la Refinería La Libertad las instalaciones de cables de potencia y los de comunicación deben cumplir ciertas normas de seguridad para su óptima operación.

Este proyecto plantea el estudio y diseño de la red eléctrica para la alimentación y la instrumentación de los tanques de almacenamiento, además la elaboración de presupuestos de ejecución para una eventual implementación.

Siendo el petróleo la principal fuente de ingresos de nuestro país es necesario que cuente con una adecuada instalación en su sistema eléctrico y de comunicaciones.

Por tales razones es importante el estudio, diseño y el presupuesto necesario que implicaría este proyecto para cumplir con las normas establecidas por los organismos de control.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. OBJETIVO GENERAL

- Realizar un estudio, diseño y costos para implementar la red eléctrica para los tanques de almacenamiento de RLL utilizados para instrumentación.

1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar un estudio previo para la elaboración del proyecto.
- Obtener datos del lugar en donde va a realizarse el proyecto para tabularlos y conocer cuál es el verdadero problema del sector.
- Estudiar la situación actual de los cables de comunicación y energía en los tanques.

- Realizar un diseño del nuevo sistema eléctrico y de comunicaciones para los tanques utilizados para instrumentación, cumpliendo con los estándares requeridos por la empresa tales como las normativas API, NEC, NFPA 70, NEMA etc.
- Realizar la correcta selección de los conductores, protecciones, ductos subterráneos y canalización aérea necesarios para la implementación.
- Elaborar los presupuestos que implicaría el uso de materiales, herramientas y mano de obra necesaria para la implementación del proyecto.
- Remitir el trabajo final a los encargados de la Empresa para una futura implementación del proyecto.

1.3. JUSTIFICACIÓN

REFINERÍA LA LIBERTAD (RLL), opera hace 40 años, por lo cual gran parte de sus instalaciones eléctricas fueron realizadas en esa época, en condiciones operativas con varias dificultades, por lo cual las posibilidades de riesgos eléctricos en sus instalaciones son muy altas, no solamente por la antigüedad de sus instalaciones si no también, por el crecimiento tecnológico y las altas exigencias de los diferentes organismos de control tanto nacionales como internacionales para prevención de riesgos eléctricos, con el desarrollo de este proyecto, se brinda la oportunidad de eliminarlos y así se podrá asegurar el buen estado de las instalaciones y equipos de los tanques de almacenamiento y brindar seguridad al personal que labora en la empresa.

Este proyecto brindara grandes ventajas a la empresa y a la institución tales como beneficios educativos y el cumplimiento de normas y estándares para la Empresa.

CAPITULO II

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. ALMACENAMIENTO DE PETRÓLEO Y GAS

La necesidad de almacenar los recursos energéticos para controlar mejor su producción, su transporte, su distribución y su utilización es evidente en la medida en que se desea asegurar un abastecimiento abundante y regular de las industrias y de los consumidores.

Ahora bien, la industria del petróleo como la del gas, están sometidas a riesgos de toda especie, cuyo origen puede ser debido a deficiencias técnicas, como las averías de las máquinas en la refinería, a bordo de los buques o en los oleoductos; a causas naturales imprevisibles, como la incertidumbre en la prospección de los yacimientos, las tormentas en el mar y en la tierra o los incendios.

2.1.1. Los Tanques de Almacenamiento

Los tanques pueden ser clasificados según su forma de construcción, o su uso en este caso para almacenamiento, y finalmente por el tipo de líquido que van a contener.

Los tanques de almacenamiento están diseñados para el almacenamiento y manipulación de grandes volúmenes de petróleo y gas, y son generalmente más grandes y considerados como más permanentes.

El almacenaje de líquidos tales como petróleo, nafta, fuel oil, diesel oil, kerosene u otros derivados petroquímicos que se pueden conservar a presión y temperatura ambiente, se efectúa normalmente en tanques cilíndricos de fondo plano, techo abovedado, esférico o elipsoidal, y algunas veces flotante, a fin de evitar la acumulación de gases inflamables dentro de los mismos, que pueden o no tener incorporado algún sistema de calefacción.

Para la construcción de los mismos se emplean láminas de acero de distintos espesores conforme su posición relativa en la estructura del tanque. A efectos de prever el daño que pudiera ocasionar la rotura o rebalse de los mismos, se construye un dique de contención alrededor de cada tanque instalado en el sitio llamado cubeto.

Cuando se trata del almacenamiento de gases licuados u otros derivados que deben conservarse a presión y temperatura distintas a la atmosférica normal, la construcción, como así también los materiales a emplear, requieren para cada caso de un prolijo estudio técnico. Por ejemplo el almacenaje de gas natural licuado (GNL) requiere una temperatura de -160°C y el de gas licuado de petróleo (GLP-propano/butano), una temperatura que debe mantenerse dentro de los -42°C a -12°C .

2.1.1.1. Tipos de tanques de almacenamiento

2.1.1.1.1. Techo flotante

Constan de una membrana solidaria al espejo de producto que evita la formación del espacio vapor, minimizando pérdidas por evaporación al exterior y reduciendo el daño medio ambiental y el riesgo de formación de mezclas explosivas en las cercanías del tanque.



Figura 1. Tanque de techo flotante

2.1.1.1.2. Esferas

Las esferas se construyen en gajos utilizando chapas de acero. Se sostienen mediante columnas que deben ser calculadas para soportar el peso de la esfera durante la prueba hidráulica (pandeo). Las soldaduras deben ser radiografiadas para descartar fisuras internas que se pudieran haber producido durante el montaje.

Cuentan con una escalera para acceder a la parte superior para el mantenimiento de las válvulas de seguridad, aparatos de telemedición, etc.

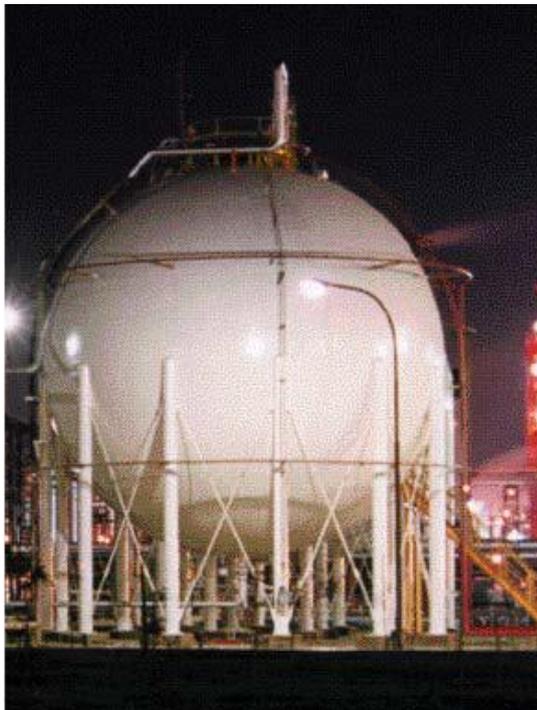


Figura 2. Tanque esférico

2.1.1.2. TELEMEDICIÓN

Hay distintos sistemas, cada uno con sus ventajas y ámbito de aplicación. Entre ellos podemos mencionar para la medición de nivel.

2.1.1.2.1. HTG: Medición hidrostática de tanques. Los últimos modelos acusan una precisión del 0.02%

2.1.1.2.2. Servomecanismos: Un palpador mecánico sigue el nivel de líquido. Precisión de 1 mm aprox.

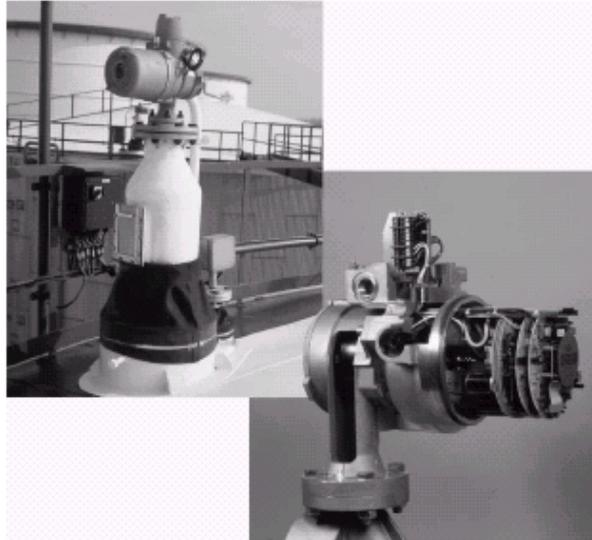


Figura 3. Servomecanismo de telemedición

2.1.1.2.3. Radar: Se envía una señal por medio de una antena, que rebota y vuelve a la fuente. Precisión 1 mm aprox.



Figura 4. Radar de medición de techo fijo

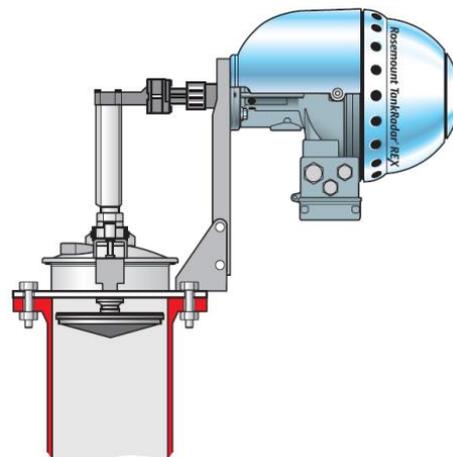


Figura 5. Radar de medición de techo flotante

2.2. NORMAS, CÓDIGOS Y REGLAMENTOS APLICABLES

En el mundo existen institutos, organizaciones que brindan normas y estándares internacionales para todo lo que concierne a la producción y refinación del petróleo para este estudio serán citadas algunas normas y estándares utilizados en refinación, mas enfocados al área eléctrica.

Normas internacionales para instalaciones eléctricas de los tanques de almacenamiento.

ASTM: American Society for Testing Materials

API: American Petroleum Institute

NFPA: National Fire Protection Association

STI: Steel Tank Institute

NEC: National Electric Code

NEMA: National Electric Manufacturer Association

2.2.1. NORMA API-RP-500

Clasificación de áreas peligrosas para instalaciones eléctricas en procesos de petróleos clase 1 división 1 y clase 1 división 2

2.2.2. NORMA ANSI C80.5

Requisitos para el conducto de aleación de aluminio utilizado como pista para los cables de un sistema eléctrico.

2.2.3. ANSI/ISA – TR12.24.01

Realiza recomendaciones para Instalaciones Eléctricas en Áreas Clasificadas como Clase 1, Zona 0, Zona 1, o Zona 2, referente a gases y vapores inflamables.

2.2.4. NORMA NFPA-30-1.7

En la Sección 1.7 del NFPA 30 se hace referencia a la definición y clasificación de los líquidos inflamables y combustibles. Un líquido inflamable se define como un líquido cuyo punto de inflamación momentánea no excede de 100°F, al ser sometido a prueba mediante métodos de copa cerrada, mientras que un líquido combustible es aquél cuyo punto de inflamación momentánea es de 100°F o superior.

2.2.5. NORMA NFPA-70 (NEC)

Para aplicaciones específicas, el equipo eléctrico que se instale no se permitirá estar en un área peligrosa (clasificada) se puede utilizar en combinación con gas combustible equipo de detección.

2.2.6. NORMA NFPA –496

El National Electric Code (NEC) en su artículo 500-4 (d) establece que equipos que no fueron diseñados a prueba de explosión pueden ser instalados en áreas clasificadas mediante la aplicación de Purga y Presurización como método de protección.

La norma NFPA- 496 define Purga como el proceso de suministrar a un envolvente el suficiente flujo de gas protector (con una presión positiva) de manera que la concentración inicial de cualquier gas o vapor flamable en el interior del gabinete se reduzca a un nivel aceptable; mientras que la Presurización es definida como el proceso de suministrar a un envolvente un gas protector (con o sin un flujo continuo) y la presión suficiente para prevenir la entrada de vapores, líquidos o gases inflamables, o de polvos o fibras combustibles.

2.2.7. NORMA NFPA –497

Hace referencia a la clasificación de líquidos, gases o vapores inflamables y de lugares peligrosos (clasificados) para instalaciones eléctricas en áreas de procesos químicos tiene una estrecha relación con los requisitos para instalaciones

eléctricas para lugares peligrosos (clasificados), incluidos en el NFPA 70®: Código Eléctrico Nacional®. A fin de garantizar una correlación con las modificaciones efectuadas en la edición 2008 del Código Eléctrico Nacional (NEC®).

2.3. NORMAS UTILIZADAS PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO

2.3.1. API

2.3.1.1. NORMA API-RP-500

Áreas Clase I. Son áreas en las cuales están o pueden estar presentes en el aire, gases o vapores inflamables en cantidades suficientes para producir mezclas explosivas o inflamables.

Áreas Clase II. Son áreas que son peligrosas debido a la presencia de polvos combustibles.

Áreas Clase III. Son áreas que son peligrosas por la presencia de fibras o partículas volátiles fácilmente inflamables, pero en las cuales es poco probable que dichas fibras o partículas estén suspendidas en el aire en cantidades suficientes para producir mezclas inflamables.

División de la Clase I. Dentro de las áreas Clase 1 se reconocen dos divisiones.

Área Clase I División 1. Es el área en la cual:

- a) Pueden existir continuamente bajo condiciones normales de operación, concentraciones de gases o vapores explosivos o inflamables.
- b) Existen intermitentemente o periódicamente concentraciones peligrosas de gases o vapores inflamables, en condiciones normales de operación.
- c) Pueden existir frecuentemente concentraciones de gases o vapores explosivos o inflamables debidos a trabajos de reparación o mantenimiento, o por causa de fugas.
- d) Una interrupción o una falla en la operación de los equipos o del proceso que pueda provocar la formación de concentraciones peligrosas de gases o vapores inflamables y simultáneamente provocar también la falla del equipo eléctrico.

Área Clase I División 2. Son lugares en donde se manejan, procesan o usan líquidos volátiles, gases o vapores inflamables, que están normalmente confinados en recipientes o sistemas cerrados, pero de los cuales puedan escapar en caso de ruptura o avería accidental de los recipientes o sistemas, o en caso del funcionamiento anormal de los equipos por medio de los cuales se manejan dichos líquidos, gases o vapores.

Una adecuada ventilación de presión positiva impide normalmente la concentración de gases o vapores inflamables, pero que pueden convertirse en peligrosos por falla o funcionamiento anormal del equipo de ventilación.

Están contiguos a los de Clase I, División 1, a los cuales puedan llegar ocasionalmente concentraciones de gases o vapores inflamables, a menos que pueda evitarse tal comunicación por medio de un adecuado sistema de ventilación de presión positiva de una fuente de aire limpio y se provean dispositivos seguros para evitar las fallas del sistema de ventilación.

2.3.2. NEMA Standard 3-14-1979

2.3.2.1. Sección 3. Designaciones De Clase Carga / Tramo

Existen tres categorías de carga de trabajo para una bandeja porta cable:

50 lbs/ ft lineal. (Letra A) - 75 lbs/ ft lineal. (Letra B) - 100 lbs/ ft lineal. (Letra C)

Y cuatro categorías de espaciado entre soportes (Tramo):

8 pies - 12 pies - 16 pies - 20 pies

Basándose en lo anterior la tabla siguiente permitirá la ubicación adecuada de los soportes.

CARGA DESIGNACIÓN CARGA/TRAMO				
CLASE	DISTANCIA ENTRE SOPORTES		CARGA DE TRABAJO	
	ft	m	Lbs/ft	Kg/m
8A	8	2.4	50	75
8B	8	2.4	75	112
8C	8	2.4	100	149
12A	12	3.7	50	75
12B	12	3.7	75	112
12C	2	3.7	100	149
16A	16	4.9	50	75
16B	16	4.9	75	112
16C	16	4.9	100	149
20A	20	6.1	150	75
20B	20	6.1	75	112
20C	20	6.1	100	149

Tabla 1. Designación carga/tramo

2.3.3. NEMA 4X

Referencia de protección a gabinetes y/o cajas de control o paso eléctrico, utilizados en interiores y exteriores, cumpliendo con estándares de resistencia al polvo, agua (con manguera a presión), acceso no autorizado y a la corrosión.

2.3.4. NEC

2.3.4.1. Sección 318-9. Número de cables multiconductores de 2.000 Volt nominales o menos en bandejas.

El número de cables multiconductores de 2.000 Volt nominales o menos permitidos en una sola bandeja de cables, no debe superar lo establecido en esta Sección. Las secciones transversales utilizadas en esta bandeja se refieren tanto a conductores de cobre como de aluminio.

(a) Cualquier combinación de cables. Cuando una bandeja de cables tipo escalera o canaleta ventilada contenga cables multiconductores de potencia o de

iluminación o cualquier mezcla de cables multiconductores de potencia, iluminación, mando y señales,

el número máximo de cables cumplirá lo indicado a continuación:

(1) Si todos los cables son del N°. 4/0 o mayores, la suma de los diámetros de todos ellos no debe superar el ancho de la bandeja y los cables irán instalados en una sola capa.

2.3.5. ANSI

2.3.5.1. ANSI/ISA – TR12.24.01

Recomendaciones para Instalaciones Eléctricas en Áreas Clasificadas como Clase 1, Zona 0, Zona 1, o Zona 2.

Zonas de la Clase I

Área Clase I, Zonas 0, 1 y 2

Área Clase I, Zona 0. Es un lugar en donde:

- a) Están presentes continuamente concentraciones inflamables de gases o vapores inflamables.
- b) Las concentraciones inflamables de gases o vapores inflamables están presentes por largos periodos de tiempo.

Área Clase I, Zona 1. Es un lugar en el cual:

- a) Las concentraciones inflamables de gases o vapores inflamables se encuentran probablemente bajo condiciones normales de operación.
- b) Las concentraciones de gases o vapores inflamables pueden existir frecuentemente debido a trabajos de reparación o mantenimiento, o por causa de fugas.
- c) Una interrupción o una falla en la operación de los equipos o del proceso que puedan provocar la formación de concentraciones peligrosas de gases o vapores inflamables y simultáneamente provocar también la falla del equipo eléctrico de tal modo que cause que el equipo eléctrico se convierta en una fuente de incendio.
- d) Sea una área adyacente a una área Clase 1, Zona 0 desde la cual concentraciones inflamables de vapores puedan ser comunicadas, a menos que la

comunicación sea prevista de una adecuada ventilación de presión positiva de una fuente de aire limpio, y sean previstas de dispositivos seguros para evitar las fallas del sistema de ventilación.

Área Clase I, Zona 2. Es un lugar en el cual:

- a) Las concentraciones inflamables de gases o vapores inflamables no ocurren en operación normal y si ocurren existen únicamente por cortos periodos de tiempo.
- b) Los líquidos volátiles inflamables, gases o vapores inflamables son manejados, procesados o usados, pero en los cuales, los líquidos, gases o vapores son normalmente confinados dentro de contenedores o sistemas cerrados, pero de los cuales puedan escapar en caso de ruptura o avería accidental de los contenedores o del sistema, o en caso de una operación anormal del equipo en el cual son manejados los líquidos o gases.
- c) Las concentraciones inflamables de gases o vapores inflamables normalmente son prevenidos por ventilación mecánica positiva, pero la cual puede volverse peligrosa por falla o funcionamiento anormal del equipo de ventilación.
- d) Sea adyacente a una área Clase 1, Zona 1 desde la cual, concentraciones inflamables de gases o vapores inflamables puedan ser comunicadas, a menos que la comunicación sea prevista de una adecuada ventilación de presión positiva de una fuente de aire limpio, y sean previstas de dispositivos seguros para evitar las fallas del sistema de ventilación.

2.4. ÁREAS NO PELIGROSAS

En las instalaciones de La Refinería La Libertad, existen áreas en que la liberación de sustancias inflamables ocurre raramente en algunas operaciones, que no justifica considerarlas como áreas peligrosas y son las siguientes:

Área libremente ventilada. Se considera a cualquier edificio, cuarto o espacio a la intemperie, que no presente obstrucciones a la circulación natural del aire a través de él, vertical u horizontalmente, estas áreas pueden estar techadas, cerradas en uno de sus lados.

Áreas libremente ventiladas en las que se tengan las sustancias inflamables dentro de sistemas cerrados de tubería, tanques, y que estén formados únicamente por los tubos, conexiones, bridas, medidores y válvulas, siempre y cuando se proporcione un mantenimiento adecuado. En áreas en donde pueda tenerse un mantenimiento deficiente debe considerarse a las conexiones, bridas, medidores y válvulas como fuentes de peligro.

Áreas con ventilación restringida, en las que los sistemas de tubería para las sustancias inflamables que no contengan válvulas, conexiones, bridas ni otros accesorios.

2.4.1. Lugares libremente ventilados.

2.4.1.1. *Productos más pesados que el aire.* En términos generales, una fuente de peligro de productos más pesados que el aire, dará origen en todas direcciones a un área rectangular peligrosa de la División 2 en el plano vertical, que se debe extender 8m hacia arriba y hacia los lados, a partir de la fuente de peligro.

Más otra área, en el mismo plano, que se extiende horizontalmente hasta 15m de la fuente de peligro y verticalmente, hasta 8m de altura sobre el piso, y finalmente, a un área de 60cm de altura, que se extiende horizontalmente hasta 30m de la fuente de peligro



Figura 6. Tanque de LPG

2.4.1.2. Productos más ligeros que el aire. Una fuente de peligro de productos más ligeros que el aire da origen a un área rectangular peligrosa División 2, que se extiende 8m hacia arriba y 5m hacia abajo y hacia los lados, a partir de la fuente de peligro.



Figura 7. Tanque de Fuel Oil

2.4.1.3. Fuera de las plantas de proceso. Si existen fuentes de peligro cercanas al nivel de piso, en lugares adecuadamente ventilados, que manejen productos que desprendan vapores o gases inflamables se considera:

Un área peligrosa de la Clase 1, División 2, que se extiende hasta 8m en el plano vertical y horizontal a partir de la fuente de peligro.

Un área peligrosa de la División 2 que se extiende horizontalmente hasta 15m de distancia a partir de la fuente de peligro y en el plano vertical 8m desde el nivel de piso terminado. Del límite de esta área, en sitios en que puedan ocurrir liberaciones apreciables de productos inflamables, se tiene un área adicional de la División 2 que se extiende en el plano horizontal hasta 15m y en el plano vertical 60cm.

Para delimitar las áreas peligrosas se debe determinar las posibles fuentes de peligro, que resultan prácticamente imposibles de evitar en forma absoluta durante la operación del equipo o bien durante las reparaciones, mantenimiento o trabajos de limpieza, como son las fugas en empaques y uniones mecánicas; así como los sitios en que deliberadamente puede liberarse a la atmósfera productos inflamables, como en las áreas de efluentes.

Para este caso particular en La Refinería La Libertad el lugar más idóneo para la ubicación de la ductería sería a un costado del PIPE TRACK ya que es un lugar de fácil acceso para mantenimiento, instalaciones futuras de otras redes eléctricas y además cumple con las normas de seguridad que necesita la empresa.

2.5. CLASIFICACIÓN DE ÁREAS PELIGROSAS.

2.5.1. Zona de Tanques

Dependiendo del líquido que contenga el tanque tendrá su clasificación, pero en el caso de mayor peligro que es cuando el tanque contiene LPG el interior del tanque pertenece a la clasificación Clase I, División 1, mientras que en el exterior del mismo desde su superficie hasta 3m de manera horizontal y vertical, esta zona pertenece a la clasificación CLASE I, División 2 es por esto que no existen riesgos al momento y se da cumplimiento a los estándares internacionales.

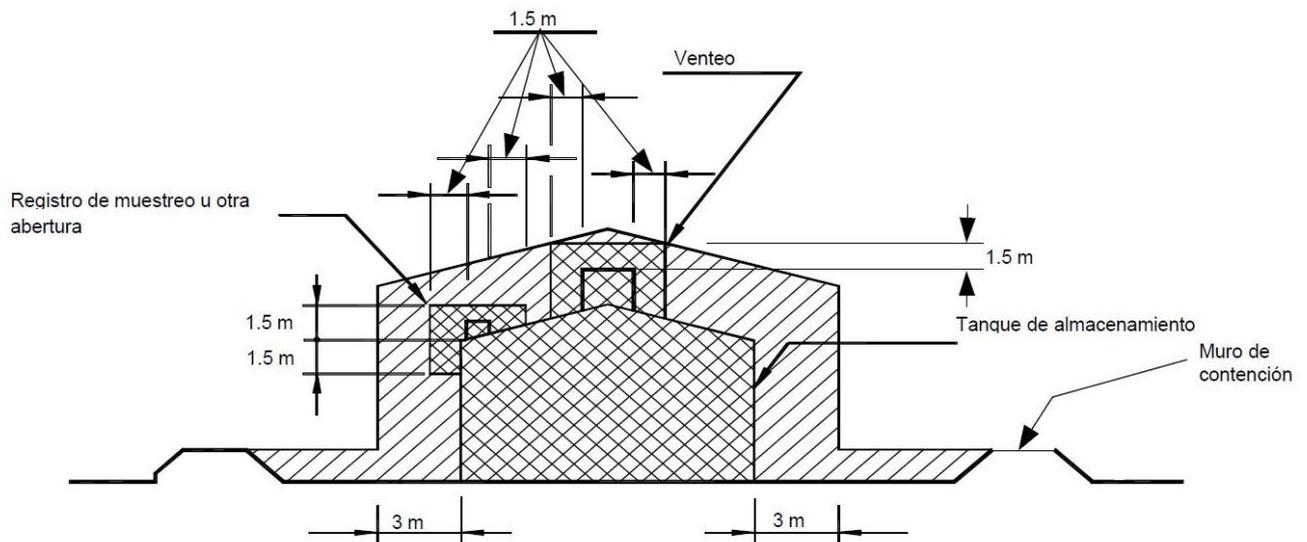
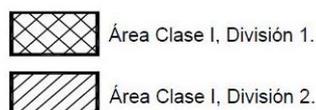


Figura 8. Zonas de peligro del tanque



2.5.2. Pipe Track

El Pipe Track es una zona que pertenece a la clasificación Clase I, División 2 puesto que en condiciones normales de funcionamiento no existe ningún tipo de emanaciones de gases ni vapores inflamables que puedan afectar a las instalaciones eléctricas.

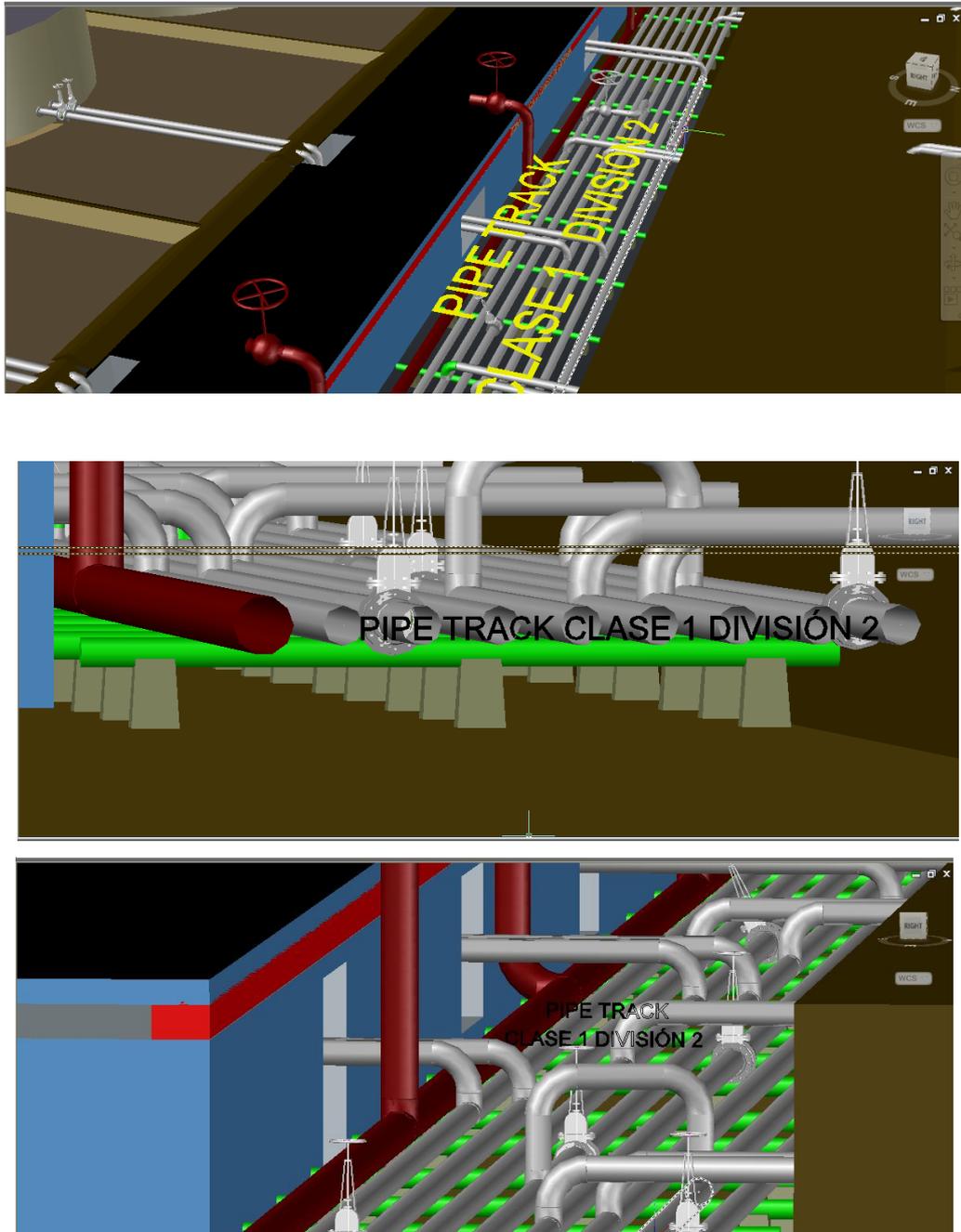


Figura 9. Modelado 3D del Pipe Track RLL

División 1. Cada fuente de peligro debe considerarse rodeada por un volumen de atmósfera peligrosa. Si es un área de la División 1, debe considerarse rodeada por un área de la División 2, de extensión suficiente para garantizar la dilución, hasta concentraciones no peligrosas de los gases o vapores inflamables contenidos en la atmósfera del área de la División 1.

División 2. Para fines prácticos, los volúmenes de la División 2 que rodeen a las fuentes de peligro, no necesariamente deben limitarse por círculos en el plano horizontal, sino que podrán tener la forma de paralelepípedos rectangulares, orientados según ejes que correspondan a la disposición del equipo de la planta; pero en ningún caso estos paralelepípedos tendrán dimensiones menores que las especificadas por los organismos de control.

2.6. SELECCIÓN DE EQUIPO E INSTALACIONES ELÉCTRICAS.

2.6.1. Instalaciones eléctricas en áreas Clase I.

Como medida de seguridad, deben evitarse, o al menos limitarse al mínimo, las instalaciones eléctricas en las áreas peligrosas clasificadas.

La localización de equipo eléctrico en áreas menos peligrosas o no peligrosas, reduce la cantidad de equipo especial requerido en cada caso y proporciona mayor seguridad en la operación del equipo.

Cuando por ser indispensable, que el equipo o las instalaciones eléctricas quedan localizadas dentro de las áreas peligrosas de la Clase I, División 1 ó 2, deben estar de acuerdo con lo que se especifica para cada uno de ellos.

División 1. En las áreas de la División 1, el equipo y las instalaciones eléctricas deben ser a prueba de explosión. Debe emplearse tubo (conduit) metálico tipo pesado, roscado y los receptáculos y clavijas de los aparatos o instrumentos deben contar con un medio para conectar el conductor de tierra del cable.

Las fuentes de ignición que provocan chispas, tales como interruptores, fusibles, contactos y relevadores de un control, deben instalarse en cajas a prueba de explosión.

Los aparatos eléctricos, que en condiciones normales de servicio, no provocan chispa o arcos eléctricos, tales como terminales y caja de terminales, transformadores de control, equipo de medición, de señalización y control, contruidos bajo el principio de aparatos intrínsecamente seguros, pueden instalarse en cajas de uso general.

División 2. En las áreas de la División 2, deben ser a prueba de explosión los receptáculos, clavijas, extensiones de alumbrado, y todo el equipo que posea contactos o dispositivos capaces de producir arco eléctrico o altas temperaturas.

2.6.2. Canalizaciones

División 1 y 2. Las canalizaciones deben ser con tubo metálico rígido, tipo pesado, roscado, grado de calidad A, de acuerdo a la norma NOM-B-208-última edición.

Las canalizaciones aéreas pueden ser de aluminio libre de cobre de acuerdo a la norma ANSI C80.5 última edición o equivalente.

Las canalizaciones subterráneas deben ser de tubo metálico rígido como se especifica en el párrafo anterior; instaladas como mínimo a 50cm de profundidad y cubiertas con concreto pintados de rojo, para su identificación.

Cuando los conductores sean aprobados para instalarse enterrados, se deben localizar instaladas como mínimo a 50cm de profundidad.

2.6.3. Cajas de conexiones, de paso y uniones.

División 1. Las cajas de conexión y los accesorios deben ser a prueba de explosión, roscados para su conexión con el tubo, por lo menos 5 vueltas completas de rosca.

División 2. Las cajas de conexión y los accesorios no se requiere a prueba de explosión, con excepción de envoltentes que contengan dispositivos que produzcan chispa los cuales deben ser a prueba de explosión, roscados para su conexión con el tubo, por lo menos 5 vueltas completas de rosca, con tablillas terminales u otro sistema para fijar y conectar los conductores.

2.6.4. Tomas de corriente.

División 1 y 2.

Los receptáculos para tomas de corriente, así como las clavijas que se conectan a ellos, deben ser a pruebas de explosión y contar con un conector fijo para conexión a tierra y asegurar la conexión a dicho conector, del conductor de puesta a tierra.

2.6.5. Registros de ductos subterráneos

Los registros eléctricos se deben instalar en los límites de baterías de las áreas de proceso.

División 1 y 2. Debe evitarse que los registros de los ductos subterráneos queden localizados dentro de áreas peligrosas, pero cuando no sea posible deben construirse a prueba de explosión, utilizando cajas de paso para continuar la trayectoria de la tubería (conduit) o bandejas portacables en estas áreas.

2.7.DIMENSIONAMIENTO DE CONDUCTORES

Divisiones 1 y 2.

Los conductores no deben localizarse en lugares donde están expuestos a líquidos, gases o vapores inflamables, que tengan efectos dañinos, ni donde estén expuestos a temperaturas excesivas.

Cuando se juzgue que los líquidos o las condensaciones de vapores inflamables puedan depositarse sobre o ponerse en contacto con el aislante de los conductores, éste debe estar protegido por una cubierta de plomo o medios similares aprobados para áreas Clase I.

La instalación de los conductores debe ser de manera que se eviten tensiones de tracción en los accesorios de su canalización.

La instalación visible de conductores aislados sobre aisladores, no debe usarse en áreas y locales peligrosos.

En caso de instalar cables multiconductores de señales o bien cables tripolares, con el cuarto conductor de tierra y cubierta final de PVC, éstos se pueden instalar en bandejas metálicas para cables, y protegidos con tubo conduit en áreas o lugares expuestos a golpes o daños originados por la atmósfera.

Los conductores de un circuito intrínsecamente seguro, no deben instalarse en la misma canalización, caja de conexión o de salida, u otro accesorio, con conductores de otro circuito, a menos que pueda instalarse una barrera adecuada, que separe los conductores de los circuitos.

Los cables móviles o viajeros, que se instalen en locales peligrosos, deben sujetarse firmemente en cajas a prueba de explosión, que tengan boquillas para la

inserción de cables, forrados con hule o cinta especial de neopreno, para hacer un cierre hermético.

2.7.1. Conductores permitidos en División 1

Conductores tipo MI. Son cables ensamblados de uno o más conductores aislados, con aislamiento mineral que soporte tensiones hasta 600 V, 363.15 K (90° C) y cubierta continua de cobre o de aleación de acero hermética a los líquidos y gases, puede emplearse para instalaciones ocultas y visibles, pueden ir soportados en bandejas metálicas.

Conductores tipo MC aprobados para áreas Clase I, División 1. Son cables ensamblados de uno o más conductores aislados con cubierta continua de aluminio corrugado hermética a los líquidos y gases, con recubrimiento exterior de material polimérico, pueden emplearse para instalaciones visibles

Los cables de fibra óptica no conductora (dieléctricos), aprobados como intrínsecamente seguro para áreas clasificadas peligrosas pueden emplearse para sistemas de control, señalización y comunicaciones.

2.7.2. Conductores permitidos en División 2

Los conductores empleados para instalarse en áreas de la División 1, se permiten utilizar en áreas de la División 2.

Conductores tipo PLTC. Son cables de potencia limitada, ensamblados de dos o más conductores de cobre aislados, bajo una cubierta no metálica, el aislamiento debe ser para una tensión de operación no menor de 300 volts, instalados en soporte para cables tipo bandeja en canalizaciones.

Conductores tipo ITC. Son cables de aplicación en circuitos de instrumentación y control, ensamblados de dos o más conductores de cobre, con aislamiento para 300 Volts, con o sin conductor de tierra y encerrados en una cubierta no metálica, con o sin pantalla Se permiten emplear en soporte para cable tipo bandeja.

Conductores tipo TC. Son cables de energía y control, ensamblados dos o más conductores aislados con o sin conductores de puesta a tierra, cubiertos o desnudos, en una cubierta termoplástica y resistente a la propagación de la flama, se permiten emplear en soporte para cable tipo bandeja.

Los conductores Clase AC no deben usarse en áreas y locales peligrosos, a excepción de permitirse en el alambrado de circuitos no-inflamables.

Estos conductores fueron tomados como referencia puesto que cumplen con las normas técnicas en y tienen todos los avales en instalaciones industriales.

2.7.3. Tipo de conductor y forma de instalación:

Existen diferentes tipos de conductores y por razones de seguridad para las personas y los bienes, según cada tipo existen formas en las cuales los mismos deben ser instalados.

Los conductores pueden ser desnudos o aislados. Los conductores aislados pueden ser unipolares o multipolares, en este caso los cables serán armados.

El más usado es el cobre comparativamente, para igual sección el aluminio tiene 61% más de resistencia eléctrica que el cobre; posee además una conductividad térmica más baja lo que disminuye la eficiencia en la disipación de calor por conducción y convección que no viene a ser un problema para este caso.

La instalación para la línea monofásica regulada, línea trifásica, sistema contra incendios y la línea de control será de la siguiente manera:

Desde la sub-estación #4 hasta el costado del pipe track mediante bandejas portacables aseguradas con tornillos y tacos fisher a la pared.

Desde el filo del pipe track hasta las cajas de distribución mediante bandejas portacables aseguradas con soportes.

Desde las cajas de distribución hasta los tanques mediante bandejas portacables aseguradas con soportes pegados al tanque.

Los conductores designados para este trabajo son los siguientes:

2.7.4. Especificaciones técnicas

2.7.4.1. CONDUCTORES PARA EL CALIBRE #600 #500 #4/0 #2/0 #1/0 #2

CCW ARMORED POWER, 15 KV 133%, SHIELDED, 3/C

UL Type MC-HL, XLPE, 600 V, 90°C, Cable Tray Use, Sunlight-Resistant

UL Marine Shipboard Cable, ABS CWCMC



<p>Construcción del producto: Cobre desnudo recocido según la norma ASTM B3 Pacto de Varamientos según la norma ASTM B496</p> <p>Chaqueta: Retardante de llamas, la humedad y la luz solar, resistente al cloruro de polivinilo (PVC) Rendimiento a baja temperatura de acuerdo a ASTM D746 Temperatura de fragilidad en o por debajo de -40 ° C</p> <p>Corrugado Soldado Continuo: Impermeable, continuo y soldado Cubierta de aleación de aluminio corrugado por UL 1072 y UL 1569 Cumple con la conductividad de armadura CAC Requisitos de la tierra NEC</p>	<p>Aplicaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • CCW blindado de media tensión de alimentación ofrecen una solución económica, alternativa robusta y fiable para métodos de cableado intenso. • Usados para el uso en alimentadores y circuitos derivados en sistemas industriales de distribución de energía por los artículos 328 y 330 del NEC. • Para el uso en la clase I, II y III, Divisiones 1 y 2, y clase I, las zonas 1 y 2 lugares peligrosos por los artículos NEC 501, 502, 503 y 505 • Instalado en bastidores de metal, en canales, en bandejas de cable o soportes espaciados no más de seis pies de distancia. • Instalado en campos expuestos y el trabajo oculto, en lugares húmedos o secos, directamente enterrado o embebido en concretas. <p>• Reconocido por su uso en fijo o flotante de las instalaciones petroleras en alta mar según lo recomendado por la American Petroleum Institute</p> <p>Características:</p> <ul style="list-style-type: none"> • CCW proporciona una armadura impermeable barrera a la humedad, gases y líquidos y cumple con los requisitos de puesta a tierra de la norma UL 1072 y el NEC. • Triple Extrusión 	<p>Características: (continuación)</p> <ul style="list-style-type: none"> • El sistema de aislamiento de General Cable EPR tiene una resistencia excepcional de alta rigidez dieléctrica, y le proporciona estabilidad eléctrica. • Cable cumple impacto en frío a -40 ° C • Temperatura de 105 ° C en continuo funcionamiento húmeda o seca • Valoración de emergencia 140 ° C • Valoración del 250 ° C cortocircuito <p>Especificaciones:</p> <p>Diseño de adhesión: ICEA S-93-639/WC-74, 5 a 46 kV Blindado cable de alimentación AEIC CS8 Especificación para blindaje Cable de alimentación, 5 a 46 kV UL 1072 de alimentación de cables de media tensión UL 1569 de metal con revestimiento de cables UL 2225 Cables y Accesorios de cable para su uso en lugares peligrosos UL 1309 Cable a bordo del mar</p> <p>Llama Pruebas: T ICEA-29-520 (210.000 BTU / hr) IEEE 383 (70 000 BTU / hr) GSA FT4 IEEE 1202 (70.000 BTU / hr) UL 1072 -IEC 60332-3 Categoría A</p>
---	---	--

Tabla 2. Especificaciones técnicas del conductor MC-HL

2.7.4.2. CONDUCTORES PARA EL CALIBRE #12 #14 #16

CCW ARMORED CONTROL WITH GROUNDING CONDUCTOR

UL Type MC-HL, XLPE, 600 V, 90°C, Cable Tray Use, Sunlight-Resistant,

Direct Burial UL Marine Shipboard Cable, ABS CWCMC



<p>Construcción del producto: Cobre desnudo recocido según la norma ASTM B3 Pacto de Varamientos según la norma ASTM B496</p> <p>Chaqueta: Retardante de llamas, la humedad y la luz solar, resistente al cloruro de polivinilo (PVC) Rendimiento a baja temperatura de acuerdo a ASTM D746 Temperatura de fragilidad en o por debajo de -40 °C</p> <p>Corrugado Soldado Continuo: Impermeable, continuo y soldado Cubierta de aleación de aluminio corrugado por UL 1072 y UL 1569 Cumple con la conductividad de armadura CAC Requisitos de la tierra NEC</p>	<p>Aplicaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • CCW blindado de media tensión de alimentación ofrecen una solución económica, alternativa robusta y fiable para métodos de cableado intenso. • Usados para el uso en alimentadores y circuitos derivados en sistemas industriales de distribución de energía por los artículos 328 y 330 del NEC. • Para el uso en la clase I, II y III, Divisiones 1 y 2, y clase I, las zonas 1 y 2 lugares peligrosos por los artículos NEC 501, 502, 503 y 505 • Instalado en bastidores de metal, en canales, en bandejas de cable o soportes espaciados no más de seis pies de distancia. • Instalado en campos expuestos y el trabajo oculto, en lugares húmedos o secos, directamente enterrado o embebido en concretas. • Reconocido por su uso en fijo o flotante de las instalaciones petroleras en alta mar según lo recomendado por la American Petroleum Institute <p>Características:</p> <ul style="list-style-type: none"> • CCW proporciona una armadura impermeable barrera a la humedad, gases y líquidos y cumple con los requisitos de puesta a tierra de la norma UL 1072 y el NEC. • Triple Extrusión • Aplacador de campos electromagnéticos 	<p>Características: (continuación)</p> <ul style="list-style-type: none"> • El sistema de aislamiento de General Cable EPR tiene una resistencia excepcional de alta rigidez dieléctrica, y le proporciona estabilidad eléctrica. • Cable cumple impacto en frío a -40 °C • Temperatura de 105 °C en continuo funcionamiento húmeda o seca • Valoración de emergencia 140 °C • Valoración del 250 °C cortocircuito <p>Especificaciones: Diseño de adhesión: ICEA S-93-639/WC-74, 5 a 46 kV Blindado cable de alimentación AEIC CS8 Especificación para blindaje Cable de alimentación, 5 a 46 kV UL 1072 de alimentación de cables de media tensión UL 1569 de metal con revestimiento de cables UL 2225 Cables y Accesorios de cable para su uso en lugares peligrosos UL 1309 Cable a bordo del mar Llama Pruebas: T ICEA-29-520 (210,000 BTU / hr) IEEE 383 (70 000 BTU / hr) CSA FT4 IEEE 1202 (70,000 BTU / hr) UL 1072 - IEC 60332 -3 Categoría A</p>
--	--	--

Tabla 3. Especificaciones técnicas del conductor MC-HL

2.7.4.3. CONDUCTORES PARA EL CALIBRE #16

CCW/ARMORED INSTRUMENTATION, PAIRS/TRIADS, INDIVIDUAL AND OVERALL SHIELD UL Type ITC-HL/PLTC, XLPE, 300 V, 90°C, Sunlight-Resistant, Direct Burial UL Marine Shipboard Cable, ABS CWCMC



<p>Construcción del producto: Cobre desnudo recocido según la norma ASTM B3 Pacto de Varamientos según la norma ASTM B496</p> <p>Corrugado Soldado Continuo: Impermeable, continuo y soldado Cubierta de aleación de aluminio corrugado por UL 1072 y UL 1569 Cumple con la conductividad de armadura CAC Requisitos de la tierra NEC</p> <p>CCW Armadura: Impermeable, soldada y cubierta de aleación de aluminio corrugado por UL 1569. Conductividad armadura CAC se reúne el requisitos de puesta a tierra de NEC Artículo 250</p> <p>Chaqueta En general: Ignífugo, resistente a la la humedad y la luz solar resistente al cloruro de polivinilo (PVC) por las normas UL 13 y 2250. El rendimiento a baja temperatura se reúne ASTM D746 temperatura de fragilidad en o por debajo de -40 °C</p>	<p>Aplicaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • CCW cables de instrumentación blindados con pares apantallados individualmente o tríadas y un escudo global para proporcionar una protección superior y fiabilidad contra el daño físico para su uso en instrumentación y control de procesos aplicaciones que requieren la ITC-NS o métodos PLTC de blindaje donde haya métodos de cableado extremo EMI y EMI • Uso en bandeja portacables de potencia limitada en los circuitos de valor nominal de 150 V o menos y 6 amperios o menos en la clase 2 o clase 3 de acuerdo con NEC Artículo 725 • Uso en bandejas de cables de instrumentación en los circuitos de valor nominal de 150 V o menos y 6 amperios o menos de acuerdo con NEC Artículo 727 • Reconocido por su uso en clase I, II, y III, Divisiones 1 y 2, o Clase I, Zonas 1 y 2 lugares peligrosos por NEC Los artículos 501, 502, 503, y 505 <p>Características:</p> <ul style="list-style-type: none"> • CCW proporciona una armadura impermeable barrera a la humedad, gases y líquidos y cumple con los requisitos de puesta a tierra de la norma UL 1072 y el NEC. • Triple Extrusión • Aplacador de campos electromagnéticos 	<p>Características: (continuación)</p> <ul style="list-style-type: none"> • El sistema de aislamiento de General Cable EPR tiene una resistencia excepcional de alta rigidez dieléctrica, y le proporciona estabilidad eléctrica. • Cumple impacto en frío a -40°C • Temperatura de 105°C en continuo funcionamiento húmeda o seca • Valoración de emergencia 140°C • Valoración del 250°C cortocircuito <p>Especificaciones: Diseño de adhesión: ICEA S-93-639/WC-74, 5 a 46 kV Blindado cable de alimentación AEIC CS8 Especificación para blindaje Cable de alimentación, 5 a 46 kV UL 1072 de alimentación de cables de media tensión UL 1569 de metal con revestimiento de cables UL 2225 Cables y Accesorios de cable para su uso en lugares peligrosos UL 1309 Cable a bordo del mar Llama Pruebas: T ICEA-29-520 (210.000 BTU / hr) IEEE 383 (70.000 BTU / hr) GSA FT4 – IEEE 1202 (70.000 BTU / hr) UL 1072 – IEC 60332-3 Categoría A</p>
--	---	---

Tabla 4. Especificaciones técnicas del conductor ITC-HL

2.8.DIMENSIONAMIENTO DE CANALIZACIONES

Al momento de diseñar y planificar un sistema de canalización mediante bandejas portacables, sobre los siguientes nueve factores recae la mayor importancia para obtener el sistema más apropiado a las necesidades del proyecto y presupuesto:

- Materiales y Acabado
- Tipos de fondo de la Bandeja Portacables
- Clase de Designación NEMA
- Dimensiones – Altura cargante / Ancho de Bandeja

2.8.1. Materiales y Acabado

Al momento de realizar la selección del sistema de bandejas portacables y la planificación de la instalación de las mismas. Una de las fases más importantes de este proceso recae sobre la elección del tipo de material y acabado que debe tener la bandeja, sin embargo para este diseño se ha optado por las bandejas portacables de acero inoxidable ya que satisface todas las necesidades que se requieren.

Tal vez el punto más importante a tener en consideración será el medio en el que se vaya a realizar la canalización, si estamos hablando de ambientes con un alto grado de corrosión la mejor opción es el acero inoxidable, existen en varias clases pero las más destacadas son las siguientes

2.8.1.1. Acero inoxidable

Las bandejas portacables de acero inoxidable son elaboradas de láminas de acero inoxidable AISI tipo 304 o 316L. Ambos son no magnéticos y pertenecen al grupo de los aceros llamados austeníticos.

2.8.1.1.1. Acero inoxidable 316L

Ofrece Máxima Protección a la corrosión en todos los ambientes, principalmente utilizado en las industrias químicas o petroquímicas. Se recomienda la instalación de la bandeja en acero inoxidable 316L especialmente en ambientes muy agresivos con presencia de halógenos (flúor y cloro).

2.8.1.1.2. Acero inoxidable 304L

Ofrece una resistencia a la corrosión en todos los ambientes, principalmente utilizado en las industrias alimenticias, químicas o petroquímicas. Se recomienda la instalación de la bandeja en acero inoxidable 304L especialmente en ambientes agresivos y soportan altas temperaturas.

Ese último tipo de acero (304L) es el ideal para la puesta en marcha de este proyecto ya que soporta altas temperaturas que aquí en la Península superan los 35°C en condiciones normales, y además es resistente a los hidrocarburos.

Sus características mínimas serán las indicadas en la tabla.

Características	Grado
Resistencia a la compresión	Fuerte
Resistencia al impacto	Fuerte
Temperatura mínima de instalación y servicio	+10°C
Temperatura máxima de instalación y servicio	+60°C
Propiedades eléctricas	Continuidad eléctrica/aislante
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	Contra objetos D>1mm
Resistencia a la penetración del agua	Contra gotas de agua cayendo verticalmente
Resistencia a la corrosión	Alta
Resistencia a la propagación de la llama	No propagador

Tabla 5. Características del acero

Las bandejas portacables comerciales ser suministradas bajo requerimiento del cliente en cualquier longitud, no obstante, los largos normalizados para bandejas de acero son de 2,4 metros.

2.8.2. Tipos de fondo de la Bandeja Portacables

Es una estructura de metal prefabricada que consiste en un fondo sólido es decir sin aperturas, colocado dentro de los rieles laterales longitudinales. Este tipo de bandeja no ofrece ningún tipo de ventilación a los cables, su principal característica es dar la máxima superficie de soporte y de protección a los cables,

evitando totalmente que se puedan producir pandeos o colgaduras en los cables. Tiene su mayor aplicación en canalizaciones donde predominan cables de pequeña capacidad.

Debido a sus características es una bandeja escudo electromagnético lo que le permite ser usada en áreas donde los cables de control y data requieren ser protegidos contra las interferencias RFI. La desventaja que presentan las bandejas de fondo sólido es la humedad que puede depositarse en ellas, sin embargo puede ser controlada con perforaciones que permitan el drenaje, siempre y cuando las bandejas no sean usadas como escudo contra RFI.

De acuerdo al C.E.N, es importante tener en cuenta que las bandejas portacables de fondo sólido no están permitidas ser instaladas en áreas clasificadas Clase II, División 2. De igual forma, los cables monoplares y tipo MV tampoco están permitidos ser instalados en bandejas de fondo sólido.

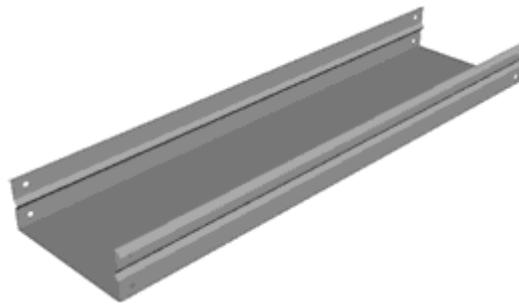


Figura 10. Bandeja portacables de fondo solido

2.8.3. Clase de Designación NEMA

Para este estudio se requiere una bandeja que pueda salvar una distancia sin posibilidad de apoyos cercana a los 2,4 metros, lo que representan unos 8 pies. Y adicionalmente pueda soportar una carga de aproximadamente unos 150 kilogramos/metro lineal, es decir 100 libras/pie lineal. De estos requerimientos tenemos:

Distancia entre soportes: 2,4 mts (8 pies)

Carga de operación: 150 Kgs/m lineal (100 Lbs/ft)

Factor de seguridad: 1.5

En la tabla de la clasificación NEMA podemos determinar fácilmente que la bandeja portacables requerida opera bajo designación NEMA 8C, la cual será utilizada para el hecho del estudio.

2.8.4. Dimensiones – Altura cargante / Ancho de Bandeja

Basado en el Código Eléctrico Nacional, Sección 318, edición COVENIN 200 del año 1999, la bandeja portacables de tamaño adecuada para una determinada aplicación depende del voltaje del sistema y del tipo de fondo de la bandeja seleccionada. A continuación se detallan métodos para la escogencia del tamaño de la bandeja según el tipo de fondo y del voltaje de operación.

CASOS	TAMAÑO DE LOS CABLES	ARTICULO NEC
1	<i>Cables 4/0 o mayores</i>	318-9 (a)(1)
2	Cables menores a 4/0	318-9(a)(2)
3	Cables 4/0 o mayor con cables menores	318-9(a)(3)
4	Cables Control/Alumbrado/Señalización	318-9(b)

Tabla 6. Designación de bandejas según el NEC

2.9. DIMENSIONAMIENTO DE SOPORTES

La colocación de soportes es vital en la instalación puesto que no todas las bandejas pueden ir subterráneas, en ciertos tramos las bandejas tendrán que ir aéreas y necesitan soportes, y las bandejas tipo escalera en su totalidad son aéreas por eso la razón de colocar soportes para la canalización.

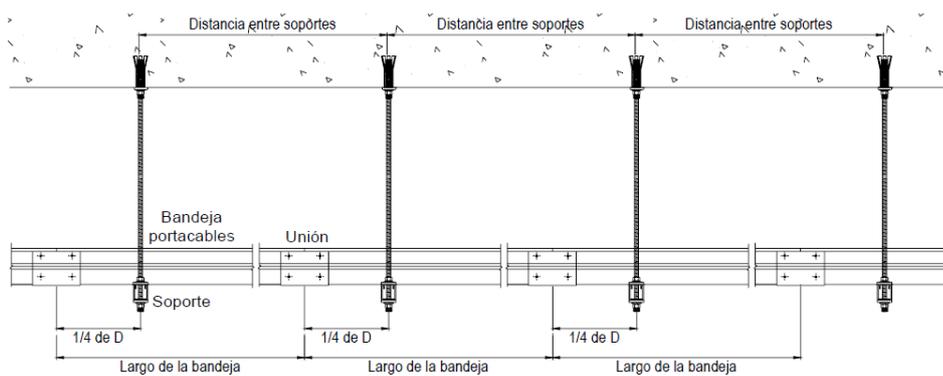
2.9.1. Localización soportes en tramos rectos

La rigidez de una bandeja portacables esta mayormente determinada por la rigidez de sus rieles laterales, a su vez esta rigidez de los rieles laterales depende proporcionalmente de la distancia que exista entre soportes a la cual se realizará la instalación, denominado espaciado entre soportes o tramo. En consecuencia, la

rigidez de un sistema de bandejas portacables y por ende su cargabilidad puede ser incrementado con tan solo reducir el espaciado entre soportes.

El sistema de soportería para bandejas portacables pueden constituir una gran porción de los costos en los que se incurren durante la instalación de un sistema de canalización mediante bandejas portacables. No sólo son los soportes los que encarecen los costos, sino también la mano de obra involucrada. Por consiguiente, para asegurar un costo de instalación eficaz es importante especificar el espaciado correcto entre soportes y su cargabilidad. Si esto se cumple, podemos asegurar que la instalación de la canalización por bandejas portacables será más rápida, a un costo más bajo, sin sacrificar calidad y seguridad.

Cuando soportamos bandejas portacables, de acuerdo a la Sección 4.3.1 de las normativas americanas NEMA VE-2, documento en el cual se sugiere que la bandeja se apoye entre el tramo de $\frac{1}{4}$ del espaciado entre soportes. Con los soportes colocados a una distancia de $\frac{1}{4}$ del tramo de la bandeja, la tensión o esfuerzo en las uniones para el empalme entre bandejas es aproximadamente cero. Usando este método se aumentará al máximo la rigidez del sistema.



D es la distancia entre soportes

Figura 11. Distancia entre soportes

Para el hecho de este estudio se ha escogido el siguiente soporte:

2.9.2. Soporte en tierra

Las bandejas que se utilizan poseen un peso máximo de 10 Kg por metro, es decir cada bandeja de 2,4 metros de longitud incluido los cables de energía y comunicación no sobrepasaran los 24kg.

Es por esto que se ha decidido utilizar, soportes tipo pi con una base sólida cubica de hormigón armado de 60cm por lado y pilares de tubo galvanizado de 2'' de diámetro y una altitud de 2m. Dichos soportes poseen una capacidad de carga de 160 Kg. Gracias a esta carga hemos optado por utilizar un soporte en cada unión de una bandeja, como se muestra en la figura.

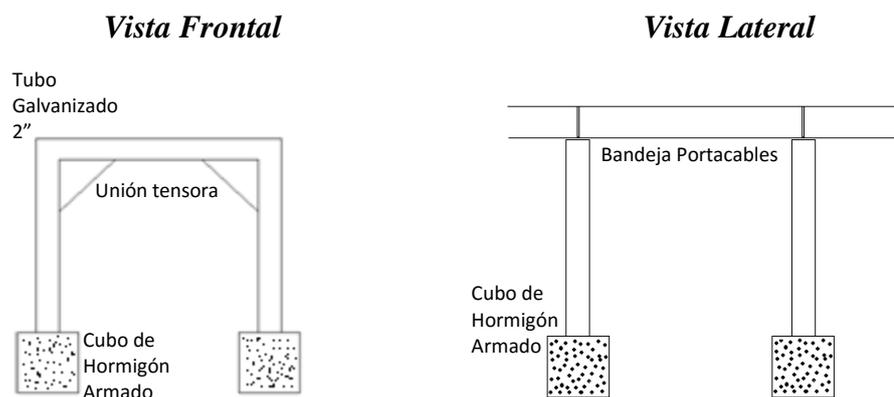


Figura 12. Vista frontal y lateral de los soportes de tierra

2.9.3. Soporte Adosado al tanque.

Para alcanzar el cable de comunicaciones al radar en la parte superior del tanque la bandeja debe subir adosada al tanque, para esto se empleará una estructura metálica en forma de ángulo, dichos ángulos están soldados directamente a la pared del tanque, con una separación de 2,4m entre soportes de acuerdo a la normativa NEMA.

La bandeja que se utiliza para llegar a la parte superior del tanque es la bandeja tipo escalera, como se muestra en la figura:

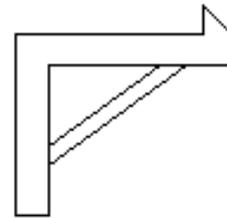
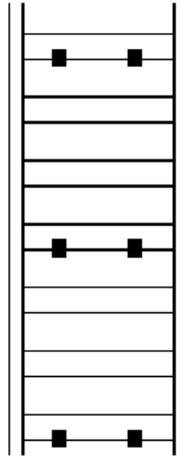


Figura 13. Bandeja tipo escalera *Figura 14. Sujetador bandejas en el tanque*

2.10. DIMENSIONAMIENTO DE PROTECCIÓN Y JUNCTION BOX

2.10.1. Circuitos de protección

Para una correcta selección de las cajas de breakers y de juntura es preciso saber la ubicación específica de las mismas, para así poder determinar en qué zona de peligro se encuentra y determinar el tipo de material a utilizarse y tomar las medidas de seguridad pertinentes.

Como se puede observar en los planos del diseño eléctrico, podemos observar que, tanto las cajas de breakers como las cajas de juntura se encuentran a más de 20 metros de las áreas catalogadas como zonas de peligro o de tipo Clase 1 división 1 y 2, por lo tanto únicamente es necesario cumplir con las normas de seguridad tipo NEMA 4X, que indica una protección directa a los circuitos, para evitar accidentes por electrocución y el ingreso de agentes externos como agua (no por inmersión), objetos sólidos (polvo soplado por el viento) y una protección leve a la corrosión.

Para el arreglo de Breakers se utilizará en cada Caja 7 Circuit Breakers, en la cual se protegerá las salidas Monofásica y ambas Trifásicas. Cada tanque contará con su protección individual, estos poseerán las siguientes características:

Monofásica

Corriente nominal: 16A

Corriente nominal de cortocircuito: hasta 20A



Figura 15. Breaker monofásico

Trifásica para Actuadores

Corriente nominal: 20A

Corriente nominal de cortocircuito: hasta 20A



Figura 16. Breaker trifásico

Trifásica para Mezcladores

Corriente nominal: 100A (para cada uno)

Corriente nominal de cortocircuito: hasta 120^a

Las cajas específicamente a utilizarse deben tener las siguientes capacidades:

CANT. TOTAL DE CAJAS	TOTAL DE TANQUES POR CAJA	NUMERO DE BREAKERS 16A MONOFASICO	NUMERO DE BREAKERS 20A TRIFASICO	NUMERO DE BREAKERS 120A TRIFASICO
1	1	1	1	4
12	2	24	24	
3	3	9	9	
1	4	4	4	
	TOTALES	38	38	4

Tabla 7. Cantidad de cajas y breakers por tanque

Las características de las cajas de la serie EN4TD24428GY será utilizada para los casos en donde se controle hasta 2 tanques, y la caja de la serie EN4TD366012GY será utilizada para esos casos en donde se controle más de dos tanques.

Part No. (ANSI 61 Gray)	Part No. (RAL7035 Light Gray)	Overall Dimensions				# of Hinges G	Optional Panel Part No.	Panel Size		Ship Wt. Lbs
		A	B	C	F			D	E	
EN4TD24428GY	EN4TD24428LG	24	42	8	20.88	2	EP2442	22.2	40.2	80
EN4TD366012GY	EN4TD366012LG	36	60	12	29.88	3	EP3660	34.2	58.2	165

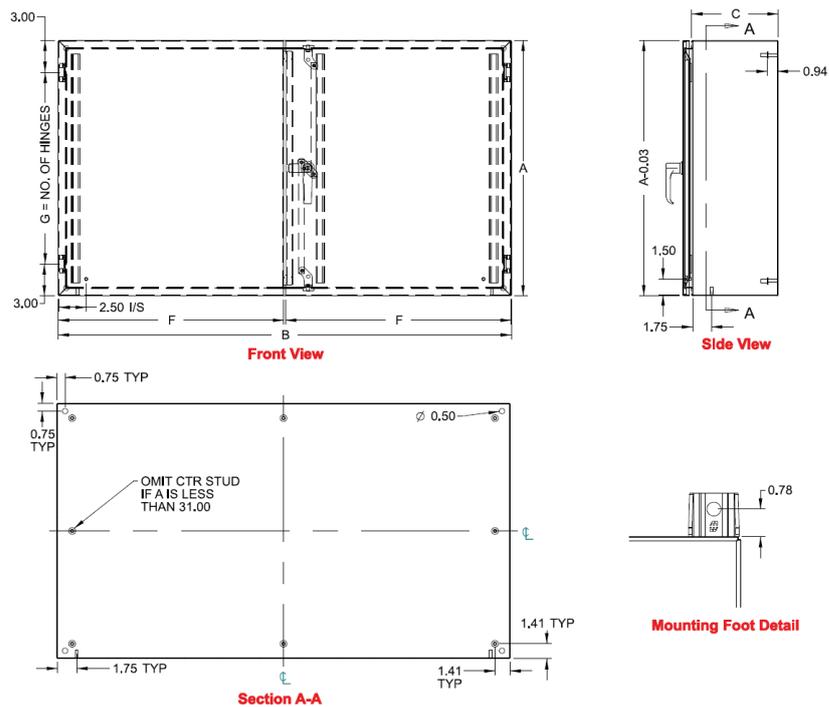


Figura 17. Características técnicas de la caja EN4TD24428GY

2.10.2. Junction Box

De igual manera que para la selección de las cajas de protección, las cajas de junta o junction box se encuentran en una zona fuera del alcance de las zonas de peligro, por lo tanto se utilizara cajas de junta con especificaciones NEMA 4X.

El objetivo de las JB es obtener una disminución del calibre del alambre y/o evitar retorno del circuito en largas distancias incrementando así los costos innecesariamente, esto se hace para llevar una sección de alambre más delgada que vaya de acuerdo con la cantidad de corriente, así economizando una gran cantidad de cable.

Las junction box hemos utilizado para reducir el calibre del alambre y evitar regresos de cable en 4 tramos del circuito, y están ubicados antes de las cajas de breakers de la siguiente manera:

JB	CIRCUITO	TANQUES
JB ₁	C1	19, 31, 46, 56
JB ₂	C2	11, 14, 16, 25
JB ₃	C2	17, 50, 51, 53
JB ₄	C3	12, 20

Tabla 8. Designación de junction box por tanque

Las cajas de juntura disminuirán el calibre del alambre de manera sustancial para así evitar que se use alambres muy gruesos.

JB	MONOFASICA REGULADA		TRIFASICA ACTUADORES	
	INGRESA	SALE	INGRESA	SALE
JB ₁	#2 AWG	#2 AWG	#1/0 AWG	#2 AWG
JB ₂	#2 AWG	#10 AWG	#4/0 AWG	3C #2 AWG
JB ₃	#10 AWG	#10 AWG	#2 AWG	#2 AWG
JB ₄	#2 AWG	#10 AWG	#2/0 AWG	2C #2 AWG

Tabla 9. Calibre de conductor entrante y saliente de cada caja

Para las Junction Box se usarán cajas de las siguientes características:

Part No.	Dimensions			Panel Size		Centers			Cover							Ship Wt. Lbs.			
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	L	N	Dimensions	P	T	V		Y	Z	
1414010	16.0	14.0	10.0	14.75	12.88	9.51	16.75	12.00	9.64	17.50	10.00	16.31	14.31	1.00	13.00	0.25	0.63	0.56	25

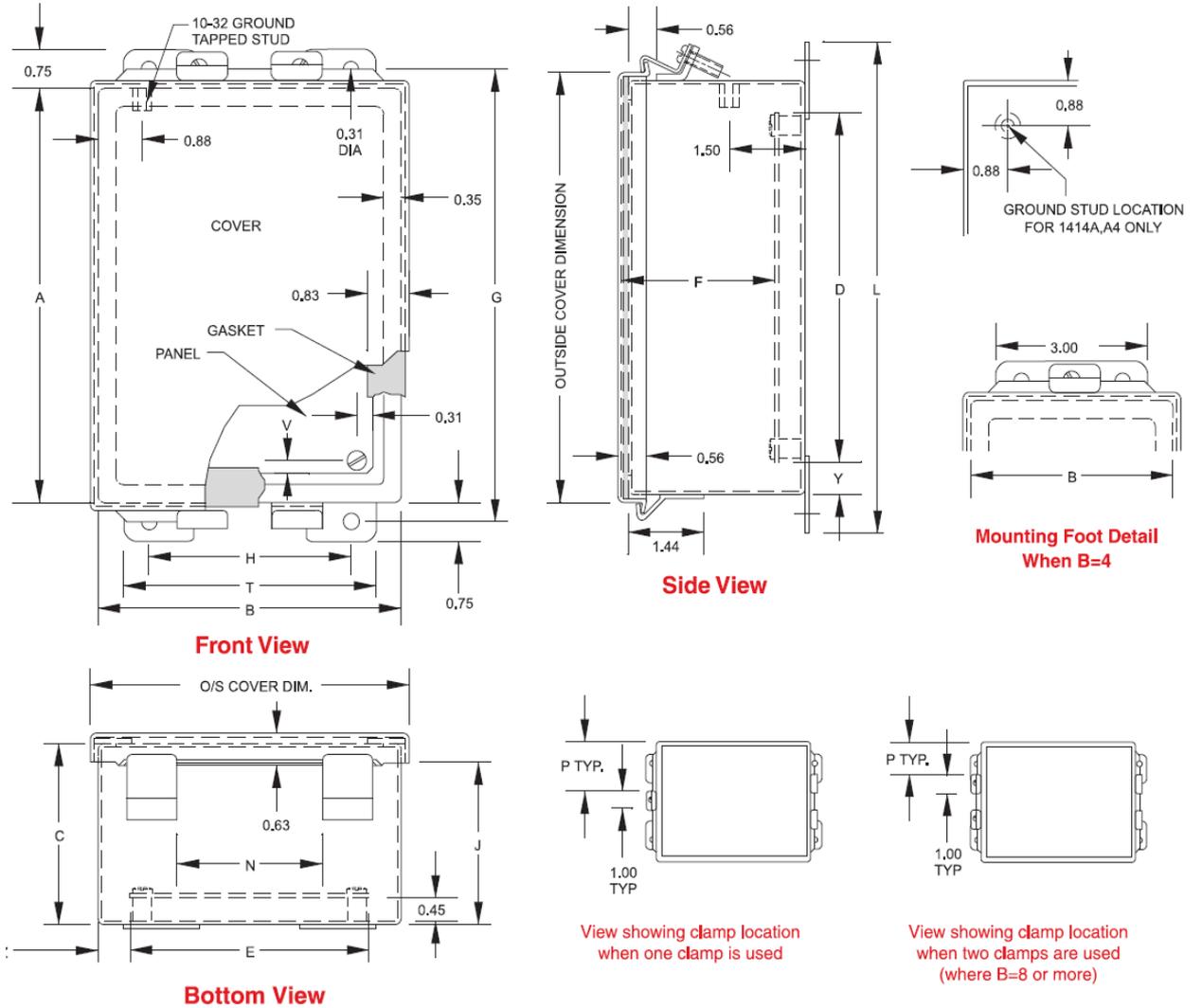


Figura 18. Características técnicas de una junction box

CAPITULO III

3. DISEÑO DE LA RED ELÉCTRICA

Para realizar un diseño acorde con las necesidades de la refinería, primero debemos tener en cuenta el estadio actual de la refinería, para así determinar con que cuenta y que es lo que le hace falta.

3.1. ESTADO ACTUAL DE LA REFINERÍA

La Refinería La Libertad, en su sector de tanques de almacenamiento cuenta con la siguiente estructura.

A la Subestación Eléctrica 4, llega la acometida principal de 11KV, en esta subestación se transforma dicha energía para alimentar los circuitos tanto monofásicos y trifásicos, para liberar a dicha estación de la excesiva carga se ha montado un transformador de 500KVA, este transformador forma un segundo circuito, alimentado de igual manera mixers (motores trifásicos) y radares.

Los radares funcionan con la línea monofásica y son alimentados con una línea trifásica, lo cual genera un desbalance de cargas y con las transientes de los mixers, crean líneas monofásicas de gran inestabilidad, vulnerando claramente estos instrumentos de precisión e incrementando drásticamente los costos de mantenimiento y reparación e incluso en casos el cambio del instrumento por otro nuevo. La acometida eléctrica que abastece a los tanques de almacenamiento de RLL está dividida en 2 circuitos:

3.1.1. Circuito 1 (Fuerza)

Este circuito parte de la Subestación eléctrica N°4 saliendo de forma subterránea hasta el pipetrack cruzando el interior del cubeto que comparten los tanques 23 y 8, siguiendo por el mismo hasta el fin de los tanques 3 y 13, en este punto gira y cruza la calle para alimentar los tanques 27, 28 ,21, 44 y 5. De esta misma línea en

el fin del cubeto del tanque 34 se deriva otra acometida del mismo circuito hasta alimentar los tanques 7, 22, 45, 31, 37, 38 y 2. Culminando así el circuito 1. (Véase en el Anexo A)

3.1.2. Circuito 2 (Fuerza)

Este circuito parte desde el transformador de 500KVA que está ubicado a 30m del estacionamiento, con una acometida que parte desde el borde del cubeto que comparten los tanques 26 y 10, cruzando toda esta zona para llegar a los tanques 20 y 12, siguiendo la línea del cubeto y cruzando la calle llega a los tanques 6, 43, 29, 4. A la altura del tanque 29 cruza la calle para alimentar a los tanques 25, 11, 14, 16, 17, 19, 50, 51, 53. Por último existe un sub circuito que parte desde el transformador para alimentar a los tanques 9, 33 y 54.

Cabe señalar que el único tanque que tiene mixers en toda la refinería es el tanque 10, motivo por el cual es necesario un rediseño de la red eléctrica puesto los tanques necesitan estos motores son todos aquellos que contengan Crudo y Fuel Oil, en RLL quienes contienen estos productos son los tanques 27, 44, 5, 6, 43, 26, 10, 32, 9, 33. (Véase en el anexo A)

Debido a la antigüedad la empresa esta no cuenta con ningún plano eléctrico en el cual podamos referirnos, y la información de cómo se encuentra sus instalaciones eléctricas fue proporcionada por el personal que labora ya desde hace muchos años atrás.

3.1.3. Sistema de comunicación y control

Referente a comunicación y control los tanques que tienen instalados radares se conectan a un bus principal de comunicación, el mismo que viaja por los postes de alumbrado de manera aérea junto a los cables de media y baja tensión.

3.1.4. Sistema de alarmas y control de incendios

La refinería no cuenta con un sistema de control de incendios automatizado, lo que se encuentra instalado es una tubería de agua que recorre por toda la refinería, en cuanto a los tanques también tienen una tubería de espuma que es bombeada por los bomberos.



Figura 19. Tubería de espuma

Además existe un sistema de alarma que recorre el costado interno del pipetrack, la misma que se encuentra deteriorada puesto que no posee la suficiente robustez para soportar los trabajos de mantenimiento que se realizan en la zona.



Figura 20. Sistema de alarma

El sistema de alarma funciona de la siguiente manera, en caso de producirse un incendio la alarma debe ser activada manualmente por alguna persona que se encuentre cerca del sector, entonces el departamento de bomberos ubicara en sus monitores el sector del siniestro y acudirá a la brevedad posible con la motobomba. (Véase en el anexo B)

3.2. NUEVA RED ELÉCTRICA

Para la nueva red eléctrica se ha dividido a la refinería en 3 circuitos, cada uno cuenta con una línea monofásica regulada y trifásica de la siguiente manera.

3.2.1. Monofásico Regulada

Parte desde la caseta de control hasta llegar a la subestación #4 en donde se distribuye hacia todos los tanques y alimentara los radares y al sistema contra incendios.

3.2.1.1. Circuito 1

Comprenden a los tanques 7, 22, 34, 23, 46, 19, 31, 56, 37, 38, 2, 13, 30. (*Véase en el Anexo C*).

3.2.1.2. Circuito 2

El circuito 2 lo conforman los tanques 8, 52, 3, 1, 28, 21, 27, 44, 5, 25, 11, 14, 16, 17, 50, 51, 53. (*Véase en el Anexo C*).

3.2.1.3. Circuito 3

Formado por los tanques 20, 12, 26, 10, 32, 43, 6, 29, 4, 9, 54, 33. (*Véase en el Anexo C*).

3.2.2. Trifásica para Actuadores

Parte desde la subestación #4 y así a todos los tanques. Esta línea alimentara a todos los actuadores que serán instalados en los tanques.

3.2.2.1. Circuito 1

Comprenden a los tanques 7, 22, 34, 23, 46, 19, 31, 56, 37, 38, 2, 13, 30. (*Véase en el Anexo C*).

3.2.2.2. Circuito 2

El circuito lo conforman los tanques 8, 52, 3, 1, 28, 21, 27, 44, 5, 25, 11, 14, 16, 17, 50, 51, 53. (*Véase en el Anexo C*).

3.2.2.3. Circuito 3

Este circuito trifásico tiene una particularidad, y es que parte desde el transformador instalado al lado del parqueadero, ya que si tomamos la energía desde la subestación #4 la caída de tensión es demasiada grande debido a la distancia y para contrarrestar este problema la solución es instalar un conductor mucho más grande, lo que no es recomendable por sus costos, flexibilidad, forma de instalación, etc. Este circuito está formado por los tanques 20, 12, 26, 10, 32, 43, 6, 29, 4, 9, 54, 33. (Véase en el Anexo C).

3.2.3. Trifásica para Agitadores

Esta línea alimenta a los motores trifásicos instalados únicamente en los tanques que contengan producto negro como son los tanques de *Crudo y Fuel Oil*.

3.2.3.1. Circuito 4

Parte desde la subestación #4 y se distribuye a los tanques 27, 44, 5, 6, 43. (Véase en el Anexo D).

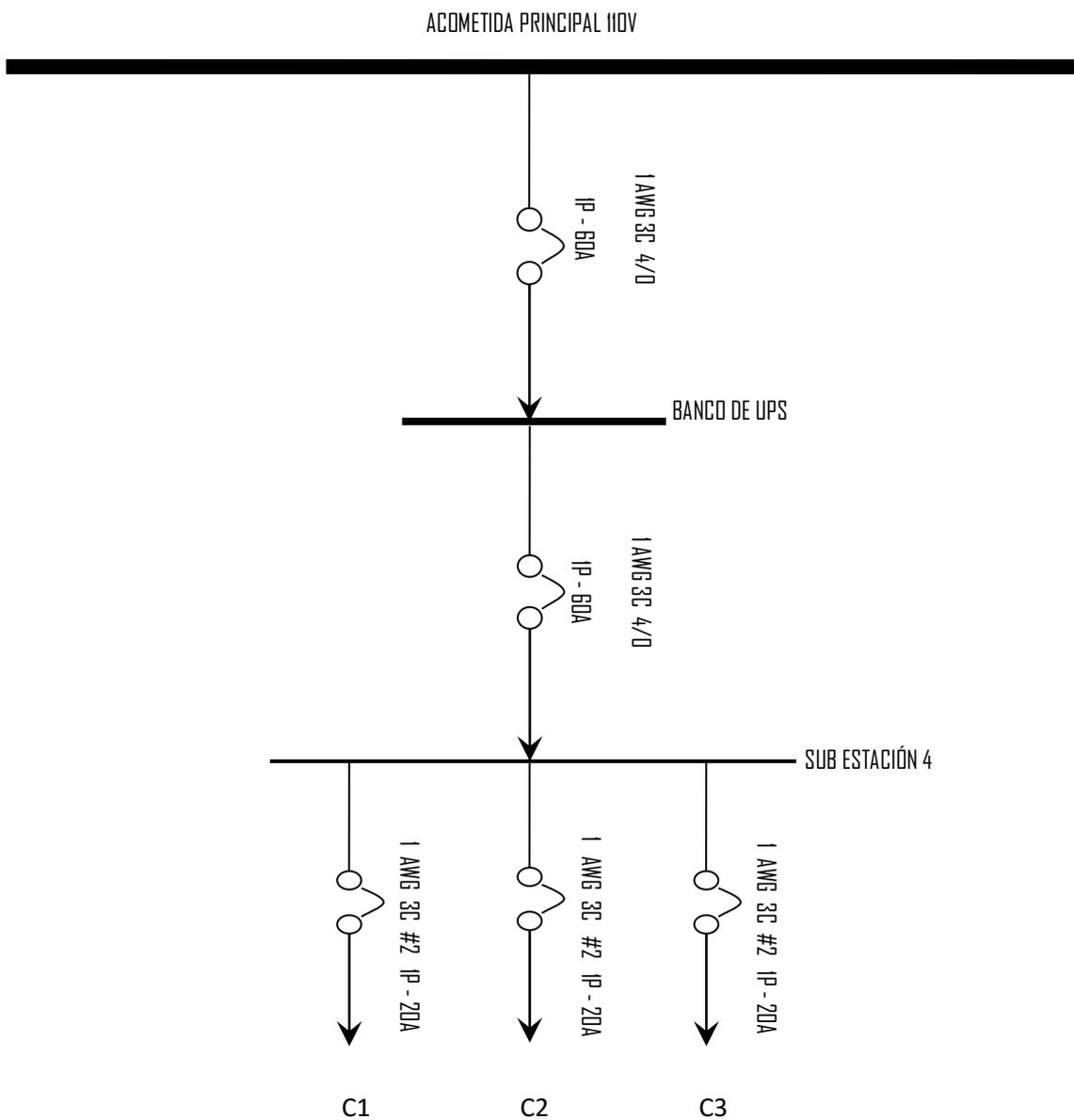
3.2.3.2. Circuito 5

Circuito que parte desde el transformador de 500 KVA y lo forman los tanques 26, 10, 32, 9, 33. (Véase en el Anexo D).

3.3. DIAGRAMA UNIFILAR DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN MONOFÁSICA REGULADA

Aquí se presenta el diagrama unifilar para el sistema de alimentación monofásica regulada que parte desde la acometida principal hasta los bancos de UPS y a la subestación 4, para energizar el sistema de medición de nivel por radar. (Véase el Anexo F)

3.3.1. Acometida Principal – Subestación – Circuitos



3.3.2. CALCULO DE CAIDA DE TENSION PARA EL CIRCUITO MONOFASICO REGULADO

En las siguientes tablas se muestra la caída de tensión para los diferentes circuitos así como el calibre del alambre que tendrá el circuito en general y así a cada uno de los tanques.

	RESISTENCIA	CALIBRE	CORRIENTE	LONGITUD m	LONGITUD Km	CAIDA DE TENSION	PORCENTAJE
C1	0,5127	2	3,9	341	0,341	1,36	1,14
C2	0,5127	2	5,4	643	0,643	3,56	2,97
C3	0,5127	2	3,6	762	0,762	2,81	2,34

Tabla 10. Calculo de caída de tensión y selección de calibre del alambre

FORMULAS PARA EL CALCULO DE CAIDA DE TENSION, CORRIENTES Y CALIBRE DEL CABLE MONOFASICO

$$\Delta V = 2RLI$$

Ecuación 1

$$\#cable = \frac{Ip + In}{2}$$

Ecuación 2

$$In = \frac{P}{E}$$

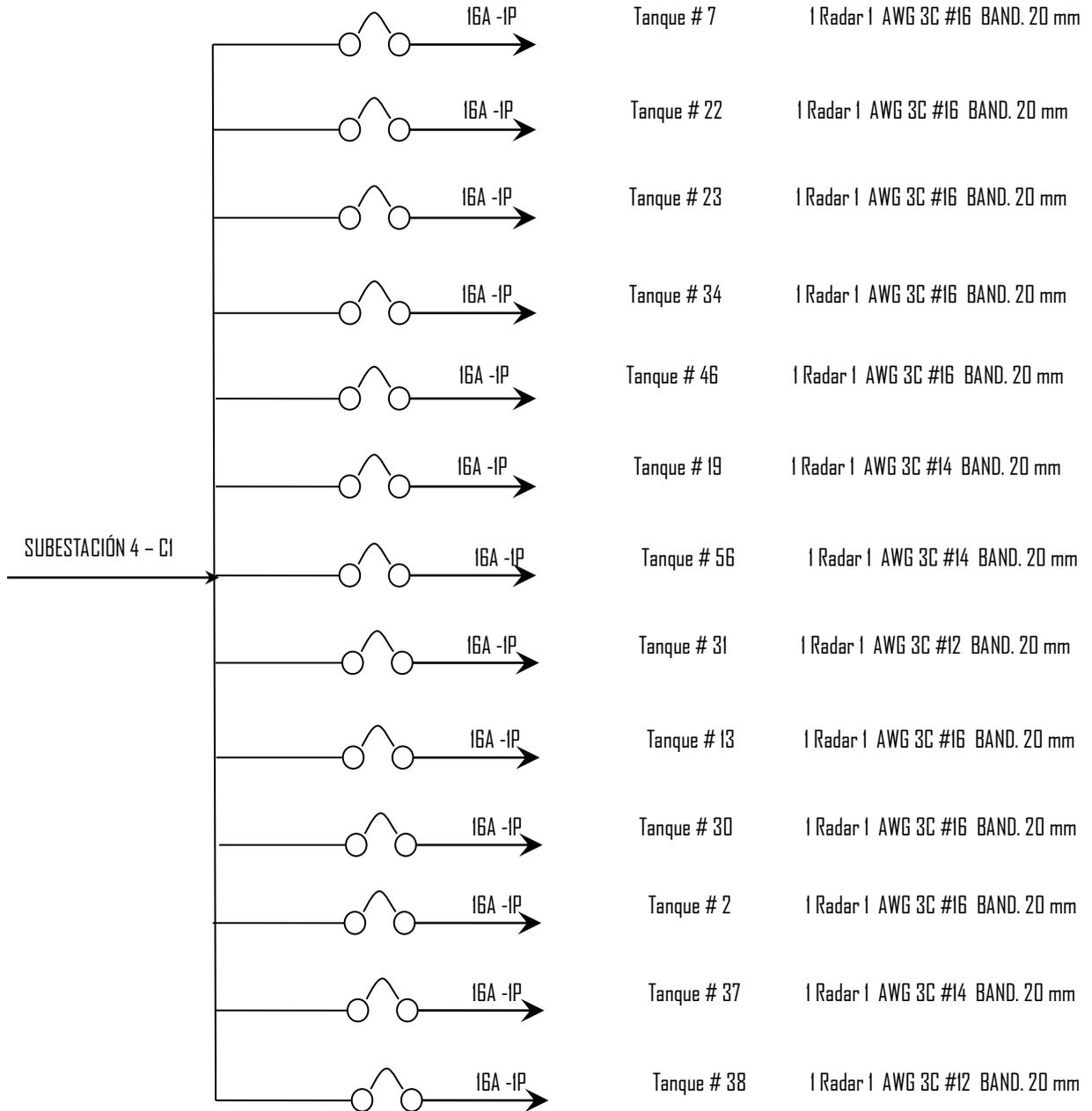
Ecuación 3

ΔV Diferencia de Potencial (V)
R Resistencia (Ω)
L Longitud (Km)
I Corriente (A)

Ip Corriente de Protección (A)
In Corriente nominal (A)
#cable Calibre del conductor

Ip = 2I Ecuación 4
P Potencia de consumo (W)
In Corriente nominal (A)
E Voltaje nominal (V)
Ip Corriente de Protección (A)

3.3.2.1. Circuito 1



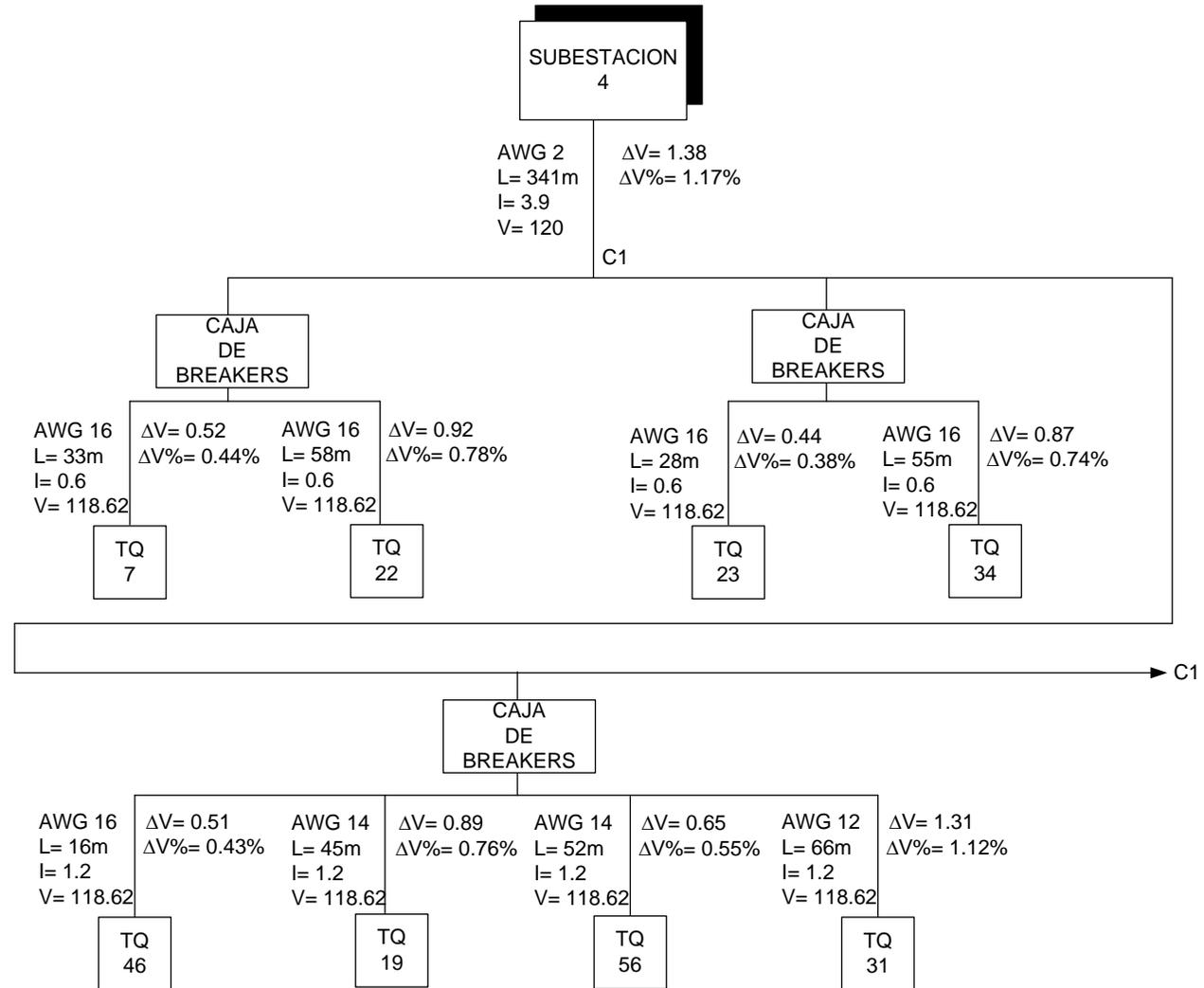
3.3.2.2. CALCULO DE CAIDA DE TENSION DEL SISTEMA MONOFASICO REGULADO CIRCUITO 1

DESDE SUBESTACION #4
HASTA LAS CAJAS DE DISTRIBUCION

CIRCUITO 1							
TANQUES	RESISTENCIA	CALIBRE	CORRIENTE	LONGITUD m	LONGITUD Km	CAIDA DE TENSION	PORCENTAJE
7	13,17	16	0,6	33	0,033	0,52	0,44
22	13,17	16	0,6	58	0,058	0,92	0,77
34	13,17	16	0,6	55	0,055	0,87	0,73
23	13,17	16	0,6	28	0,028	0,44	0,37
46	13,17	16	1,2	16	0,016	0,51	0,43
19	8,286	14	1,2	45	0,045	0,89	0,75
31	8,286	14	1,2	66	0,066	1,31	1,11
56	5,211	12	1,2	52	0,052	0,65	0,55
37	8,286	14	0,9	60	0,06	0,89	0,75
38	5,211	12	0,9	102	0,102	0,96	0,81
2	13,17	16	0,9	65	0,065	1,54	1,30
13	13,17	16	0,6	36	0,036	0,57	0,48
30	13,17	16	0,6	54	0,054	0,85	0,72

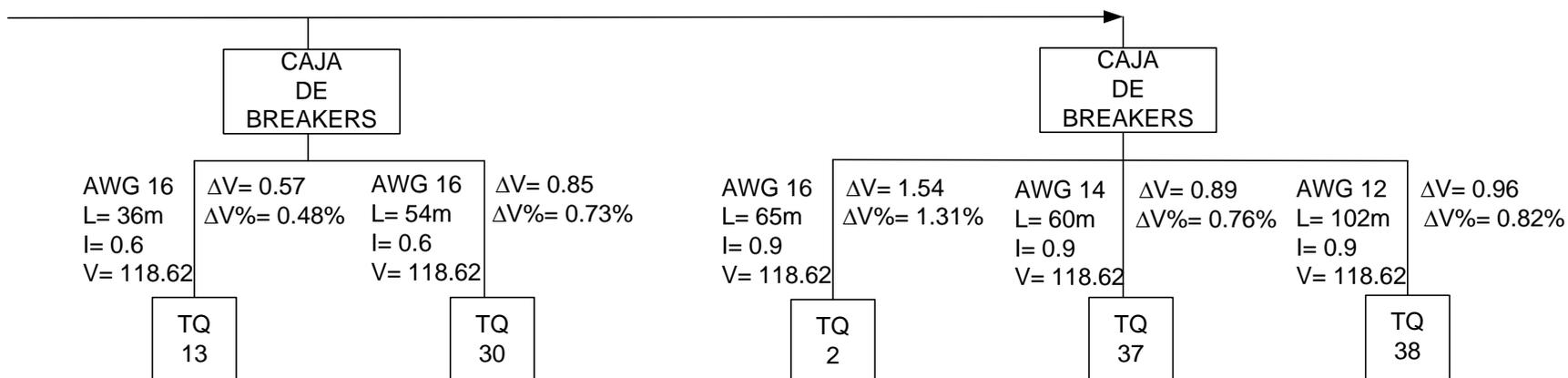
Tabla 11. Calculo de caída de tensión y selección de calibre del alambre para el circuito 1

3.3.2.3. CAIDA DE TENSIÓN DEL SISTEMA MONOFÁSICO REGULADO CIRCUITO 1

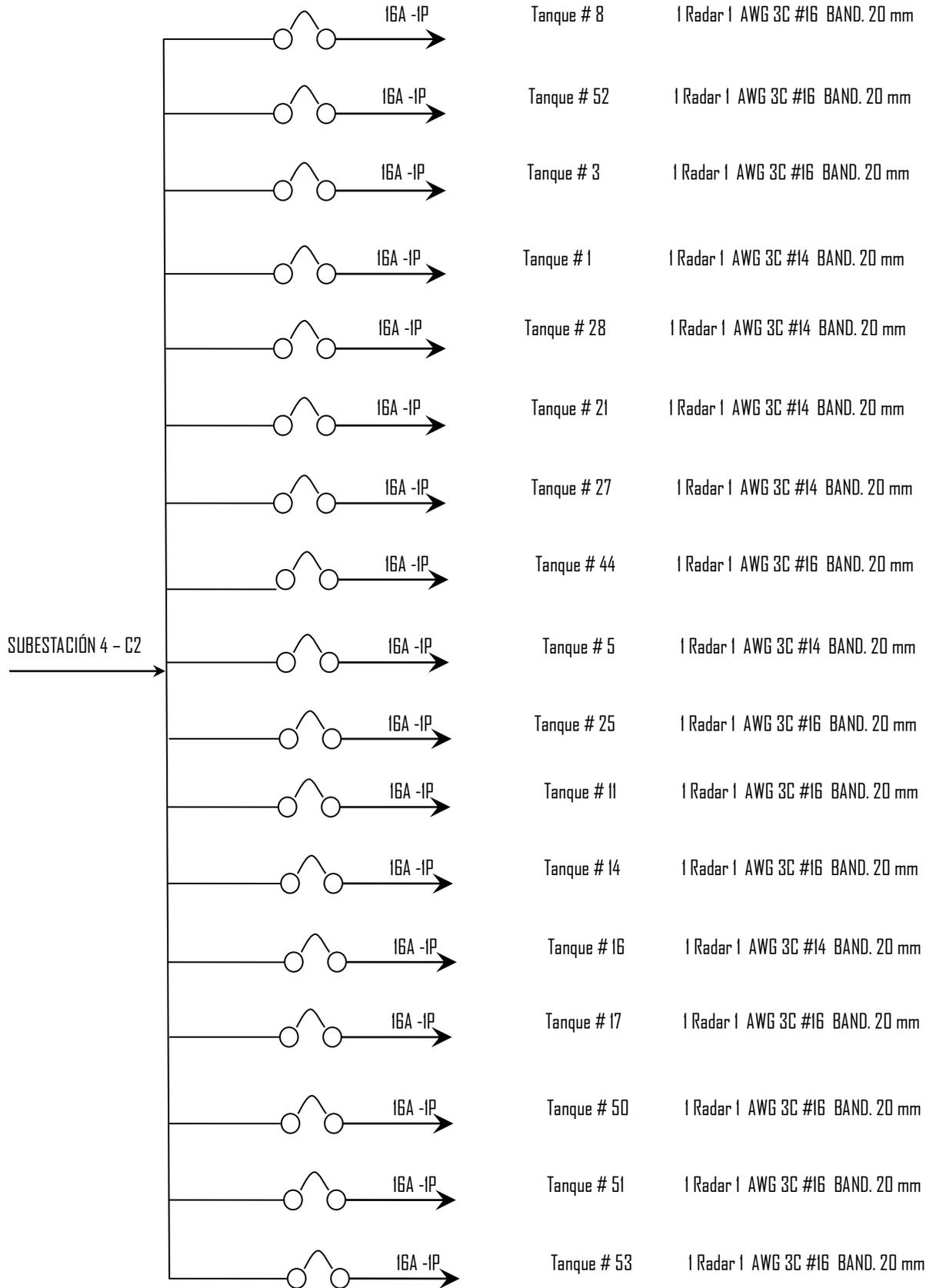


CAIDA DE TENSIÓN DEL SISTEMA MONOFÁSICO REGULADO CIRCUITO 1

C1



3.3.2.4. Circuito 2



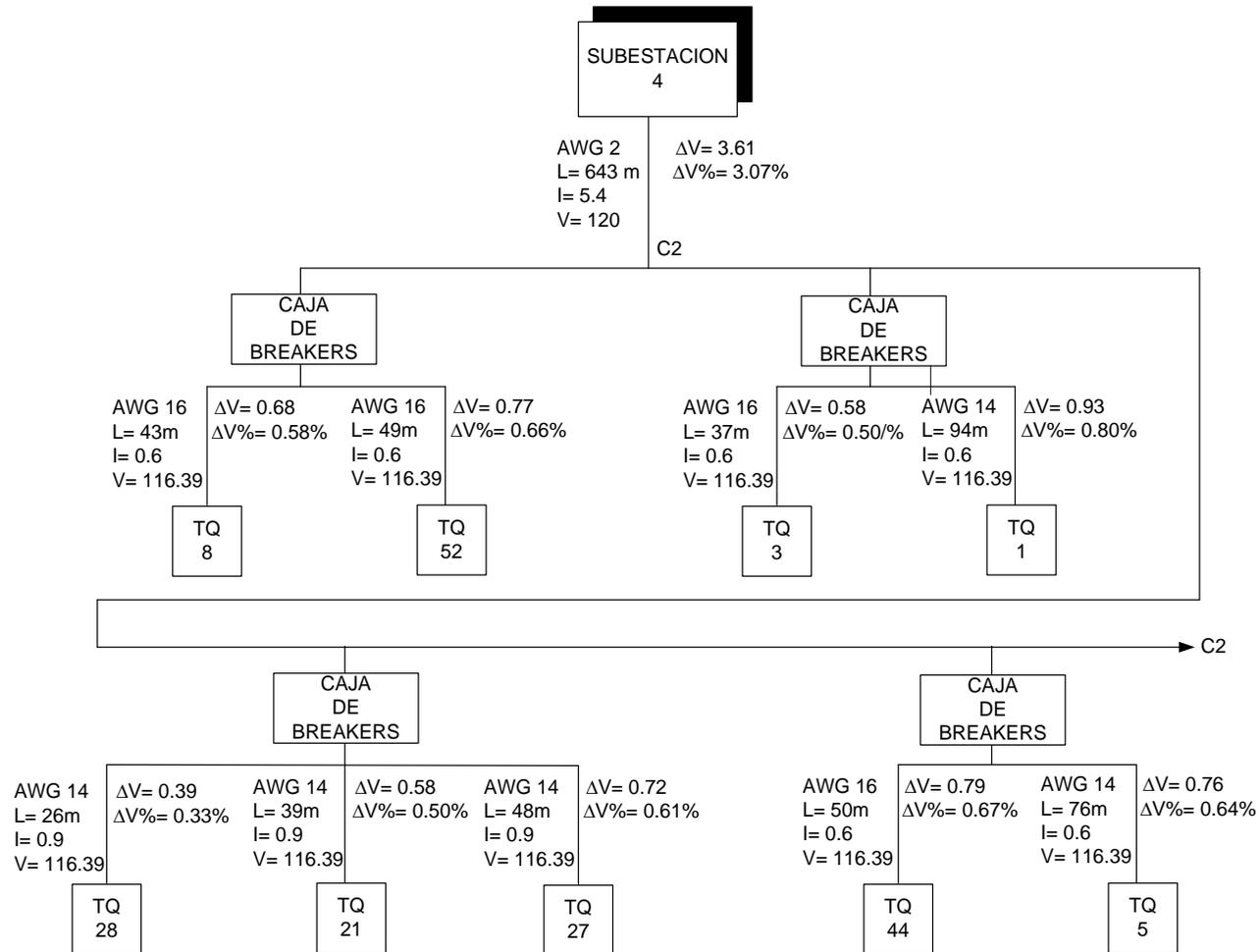
3.3.2.5. CALCULO DE CAIDA DE TENSION DEL SISTEMA MONOFASICO REGULADO CIRCUITO 2

DESDE SUBESTACION #4
HASTA LAS CAJAS DE DISTRIBUCION

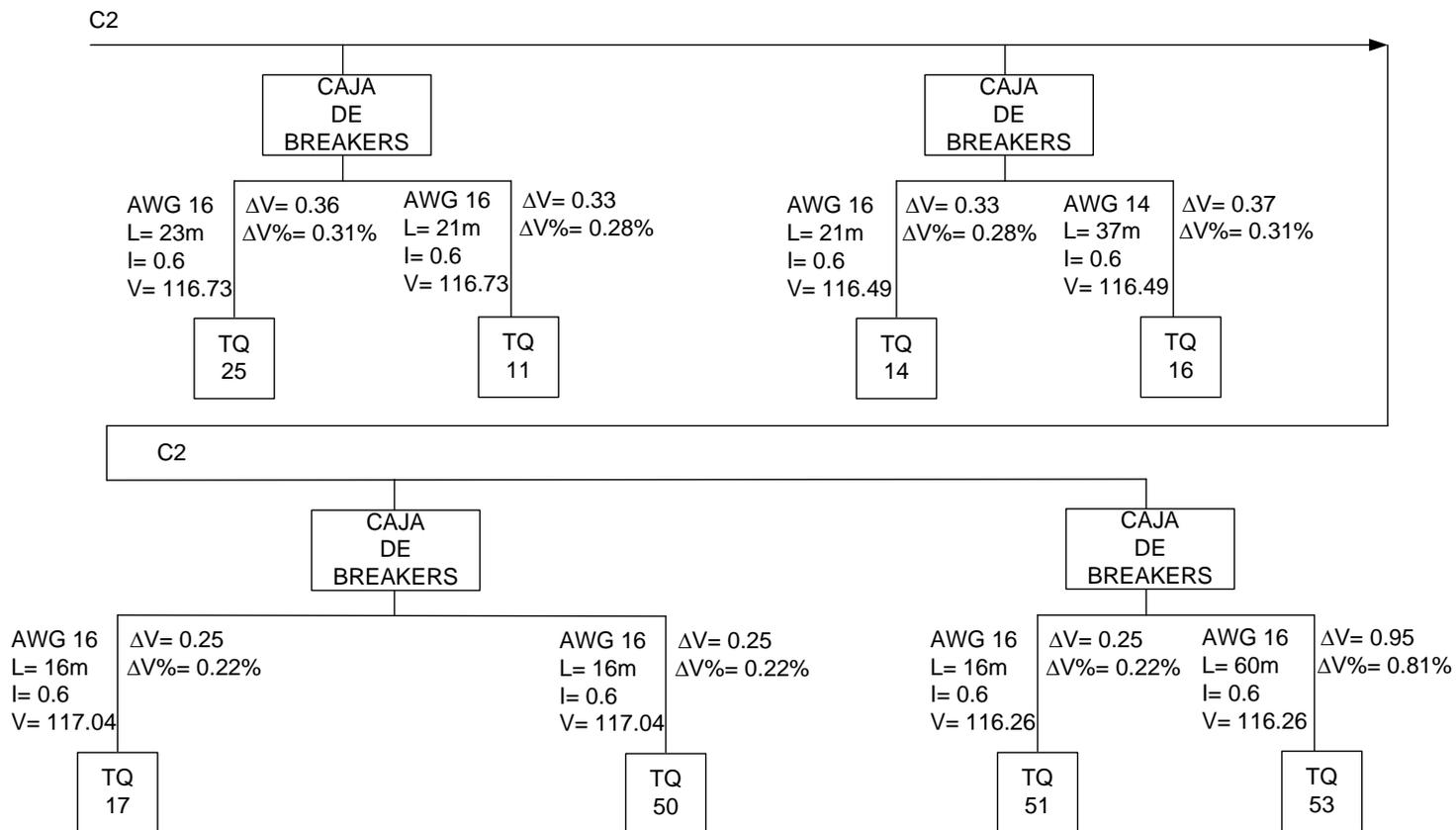
CIRCUITO 2							
TANQUES	RESISTENCIA	CALIBRE	CORRIENTE	LONGITUD m	LONGITUD Km	CAIDA DE TENSION	PORCENTAJE
8	13,17	16	0,6	43	0,043	0,68	0,58
52	13,17	16	0,6	49	0,049	0,77	0,67
3	13,17	16	0,6	37	0,037	0,58	0,50
1	8,286	14	0,6	94	0,094	0,93	0,80
28	8,286	14	0,9	26	0,026	0,39	0,33
21	8,286	14	0,9	39	0,039	0,58	0,50
27	8,286	14	0,9	48	0,048	0,72	0,61
44	13,17	16	0,6	50	0,05	0,79	0,68
5	8,286	14	0,6	76	0,076	0,76	0,65
25	13,17	16	0,6	23	0,023	0,36	0,31
11	13,17	16	0,6	21	0,021	0,33	0,29
14	13,17	16	0,6	21	0,021	0,33	0,29
16	8,286	14	0,6	37	0,037	0,37	0,32
17	13,17	16	0,6	16	0,016	0,25	0,22
50	13,17	16	0,6	16	0,016	0,25	0,22
51	13,17	16	0,6	16	0,016	0,25	0,22
53	13,17	16	0,6	60	0,06	0,95	0,81

Tabla 12. Calculo de caída de tensión y selección de calibre del alambre para el circuito 2

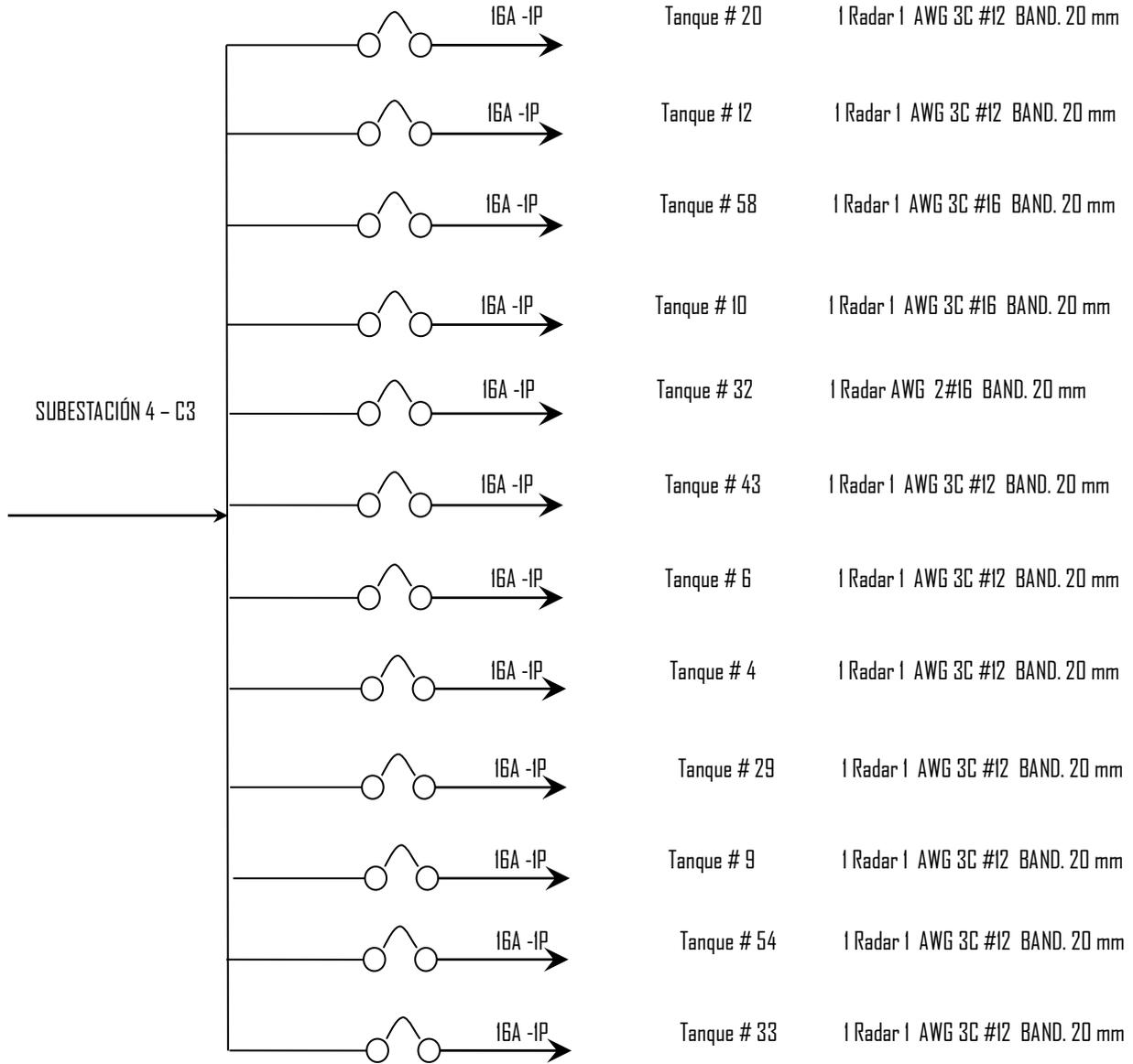
3.3.2.6. CAIDA DE TENSIÓN DEL SISTEMA MONOFÁSICO REGULADO CIRCUITO 2



CAIDA DE TENSIÓN DEL SISTEMA MONOFÁSICO REGULADO CIRCUITO 2



3.3.2.7. *Circuito 3*



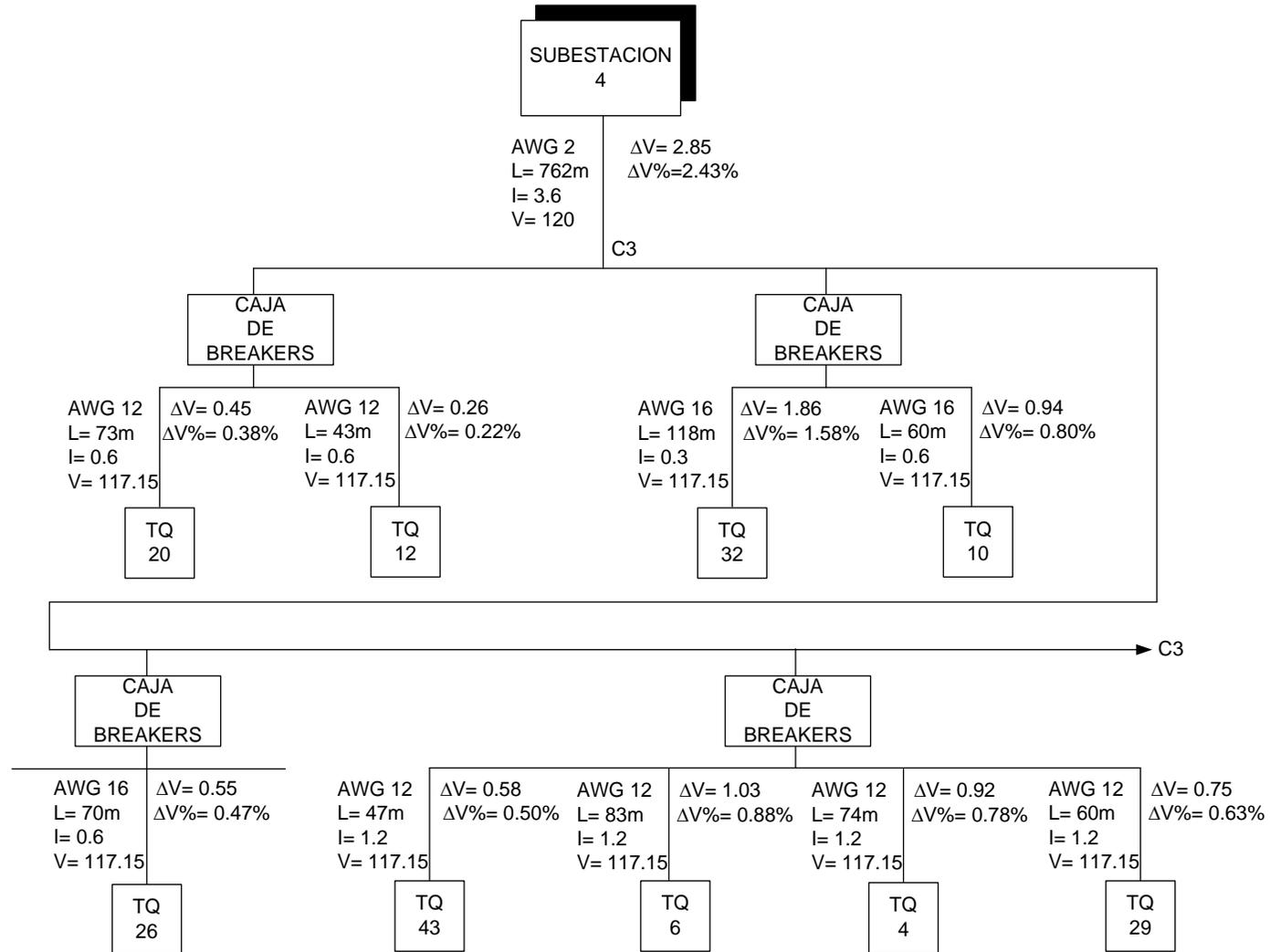
3.3.2.8. CALCULO DE CAIDA DE TENSION DEL SISTEMA MONOFASICO REGULADO CIRCUITO 3

DESDE SUBESTACION #4
HASTA LAS CAJAS DE DISTRIBUCION

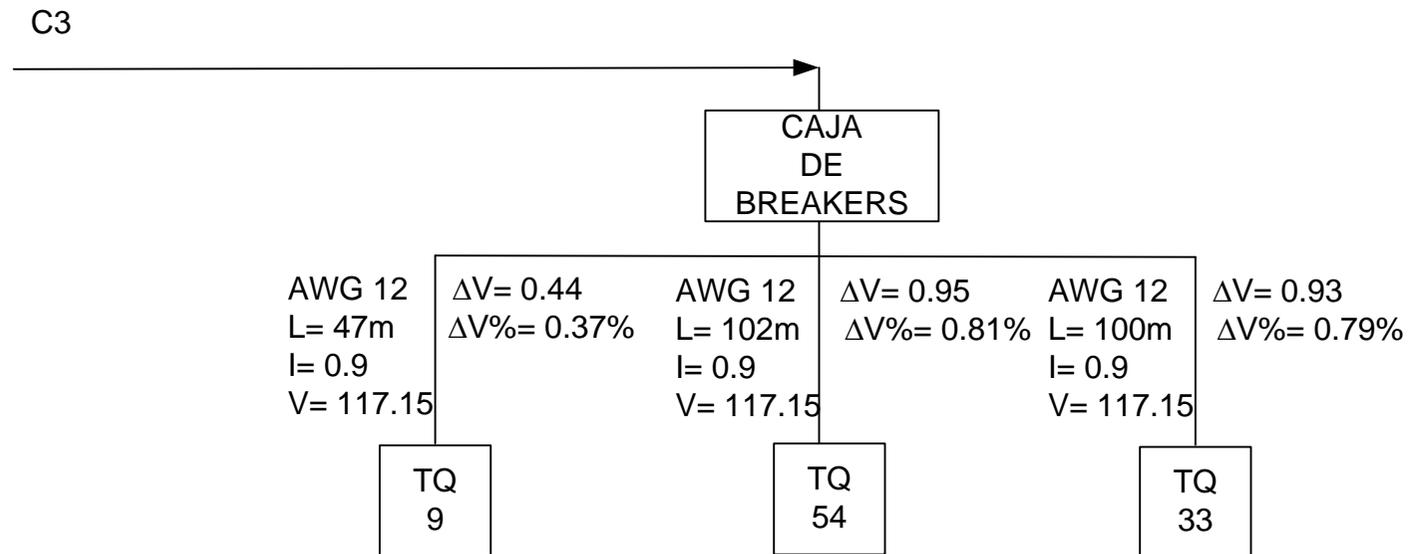
CIRCUITO 3							
TANQUES	RESISTENCIA	CALIBRE	CORRIENTE	LONGITUD m	LONGITUD Km	CAIDA DE TENSION	PORCENTAJE
20	5,211	12	0,6	73	0,073	0,4564836	0,39
12	5,211	12	0,6	43	0,043	0,2688876	0,23
26	13,17	16	0,3	70	0,07	0,55314	0,47
10	13,17	16	0,6	60	0,06	0,94824	0,81
32	13,17	16	0,6	118	0,118	1,864872	1,59
43	5,211	12	1,2	47	0,047	0,5878008	0,50
6	5,211	12	1,2	83	0,083	1,0380312	0,89
29	5,211	12	1,2	60	0,06	0,750384	0,64
4	5,211	12	1,2	74	0,074	0,9254736	0,79
9	5,211	12	0,9	47	0,047	0,4408506	0,38
54	5,211	12	0,9	102	0,102	0,9567396	0,82
33	5,211	12	0,9	100	0,1	0,93798	0,80

Tabla 13. Calculo de caída de tensión y selección de calibre del alambre para el circuito 3

3.3.2.9. CAIDA DE TENSIÓN DEL SISTEMA MONOFÁSICO REGULADO CIRCUITO 3



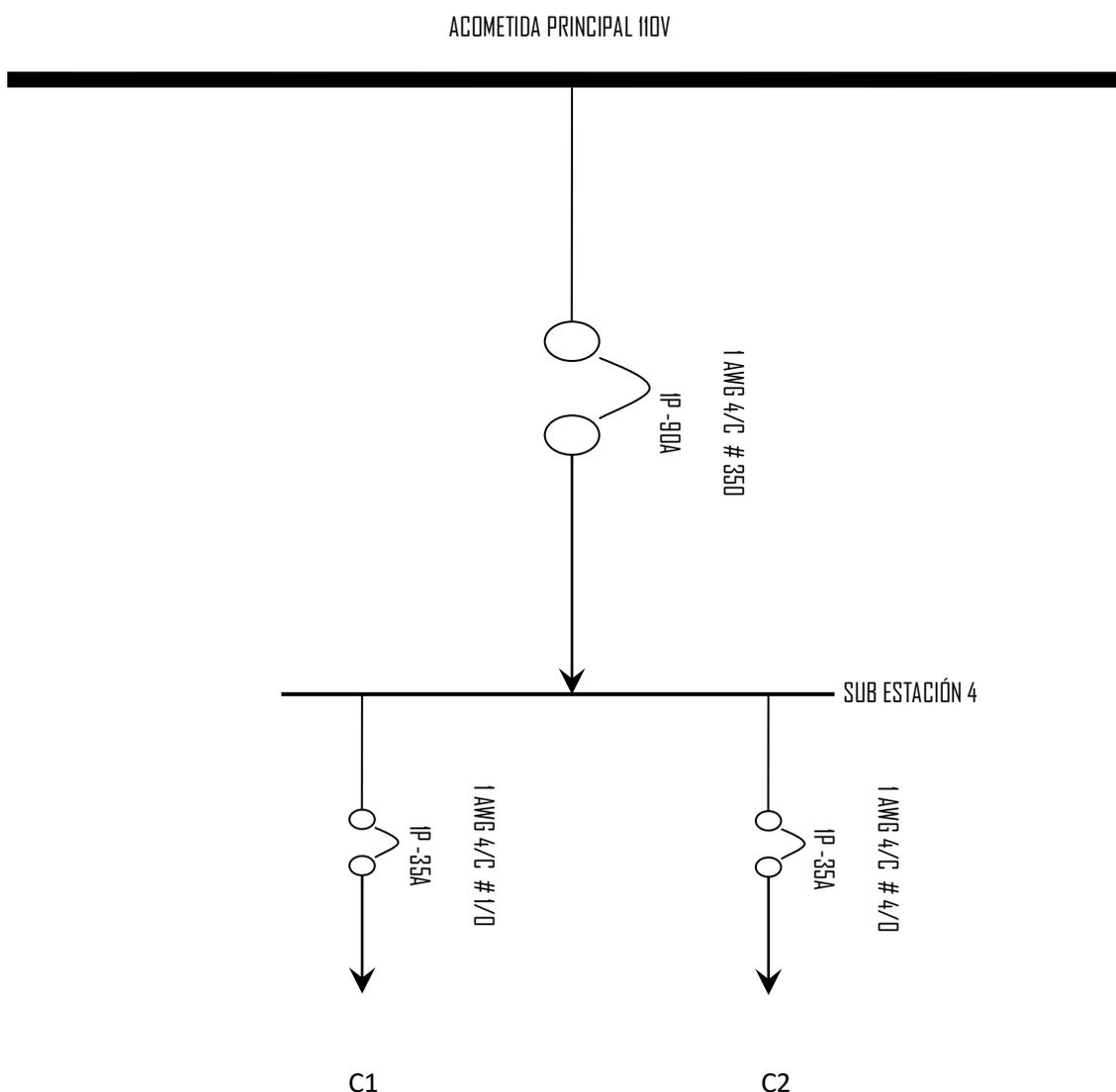
CAIDA DE TENSIÓN DEL SISTEMA MONOFÁSICO REGULADO CIRCUITO 3



3.4. DIAGRAMA UNIFILAR DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN TRIFÁSICA PARA EL CIRCUITO 1 Y 2

Aquí se presenta el diagrama unifilar para el sistema de alimentación trifásico que parte desde la acometida principal hasta la subestación 4, para energizar los actuadores (electroválvulas). (Véase el Anexo G)

3.4.1. *Acometida Principal – Subestación – Circuitos*



3.4.2. CALCULO DE CAIDA DE TENSION PARA EL CIRCUITO TRIFASICO DE ACTUADORES

En las siguientes tablas se muestra la caída de tensión para los diferentes circuitos así como el calibre del alambre que tendrá el circuito en general y así a cada uno de los tanques.

Considerando que en el caso más extremo por circuito esté operando el 40% de los actuadores y teniendo en cuenta que cada tanque tiene 3 actuadores.

Para este caso el cálculo sería el siguiente:

DESDE SUBESTACION
HASTA LAS CAJAS DE DISTRIBUCION

	RESISTENCIA	CALIBRE	CORRIENTE	LONGITUD m	LONGITUD Km	CAIDA DE TENSION	PORCENTAJE
C1	0,3224	1/0	35	341	0,341	6,66	3,03
C2	0,1608	4/0	49	643	0,643	8,76	3,98
C3	0,2557	2/0	35	568	0,568	8,79	4,00

Tabla 14. Calculo de caída de tensión y selección de calibre del alambre

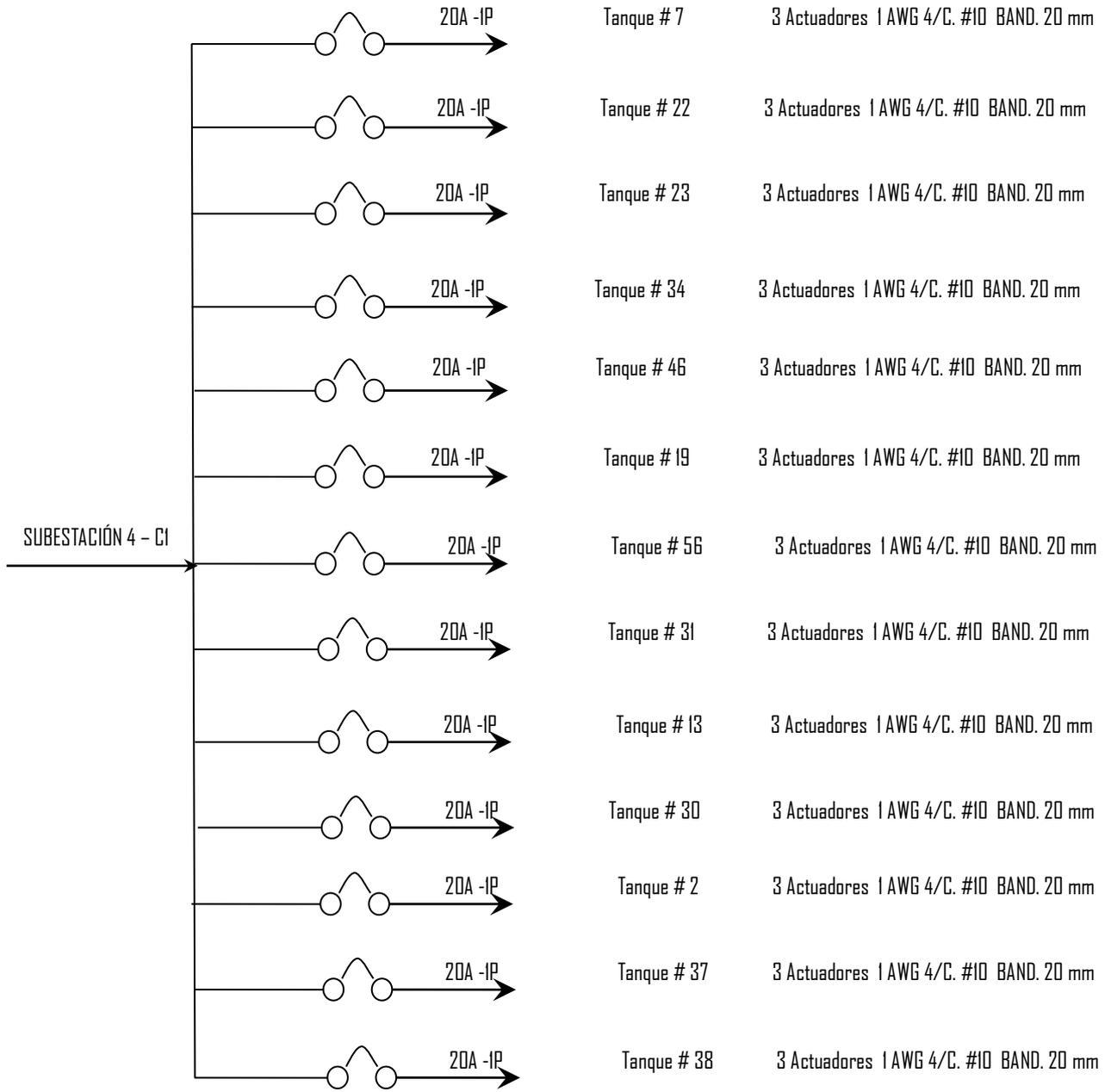
FORMULA PARA EL CALCULO DE CAIDA DE TENSION MONOFASICA

$$\Delta V = 1.73RLI$$

Ecuación 5

ΔV Diferencia de Potencial (V)
R Resistencia (Ω)
L Longitud (Km)
I Corriente (A)

3.4.2.1. Circuito 1



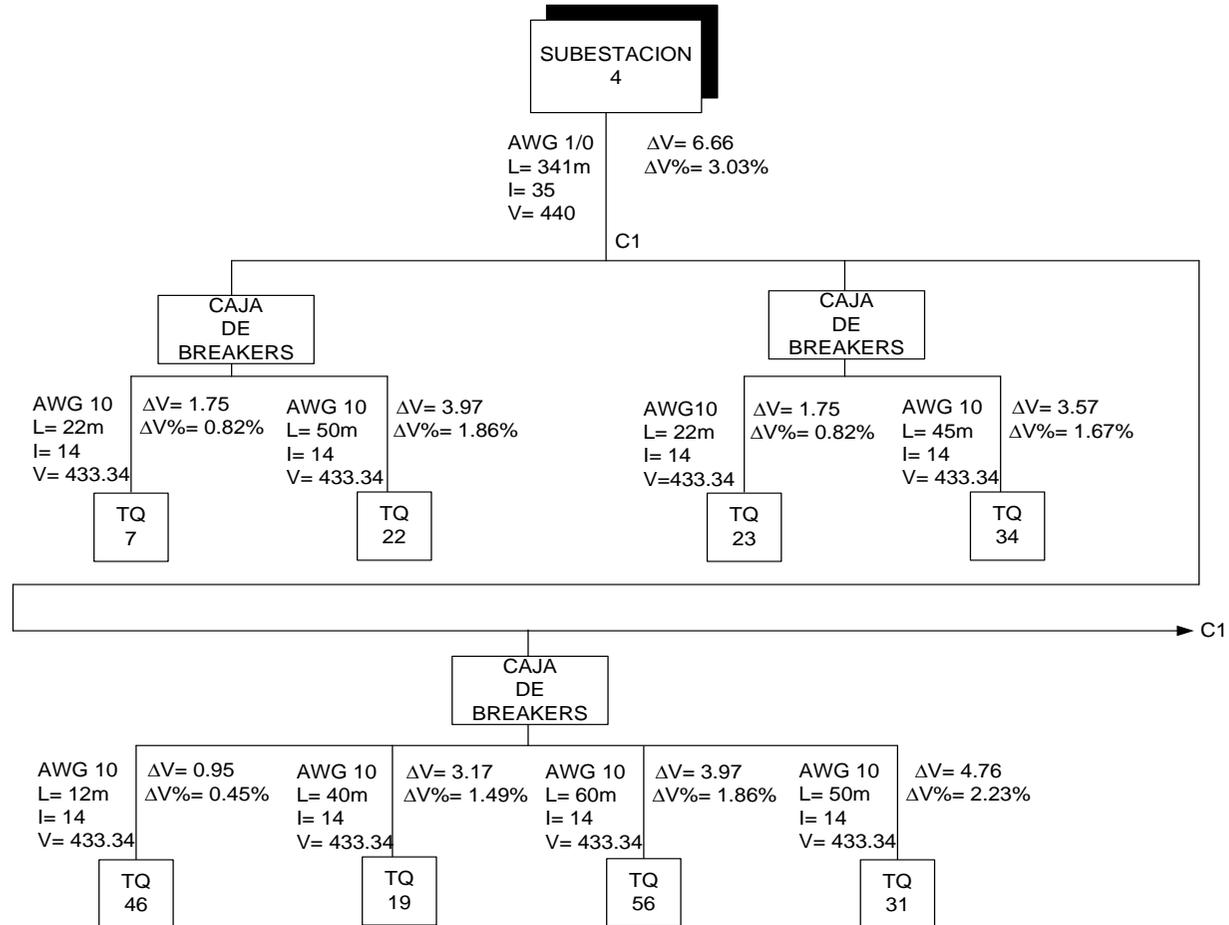
3.4.2.2. CALCULO DE CAIDA DE TENSION DEL SISTEMA TRIFASICO DE ACTUADORES CIRCUITO 1

DESDE SUBESTACION
HASTA LAS CAJAS DE DISTRIBUCION

CIRCUITO 1							
TANQUES	RESISTENCIA	CALIBRE	CORRIENTE	LONGITUD m	LONGITUD Km	CAIDA DE TENSION	PORCENTAJE
7	3,277	10	14	22	0,022	1,75	0,82
22	3,277	10	14	50	0,05	3,97	1,86
23	3,277	10	14	22	0,022	1,75	0,82
34	3,277	10	14	45	0,045	3,57	1,67
46	3,277	10	14	12	0,012	0,95	0,45
19	3,277	10	14	40	0,04	3,17	1,49
56	3,277	10	14	50	0,05	3,97	1,86
31	3,277	10	14	60	0,06	4,76	2,23
37	3,277	10	14	52	0,052	4,13	1,93
38	3,277	10	14	98	0,098	7,78	3,65
2	3,277	10	14	46	0,046	3,65	1,71
13	3,277	10	14	31	0,031	2,46	1,15
30	3,277	10	14	49	0,049	3,89	1,82

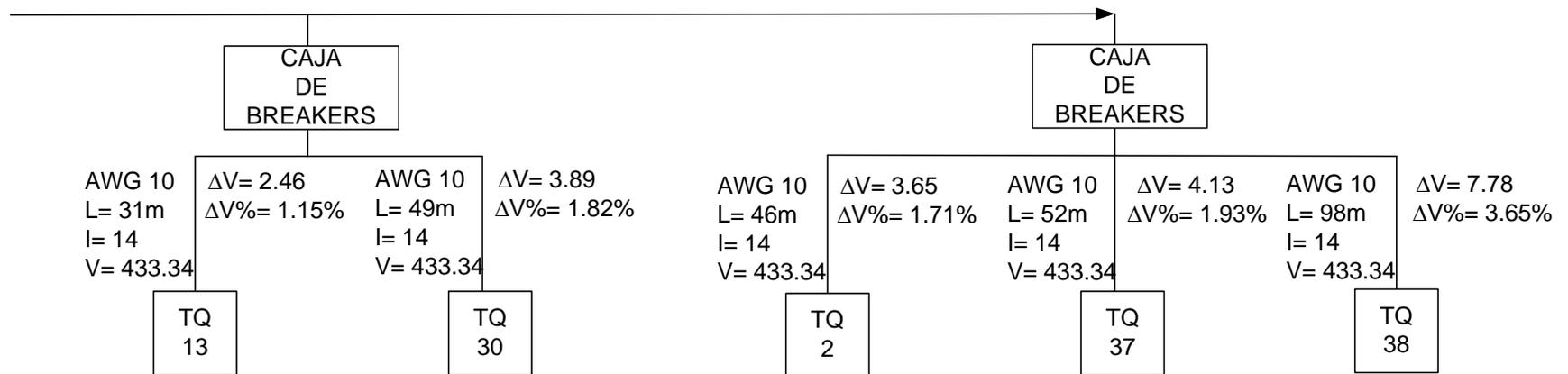
Tabla 15. Calculo de caída de tensión y selección de calibre del alambre para el circuito 1

3.4.2.3. CAIDA DE TENSIÓN TRIFÁSICA PARA EL CIRCUITO 1

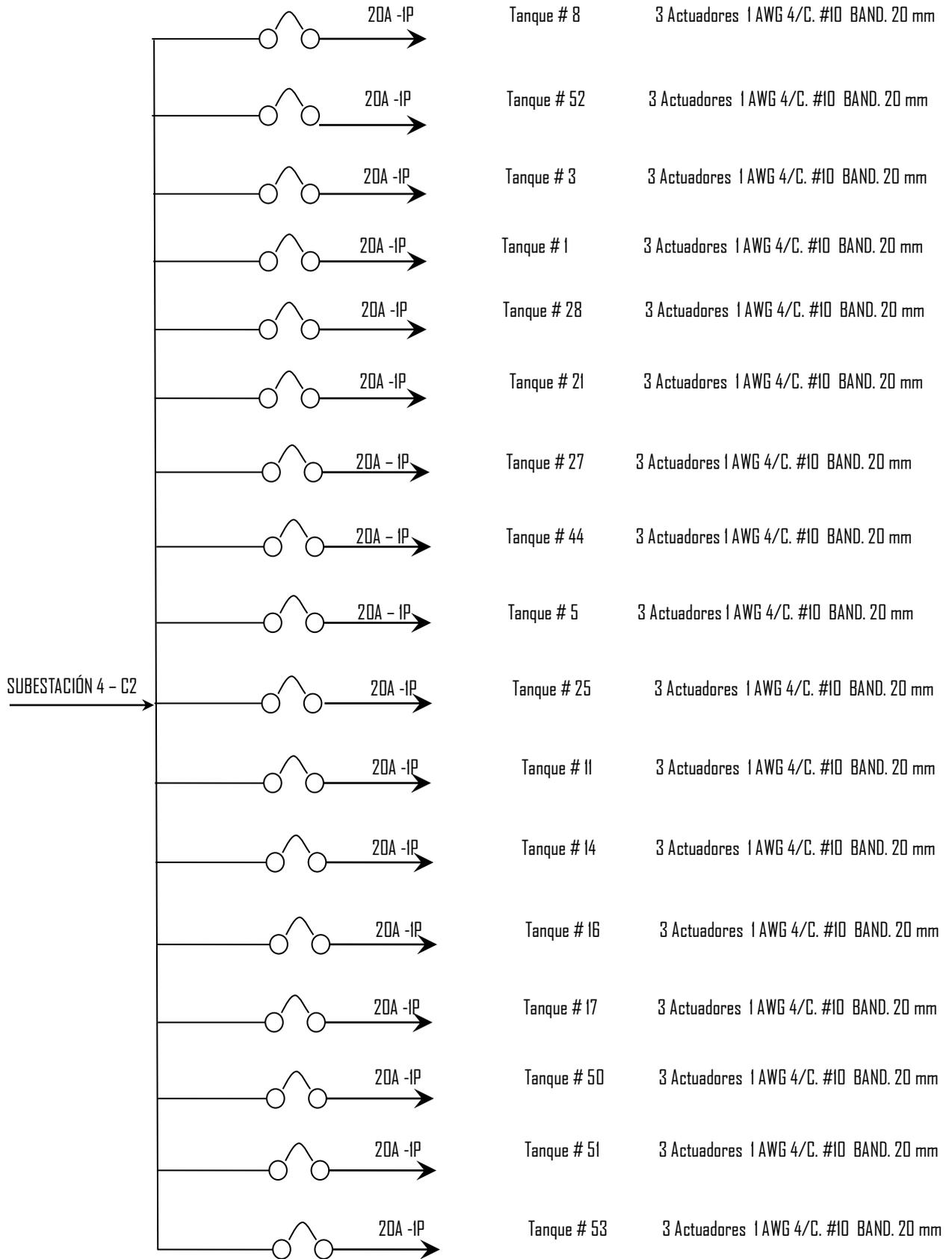


CAIDA DE TENSIÓN TRIFÁSICA PARA EL CIRCUITO 1

C1



3.4.2.4. Circuito 2



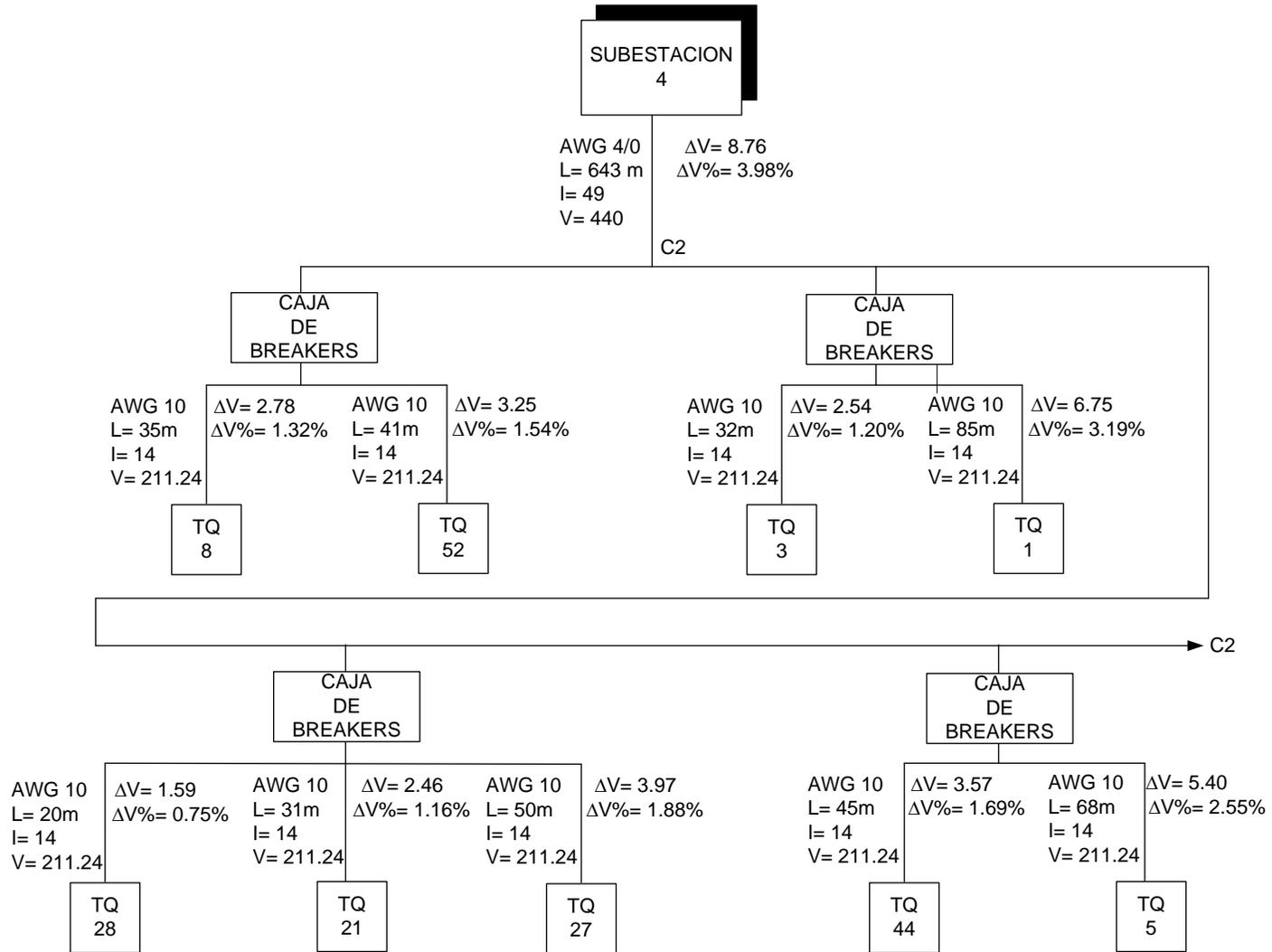
3.4.2.5. CALCULO DE CAIDA DE TENSION DEL SISTEMA TRIFASICO DE ACTUADORES CIRCUITO 2

DESDE SUBESTACION
HASTA LAS CAJAS DE DISTRIBUCION

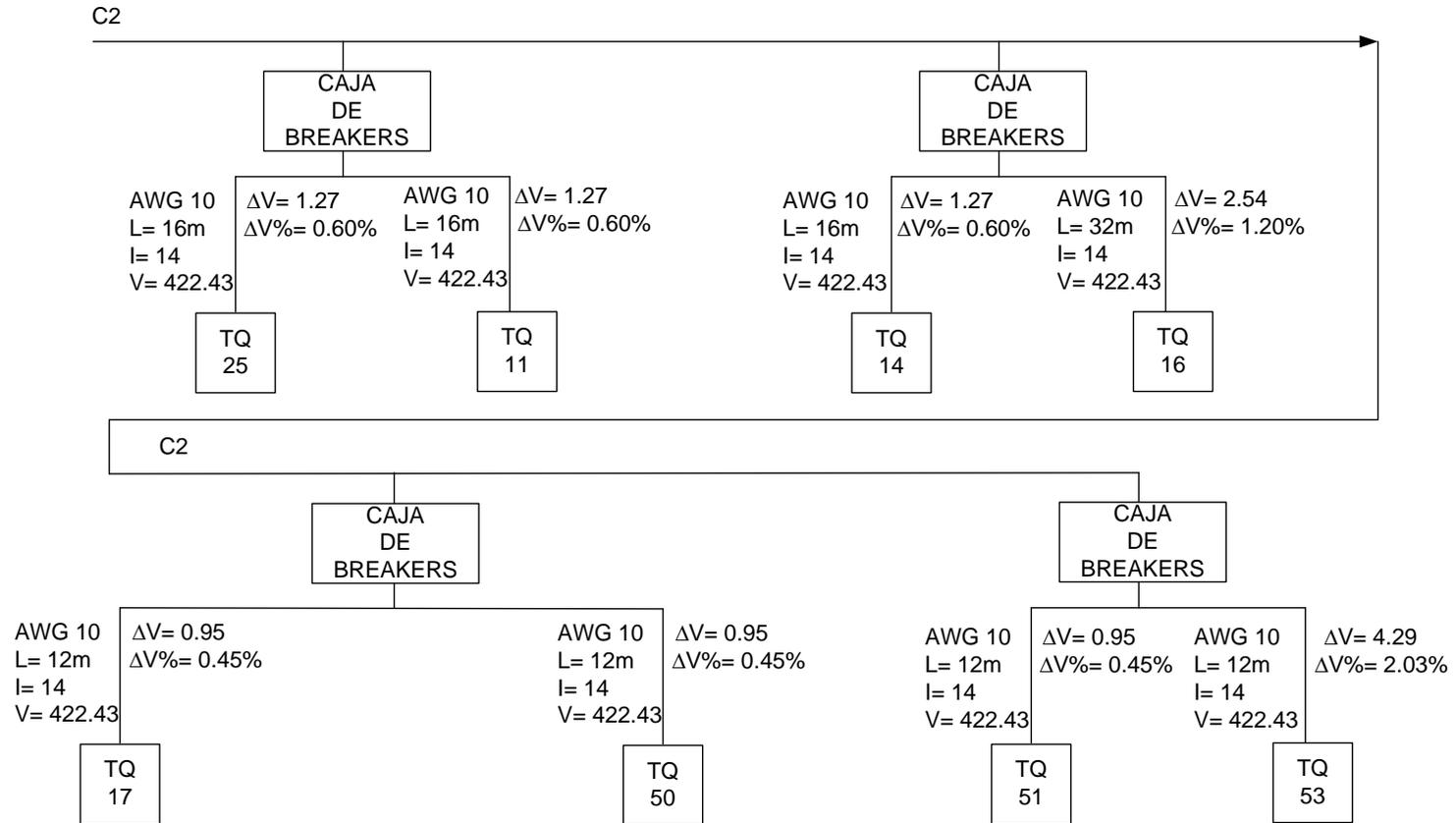
CIRCUITO 2							
TANQUES	RESISTENCIA	CALIBRE	CORRIENTE	LONGITUD m	LONGITUD Km	CAIDA DE TENSION	PORCENTAJE
8	3,277	10	14	35	0,035	2,78	1,32
52	3,277	10	14	41	0,041	3,25	1,54
3	3,277	10	14	32	0,032	2,54	1,20
1	3,277	10	14	85	0,085	6,75	3,19
28	3,277	10	14	20	0,02	1,59	0,75
21	3,277	10	14	31	0,031	2,46	1,16
27	3,277	10	14	50	0,05	3,97	1,88
44	3,277	10	14	45	0,045	3,57	1,69
5	3,277	10	14	68	0,068	5,40	2,55
25	3,277	10	14	16	0,016	1,27	0,60
11	3,277	10	14	16	0,016	1,27	0,60
14	3,277	10	14	16	0,016	1,27	0,60
16	3,277	10	14	32	0,032	2,54	1,20
17	3,277	10	14	12	0,012	0,95	0,45
50	3,277	10	14	12	0,012	0,95	0,45
51	3,277	10	14	12	0,012	0,95	0,45
53	3,277	10	14	54	0,054	4,29	2,03

Tabla 16. Calculo de caída de tensión y selección de calibre del alambre para el circuito 2

3.4.2.6. CAIDA DE TENSION TRIFÁSICA PARA EL CIRCUITO 2



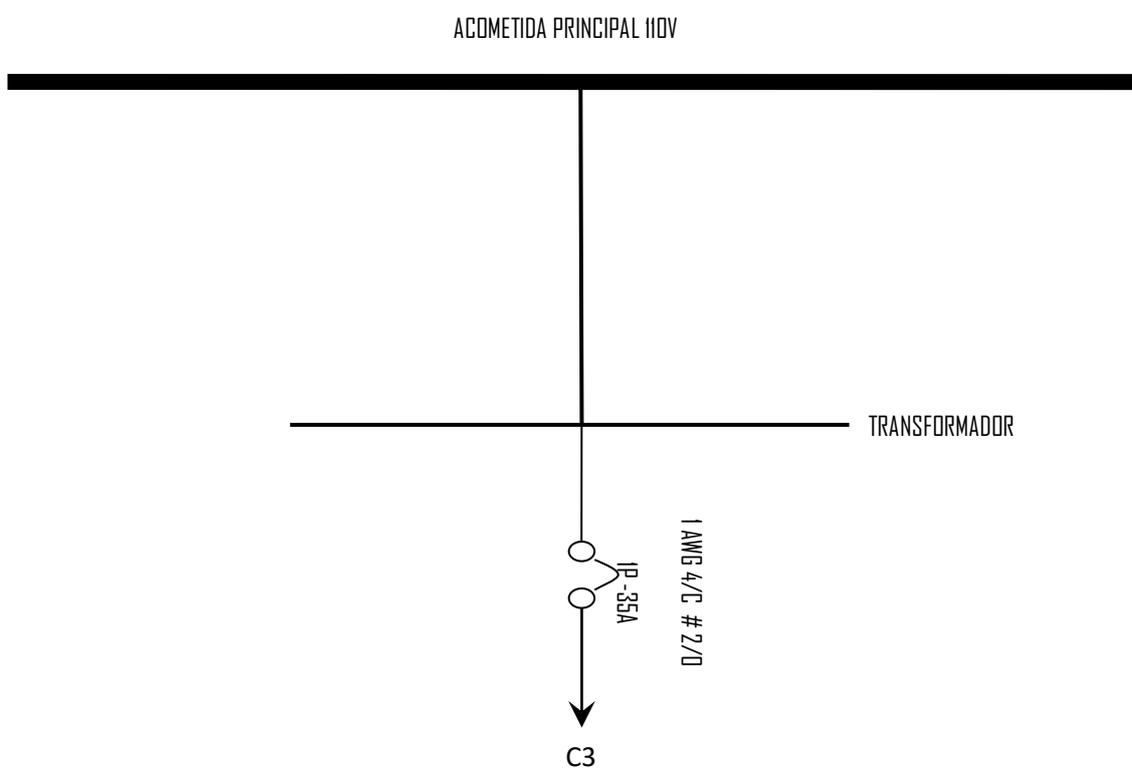
CAIDA DE TENSIÓN TRIFÁSICA PARA EL CIRCUITO 2



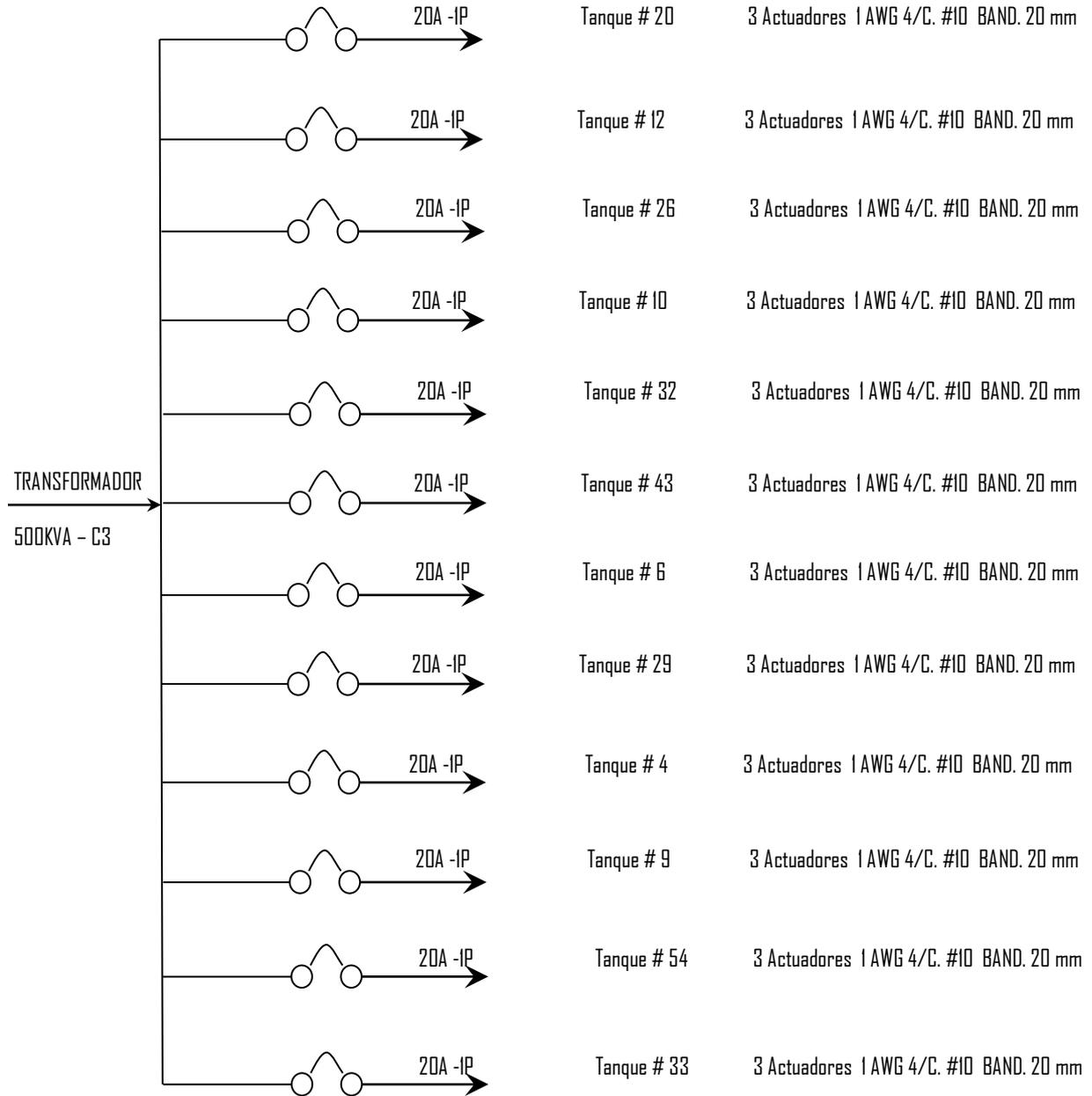
3.5. DIAGRAMA UNIFILAR DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN TRIFÁSICA PARA EL CIRCUITO 3

Este no da inicio en la subestación #4. Este circuito toma la energía de un transformador que se encuentra instalado a un costado del parqueadero y servirá para energizar los actuadores cercanos. (Véase el Anexo G)

4.5.1. *Acometida Principal – Transformador– Circuito*



4.5.1.1. *Circuito 3*



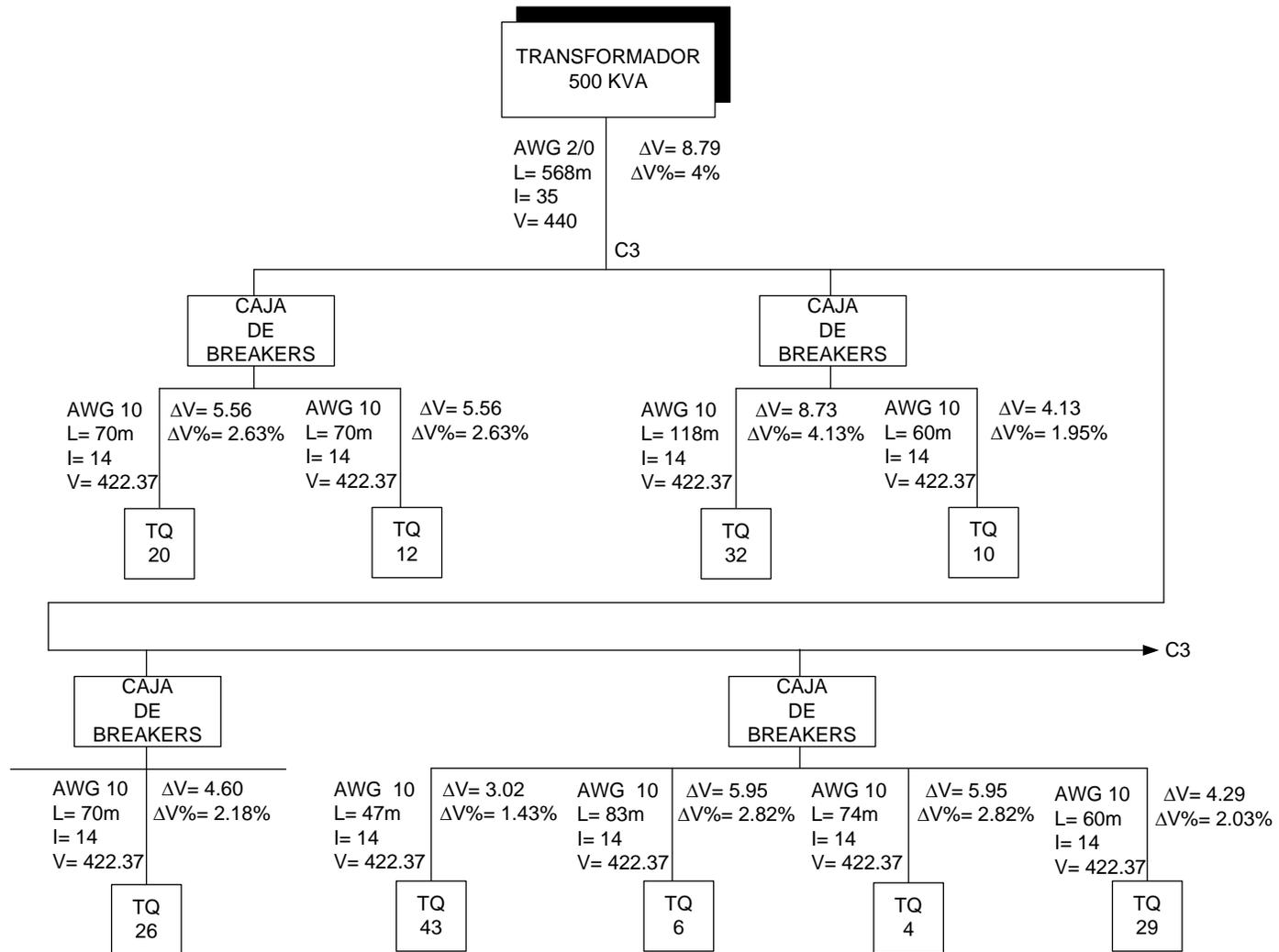
4.5.1.2. **CALCULO DE CAIDA DE TENSION DEL SISTEMA TRIFASICO DE ACTUADORES CIRCUITO 3**

DESDE TRANSFORMADOR
HASTA LAS CAJAS DE DISTRIBUCION

CIRCUITO 3							
TANQUES	RESISTENCIA	CALIBRE	CORRIENTE	LONGITUD m	LONGITUD Km	CAIDA DE TENSION	PORCENTAJE
20	3,277	10	14	70	0,07	5,56	2,63
12	3,277	10	14	70	0,07	5,56	2,63
26	3,277	10	14	58	0,058	4,60	2,18
10	3,277	10	14	52	0,052	4,13	1,95
32	3,277	10	14	110	0,11	8,73	4,13
43	3,277	10	14	38	0,038	3,02	1,43
6	3,277	10	14	75	0,075	5,95	2,82
29	3,277	10	14	54	0,054	4,29	2,03
4	3,277	10	14	75	0,075	5,95	2,82
9	3,277	10	14	37	0,037	2,94	1,39
54	3,277	10	14	94	0,094	7,46	3,53
33	3,277	10	14	90	0,09	7,14	3,38

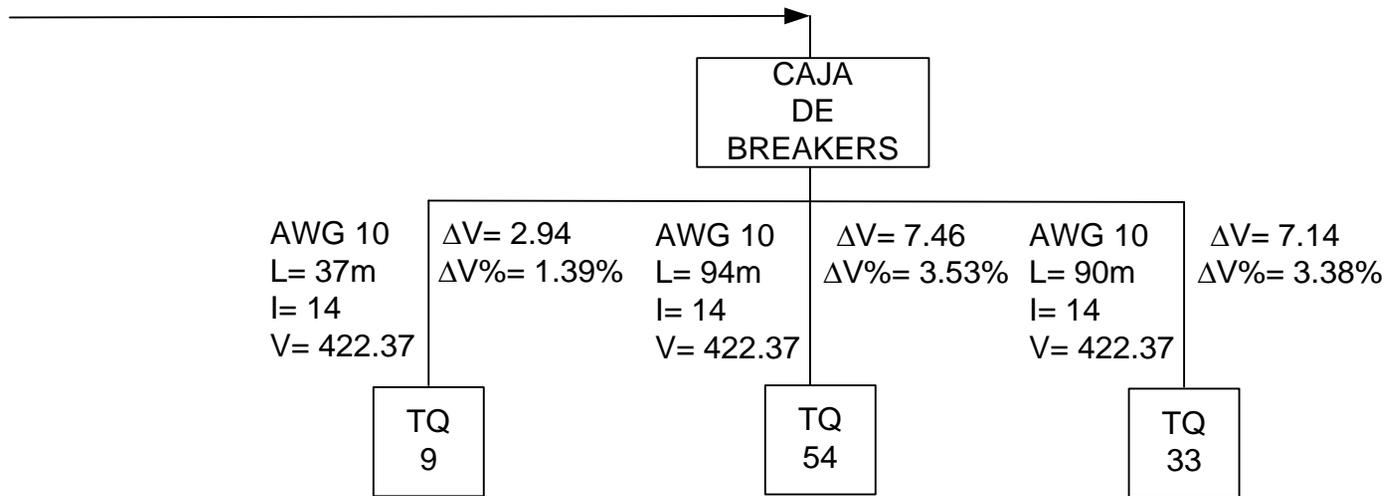
Tabla 17. Calculo de caída de tensión y selección de calibre del alambre para el circuito 3

4.5.1.3. **CAIDA DE TENSIÓN TRIFÁSICA PARA EL CIRCUITO 2**



CAIDA DE TENSIÓN TRIFÁSICA PARA EL CIRCUITO 2

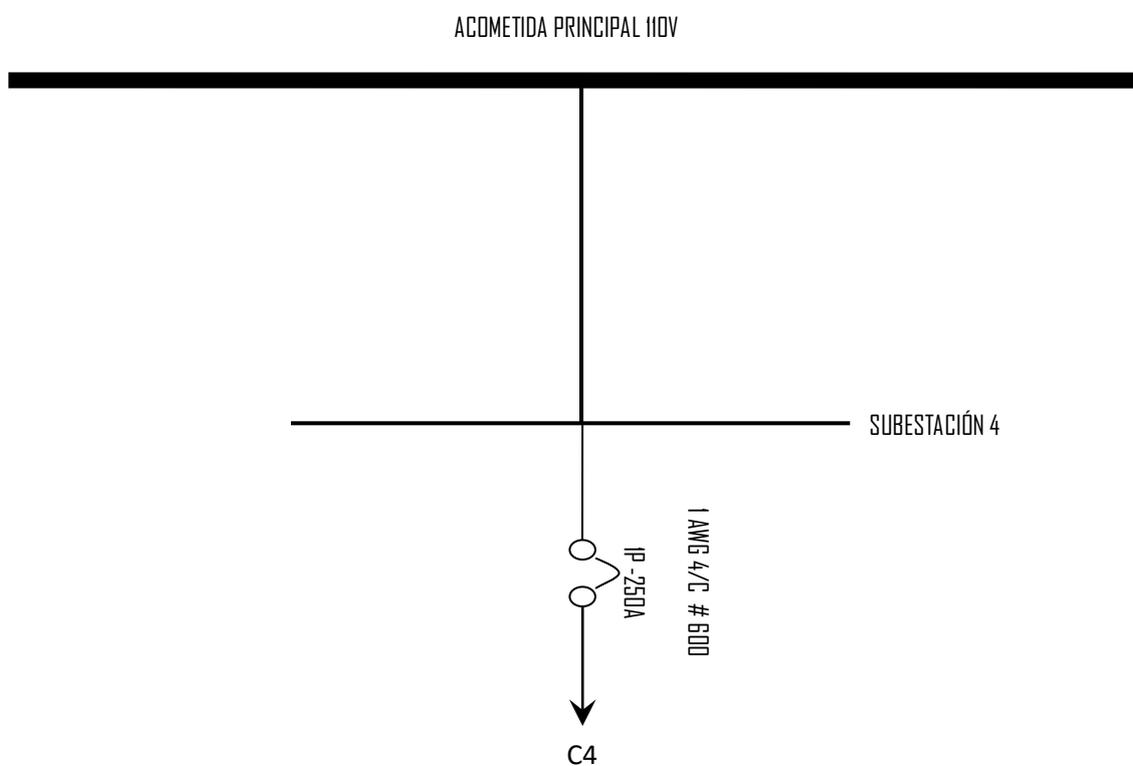
C3



4.6. DIAGRAMA UNIFILAR DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN TRIFÁSICA DE AGITADORES PARA EL CIRCUITO 4

Este circuito que parte desde la subestación #4 alimentara a los motores trifásicos (agitadores), los cuales deben estar instalados en los tanques que contengan producto negro como los de crudo y fuel oíl. (*Véase en el Anexo H*)

4.6.1. Acometida Principal – Subestación – Circuito



4.6.2. CALCULO DE CAIDA DE TENSION PARA EL CIRCUITO TRIFASICO DE AGITADORES

En las siguientes tablas se detallara y calculara la caída de tensión y el calibre del alambre para el circuito trifásico de agitadores. Considerando que solo debe funcionar un tanque a vez es decir 2 agitadores

DESDE SUBESTACION
HASTA LAS CAJAS DE DISTRIBUCION

RESISTENCIA	CALIBRE	CORRIENTE	LONGITUD m	LONGITUD Km	CAIDA DE TENSION	PORCENTAJE
0,0617	600	200	461	0,461	9,84	4,47

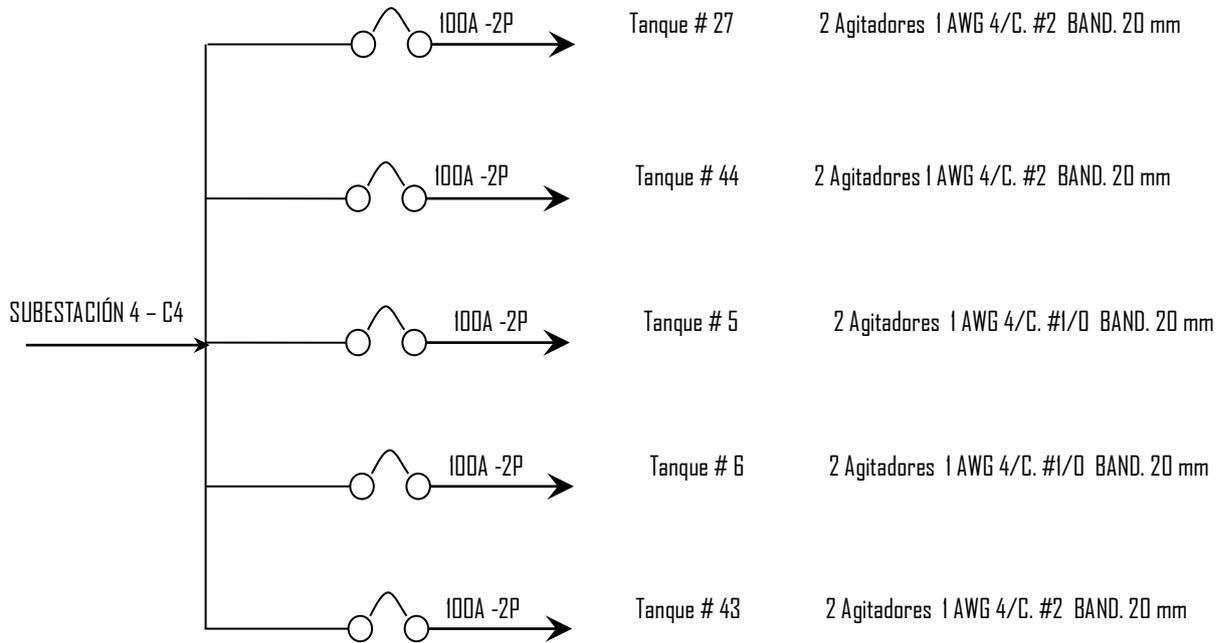
Tabla 18. Calculo de caída de tensión y selección de calibre

4.6.2.1. CALCULO DE CAIDA DE TENSION DEL CIRCUITO TRIFASICO DE AGITADORES

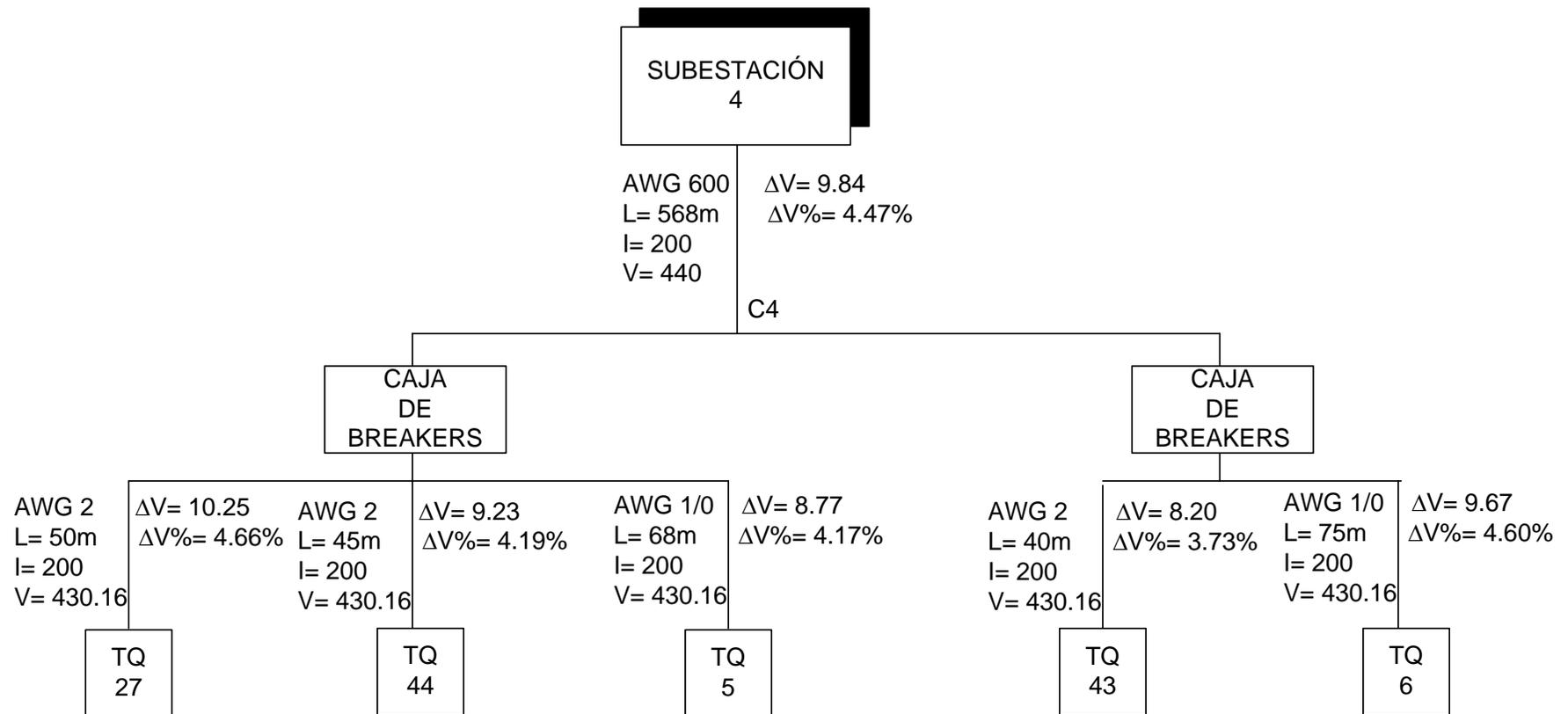
Circuito 4							
TANQUES	RESISTENCIA	CALIBRE	CORRIENTE	LONGITUD m	LONGITUD Km	CAIDA DE TENSION	PORCENTAJE
27	0,5127	2	200	50	0,05	10,25	4,88
44	0,5127	2	200	45	0,045	9,23	4,39
5	0,3224	1/0	200	68	0,068	8,77	4,17
6	0,3224	1/0	200	75	0,075	9,67	4,60
43	0,5127	2	200	40	0,04	8,20	3,90

Tabla 19. Calculo de caída de tensión y selección de calibre del alambre para el circuito 4

4.6.2.2. **CIRCUITO 4**



4.6.2.3. CAIDA DE TENSION TRIFÁSICA DE ALIMENTACION DE AGITADORES CIRCUITO 4

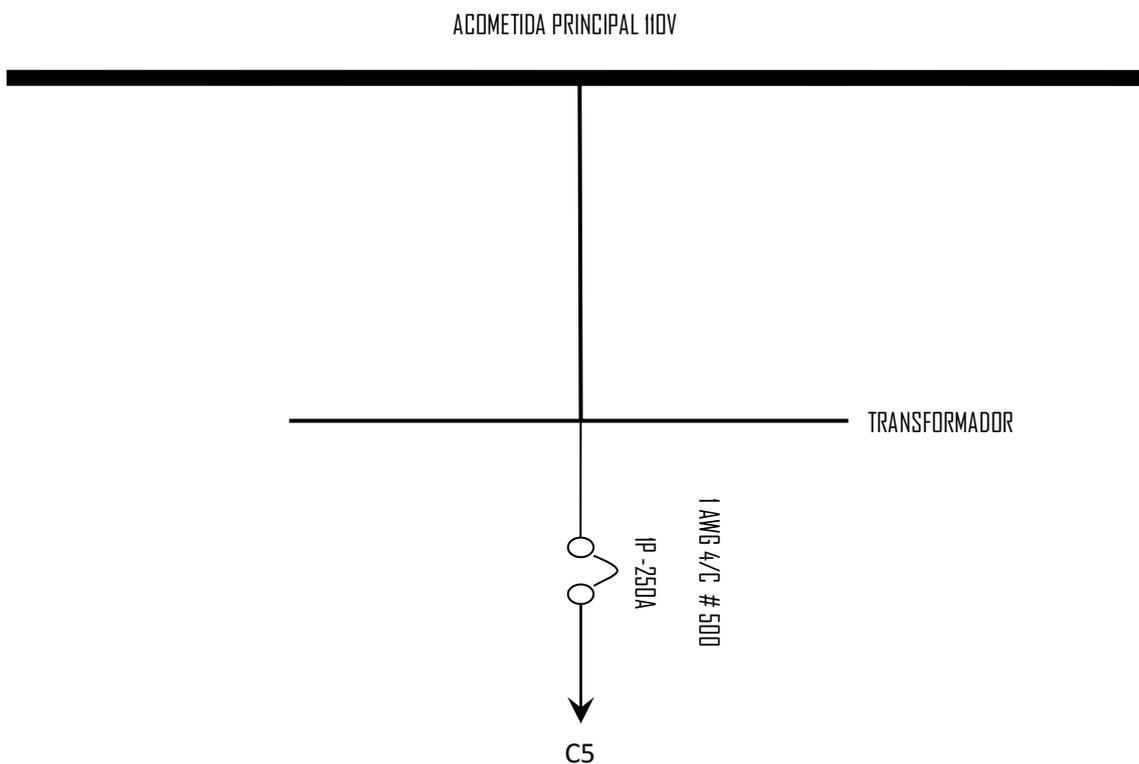


4.7. DIAGRAMA UNIFILAR DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN TRIFÁSICA DE AGITADORES PARA EL CIRCUITO 5

Al igual que el circuito 3 trifásico de agitadores este también parte desde el transformador y energiza a los tanques cercanos. (Véase en el Anexo H)

En las siguientes tablas se detalla el calibre del alambre y la pérdida de tensión de cada uno de los tanques que tenemos en el circuito.

4.7.1. Acometida Principal – Transformador– Circuito



4.7.2. CALCULO DE CAIDA DE TENSION PARA EL CIRCUITO TRIFASICO DE AGITADORES

DESDE TRANSFORMADOR
 HASTA LAS CAJAS DE DISTRIBUCION

RESISTENCIA	CALIBRE	CORRIENTE	LONGITUD m	LONGITUD Km	CAIDA DE TENSION	PORCENTAJE
0,0738	500	200	363	0,363	9,27	4,21

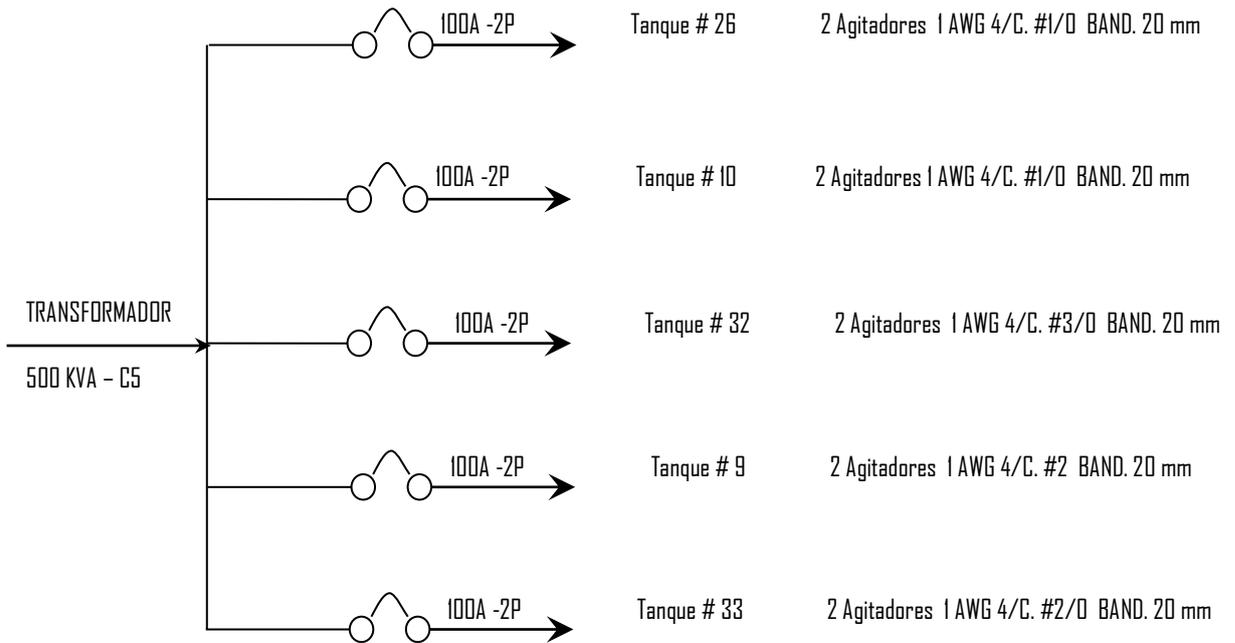
Tabla 20. Calculo de caída de tensión y selección de calibre del alambre

4.7.2.1. CALCULO DE CAIDA DE TENSION PARA EL CIRCUITO TRIFASICO DE AGITADORES

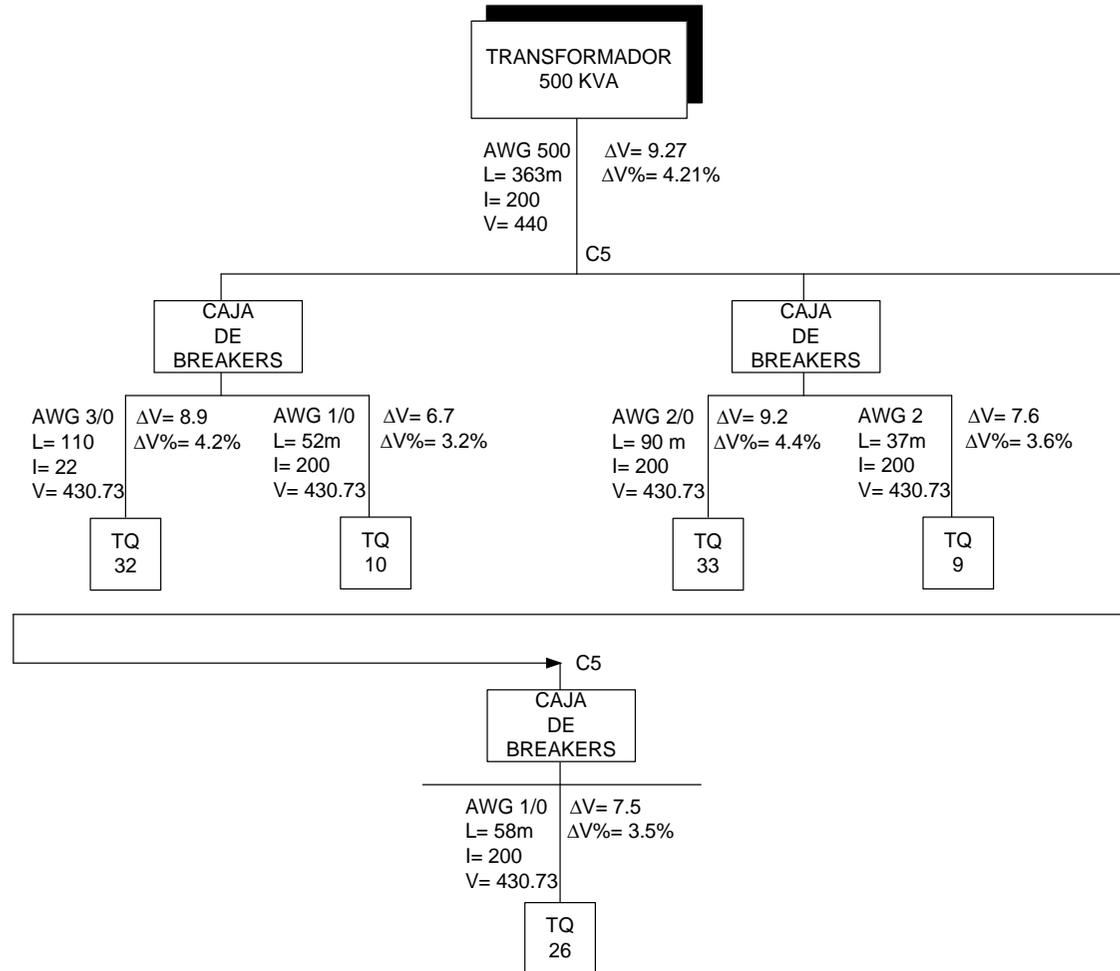
Circuito 5							
TANQUES	RESISTENCIA	CALIBRE	CORRIENTE	LONGITUD m	LONGITUD Km	CAIDA DE TENSION	PORCENTAJE
26	0,3224	1/0	200	58	0,058	7,5	3,5
10	0,3224	1/0	200	52	0,052	6,7	3,2
32	0,2028	3/0	200	110	0,11	8,9	4,2
9	0,5127	2	200	37	0,037	7,6	3,6
33	0,2557	2/0	200	90	0,09	9,2	4,4

Tabla 21. Calculo de caída de tensión y selección de calibre del alambre para el circuito 5

4.7.2.2. **CIRCUITO 5**



4.7.2.3. CAIDA DE TENSIÓN TRIFÁSICA PARA ALIMENTACION DE AGITADORES CIRCUITO 5



4.8. DETALLE DE MATERIALES

4.8.1. Conductores

En las siguientes tablas se detalla la cantidad de alambre en metros necesaria para las instalaciones en los respectivos circuitos.

4.8.1.1. DETALLE DE CONDUCTORES DEL CIRCUITO DE ALIMENTACIÓN MONOFÁSICA DE RADARES

DESDE: SUB-ESTACIÓN #4
HASTA: LAS CAJAS DE BREAKERS

AWG	CIRCUITO 1	CIRCUITO 2	CIRCUITO 3	TOTAL
ALAMBRE BLINDADO # 2	341 m	643 m	762 m	1746 m

Tabla 22. Cantidad de alambre en metros para los circuitos monofásicos

4.8.1.2. DETALLE DE CONDUCTORES DEL CIRCUITO DE ALIMENTACIÓN DE MOTORES TRIFÁSICOS (AGITADORES)

DESDE: SUB-ESTACIÓN #4 Y EL TRANSFORMADOR PARA EL CIRCUITO 3
HASTA: LAS CAJAS DE BREAKERS

CONDUCTOR	CIRCUITO 4	CIRCUITO 5	TOTAL
ALAMBRE BLINDADO CCW # 600	461 m	-	461 m
ALAMBRE BLINDADO CCW # 500	-	363 m	363 m

Tabla 23. Cantidad de alambre en metros para los circuitos trifásicos de agitadores

4.8.1.3. DETALLE DE CONDUCTORES DEL CIRCUITO DE ALIMENTACIÓN DE LAS ELECTROVALVULAS (ACTUADORES) TRIFÁSICOS

DESDE: SUB-ESTACIÓN #4 Y EL TRANSFORMADOR PARA EL CIRCUITO 3
 HASTA: LAS CAJAS DE BREAKERS

CONDUCTOR	CIRCUITO 1	CIRCUITO 2	CIRCUITO 3	TOTAL
ALAMBRE BLINDADO # 1/0	341 m			341 m
ALAMBRE BLINDADO # 2/0		643 m		643 m
ALAMBRE BLINDADO # 4/0			568 m	568 m

Tabla 24. Cantidad de alambre en metros para los circuitos trifásicos de actuadores

4.8.1.4. DETALLE DE CONDUCTORES DEL CIRCUITO DE COMUNICACIÓN Y EL SISTEMA CONTRA INCENDIOS

DESDE: SUB-ESTACIÓN #4
 HASTA: LAS CAJAS DE BREAKERS

CONDUCTOR	CIRCUITO 1	CIRCUITO 2	CIRCUITO 3	RESISTENCIA	TOTAL
ALAMBRE BLINDADO TWINAX Z100Ω AWG # 16	341 m	643 m	762 m	100 Ω	1746 m

Tabla 25. Cantidad de alambre en metros para el circuito de comunicación y sistema contra incendios

4.8.1.5. **DETALLE DE CONDUCTORES DEL CIRCUITO DE ALIMENTACIÓN MONOFÁSICA DE RADARES Y TRIFASICA DE ACTUADORES**

En las siguientes tablas se detalla la cantidad de alambre necesario en metros para las conexiones en los distintos circuitos tanto monofásicos como trifásicos.

DESDE LA CAJA DE BREAKERS

HASTA EL TANQUE

CIRCUITO 1				
LINEA MONOFASICA REGULADA				LINEA TRIFASICA
TANQUE	CONDUTOR AWG#12	CONDUTOR AWG#14	CONDUTOR AWG#16	CONDUTOR AWG# 10
7	-	-	33	22
22	-	-	58	50
34	-	-	55	22
23	-	-	28	45
46	-	-	16	12
19	-	45	-	40
31	66	-	-	50
56	-	52	-	60
37	-	60	-	52
38	102	-	-	98
2	-	-	65	46
13	-	-	36	31
30	-	-	54	49
TOTAL	168	157	345	577

Tabla 26. Cantidad de alambre en metros para el circuito Imonofasico y trifásico de actuadores

CIRCUITO 2				
LINEA MONOFASICA REGULADA				LINEA TRIFASICA
TANQUE	CONDUTOR AWG#12	CONDUTOR AWG#14	CONDUTOR AWG#16	CONDUCTOR AWG# 10
8	-	-	43	35
52	-	-	49	41
3	-	-	37	32
1	-	94	-	85
28	-	26	-	20
21	-	39	-	31
27	-	48	-	50
44	-	-	50	45
5	-	76	-	68
25	-	-	23	16
11	-	-	21	16
14	-	-	21	16
16	-	37	-	32
17	-	-	16	12
50	-	-	16	12
51	-	-	16	12
53	-	-	60	54
TOTAL	0	320	352	577

Tabla 27. Cantidad de alambre en metros para el circuito 2 monofásico y trifásico de actuadores

CIRCUITO 3				
LINEA MONOFASICA REGULADA				LINEA TRIFASICA
TANQUE	CONDUTOR AWG#12	CONDUTOR AWG#14	CONDUTOR AWG#16	CONDUTOR AWG# 10
20	73	-	-	70
12	43	-	-	70
26	-	-	70	58
10	-	-	60	52
32	-	-	118	110
43	47	-	-	38
6	83	-	-	75
29	60	-	-	54
4	74	-	-	75
9	47	-	-	37
54	102	-	-	94
33	100	-	-	90
TOTAL	629	0	248	823

Tabla 28. Cantidad de alambre en metros para el circuito 3 monofásico y trifásico de actuadores

4.8.1.6. DETALLE DE CONDUCTORES DEL CIRCUITO DE ALIMENTACIÓN DE MOTORES TRIFÁSICOS

DESDE: EL TRANSFORMADOR Y LA SUB-ESTACIÓN #4
 HASTA: LAS CAJAS DE BREAKERS

CIRCUITO 4				
LINEA DE ALIMENTACION DE MOTORES TRIFASICOS				
TANQUE	CONDUCTOR AWG # 1/0	CONDUCTOR AWG # 2/0	CONDUCTOR AWG # 3/0	CONDUCTOR AWG # 2
27	-	-	-	50
44	-	-	-	45
5	68	-	-	
6	75	-	-	
43	-	-	-	40

Tabla 29. Cantidad de alambre en metros para el circuito 4 trifásico de agitadores

CIRCUITO 5				
LINEA DE ALIMENTACION DE MOTORES TRIFASICOS				
TANQUE	CONDUCTOR AWG # 1/0	CONDUCTOR AWG # 2/0	CONDUCTOR AWG # 3/0	CONDUCTOR AWG # 2
26	58			
10	52			
32			110	
9				37
33		90		

Tabla 30. Cantidad de alambre en metros para el circuito 5 trifásico de agitadores

4.8.1.7. DETALLE DE CONDUCTORES DEL CIRCUITO DE ALIMENTACIÓN DEL SISTEMA DE COMUNICACIÓN Y CONTROL DE INCENDIOS

DESDE LA CAJA DE BREAKERS
HASTA EL TANQUE

CIRCUITO 1			
SISTEMA DE COMUNICACIÓN Y CONTROL DE INCENDIOS			
TANQUES	RESISTENCIA	CALIBRE	LONGITUD m
7	100 Ω	16	66
22	100 Ω	16	116
34	100 Ω	16	110
23	100 Ω	16	56
46	100 Ω	16	32
19	100 Ω	16	90
31	100 Ω	16	132
56	100 Ω	16	104
37	100 Ω	16	120
38	100 Ω	16	204
2	100 Ω	16	130
13	100 Ω	16	72
30	100 Ω	16	108
TOTAL			1340

Tabla 31. Cantidad de alambre en metros para el circuito 1 de comunicación y control de incendios

CIRCUITO 2			
SISTEMA DE COMUNICACIÓN Y CONTROL DE INCENDIOS			
TANQUES	RESISTENCIA	CALIBRE	LONGITUD m
8	100 Ω	16	86
52	100 Ω	16	98
3	100 Ω	16	74
1	100 Ω	16	188
28	100 Ω	16	52
21	100 Ω	16	78
27	100 Ω	16	96
44	100 Ω	16	100
5	100 Ω	16	152
25	100 Ω	16	46
11	100 Ω	16	42
14	100 Ω	16	42
16	100 Ω	16	74

17	100 Ω	16	32
50	100 Ω	16	32
51	100 Ω	16	32
53	100 Ω	16	120

TOTAL

1344

Tabla 32. Cantidad de alambre en metros para el circuito 2 de comunicación y control de incendios

CIRCUITO 3			
SISTEMA DE COMUNICACIÓN Y CONTROL DE INCENDIOS			
TANQUES	RESISTENCIA	CALIBRE	LONGITUD m
20	100 Ω	16	146
12	100 Ω	16	86
26	100 Ω	16	140
10	100 Ω	16	120
32	100 Ω	16	236
43	100 Ω	16	94
6	100 Ω	16	166
29	100 Ω	16	120
4	100 Ω	16	148
9	100 Ω	16	94
54	100 Ω	16	204
33	100 Ω	16	200

TOTAL

1754

Tabla 33. Cantidad de alambre en metros para el circuito 3 de comunicación y control de incendios

4.8.2. BANDEJAS PORTACABLES

En las siguientes tablas se detalla la cantidad en número de las bandejas de fondo solido necesarias para la colocación de los conductores.

4.8.2.1. DETALLE DE BANDEJAS PORTACABLES FONDO SOLIDO

OBJETO	CIRCUITO 1	CIRCUITO 2	CIRCUITO 3	TOTAL
CURVA TEE VERTICAL INTERNA	7	17	10	34
CURVA TEE VERTICAL EXTERNA	6	10	3	19
TEE HORIZONTAL	1	2	3	6
CURVA VERTICAL 90° INTERNA	4	5	2	11
TEE VERTICAL EXTERNA	2	3	4	9
CURVA HORIZONTAL EQUIS	2	3	2	7
CURVA YEE HORIZONTAL 45°		1		1
CURVA HORIZONTAL 45°	1	2	2	5
CURVA HORIZONTAL 30°	1	1	1	3
BANDEJA RECTA (m)	330	480	580	1390

Tabla 34. Cantidad en número de bandejas de fondo solido (Véase en el Anexo J)

4.8.2.2. DETALLE DE BANDEJAS PORTACABLES FONDO SOLIDO

DESDE: COSTADO DEL PIPE TRACK
HASTA: CADA UNA DE LAS CAJAS DE DISTRIBUCION

CIRCUITO 1		
TANQUE	CODOS 90º	CANALETA RECTA(m)
7	2	5
22		
34	4	15
23		
46	2	44
19		
31		
56		
37	2	5
38		
2		
13	4	15
30		
TOTAL	14	84

Tabla 35. Cantidad en número de bandejas de fondo solido circuito 1

CIRCUITO 2		
TANQUE	CODOS 90'	CANALETA RECTA(m)
8	2	5
52		
3	2	5
1		
28	4	15
21		
27		
44	4	15
5		
25	4	65
11		
14		
16		
17	2	15
50		
51	2	20
53		
TOTAL	24	140

Tabla 36. Cantidad en número de bandejas de fondo solido circuito 2

CIRCUITO 3		
TANQUE	CODOS 90º	CANALETA RECTA(m)
20	2	70
12		
26	2	5
10	2	5
32		
43	4	50
6		
29		
4		
9	4	70
54		
33		
TOTAL	14	200

Tabla 37. Cantidad en número de bandejas de fondo solido circuito 3

4.8.2.3. BANDEJAS PORTACABLES TIPO ESCALERA PARA EL CIRCUITO 1

En las siguientes tablas se detalla el numero de bandejas portacables tipo escalera utilizada para trasportar los cables desde la caja de breakers hasta los tanques

DESDE LA CAJA DE BREAKERS
HASTA EL TANQUE

CIRCUITO 1						
LINEA MONOFASICA REGULADA SISTEMA DE CONTROL SISTEMA CONTRA INCENDIOS Y LINEA TRIFASICA						
TANQUE	BANDEJA RECTA (m)	CURVA HORIZONTAL 90º	TUBO FLEX (m)	CURVA VERTICAL INTERNA	TEE VERTICAL EXTERNA	CURVA HORIZONTAL 30º
7	33	3	20	2	1	2
23	28	3	20	2	1	2
34	55	3	20	2	1	2
22	58	3	20	2	1	2
2	65	3	20	2	1	2
13	36	3	20	2	1	2
30	54	3	20	2	1	2
TOTAL	329	21	140	14	7	14

Tabla 38. Cantidad en número de bandejas tipo escalera y tubo flex

Las siguientes tablas muestran la cantidad de material necesario (bandejas) para la instalación de los ductos tomando en cuenta que en varios puntos el camino de la ducteria es el mismo para varios tanques. Por esta razon se ha decidido optar por un solo ducto que contenga los cables necesarios para cada tanque, puesto que esto se ahorrara espacio, dinero y tiempo en la instalación

CIRCUITO 1					
LINEA MONOFASICA REGULADA SISTEMA DE CONTROL SISTEMA CONTRA INCENDIOS Y LINEA TRIFASICA					
TANQUE	BANDEJA RECTA (m)	CURVA HORIZONTAL 90º	T HORIZONTAL	CURVA VERTICAL INTERNA	CURVA HORIZONTAL EQUIS
46	50	3	1	1	1
19					
31					
56					
TOTAL	50	3	1	1	1

Tabla 39. Cantidad de bandejas tipo escalera para el circuito 1

De la union al tanque

CIRCUITO 1						
LINEA MONOFASICA REGULADA SISTEMA DE CONTROL SISTEMA CONTRA INCENDIOS Y LINEA TRIFASICA						
TANQUE	BANDEJA RECTA (m)	CURVA HORIZONTAL 90º	TUBO FLEX (m)	CURVA VERTICAL INTERNA	TEE VERTICAL EXTERNA	CURVA HORIZONTAL 30º
46	15	3	20	2	1	2
19	15	3	20	2	1	2
31	20	3	20	2	1	2
56	25	3	20	2	1	2
TOTAL	75	12	80	8	4	8

Tabla 40. Cantidad de bandejas tipo escalera y tubo flex para el circuito 1

CIRCUITO 1				
LINEA MONOFASICA REGULADA SISTEMA DE CONTROL SISTEMA CONTRA INCENDIOS Y LINEA TRIFASICA				
TANQUE	BANDEJA RECTA (m)	CURVA HORIZONTAL 90º	T HORIZONTAL	CURVA VERTICAL INTERNA
37 38	60	3	1	1
TOTAL	60	3	1	1

Tabla 41. Cantidad de bandejas tipo escalera para el circuito 1

De la union al tanque

CIRCUITO 1						
LINEA MONOFASICA REGULADA SISTEMA DE CONTROL SISTEMA CONTRA INCENDIOS Y LINEA TRIFASICA						
TANQUE	BANDEJA RECTA (m)	CURVA HORIZONTAL 90º	TUBO FLEX (m)	CURVA VERTICAL INTERNA	TEE VERTICAL EXTERNA	CURVA HORIZONTAL 30º
37	20	2	20	2	1	2
38	50	2	20	2	1	2
TOTAL	70	4	40	4	2	4

Tabla 42. Cantidad de bandejas tipo escalera y tubo flex para el circuito 1

4.8.2.4. **BANDEJAS PORTACABLES TIPO ESCALERA PARA EL CIRCUITO 2**

DESDE LA CAJA DE BREAKERS
HASTA EL TANQUE

CIRCUITO 2						
LINEA MONOFASICA REGULADA SISTEMA DE CONTROL SISTEMA CONTRA INCENDIOS Y LINEA TRIFASICA						
TANQUE	BANDEJA RECTA (m)	CURVA HORIZONTAL 90º	TUBO FLEX (m)	CURVA VERTICAL INTERNA	TEE VERTICAL EXTERNA	CURVA HORIZONTAL 30º
28	26	3	20	2	1	2
44	50	3	40	2	1	2
5	76	3	50	2	1	2
25	23	3	20	2	1	2
11	21	3	20	2	1	-
14	21	3	20	2	1	-
16	37	3	20	2	1	2
17	16	3	20	2	1	-
50	16	3	20	2	1	-
51	16	3	20	2	1	-
53	60	3	20	2	1	2
TOTAL	362	33	270	22	11	12

Tabla 43. Cantidad de bandejas tipo escalera para el circuito 2

CIRCUITO 2				
LINEA MONOFASICA REGULADA SISTEMA DE CONTROL SISTEMA CONTRA INCENDIOS Y LINEA TRIFASICA				
TANQUE	BANDEJA RECTA (m)	CURVA HORIZONTAL 90º	T HORIZONTAL	CURVA VERTICAL INTERNA
8	25	1	1	1
52				
TOTAL	25	1	1	1

Tabla 44. Cantidad de bandejas tipo escalera para el circuito 2

De la union al tanque

CIRCUITO 2						
LINEA MONOFASICA REGULADA SISTEMA DE CONTROL SISTEMA CONTRA INCENDIOS Y LINEA TRIFASICA						
TANQUE	BANDEJA RECTA (m)	CURVA HORIZONTAL 90º	TUBO FLEX (m)	CURVA VERTICAL INTERNA	TEE VERTICAL EXTERNA	CURVA HORIZONTAL 30º
8	20	1	20	2	1	2
52	25	1	20	2	1	2
TOTAL	45	2	40	4	2	4

Tabla 45. Cantidad de bandejas tipo escalera y tubo flex para el circuito 2

CIRCUITO 2				
LINEA MONOFASICA REGULADA SISTEMA DE CONTROL SISTEMA CONTRA INCENDIOS Y LINEA TRIFASICA				
TANQUE	BANDEJA RECTA (m)	CURVA HORIZONTAL 90º	T HORIZONTAL	CURVA VERTICAL INTERNA
27	30	2	1	1
21				
TOTAL	30	2	1	1

Tabla 46. Cantidad de bandejas tipo escalera para el circuito 2

De la union al tanque

CIRCUITO 2						
LINEA MONOFASICA REGULADA SISTEMA DE CONTROL SISTEMA CONTRA INCENDIOS Y LINEA TRIFASICA						
TANQUE	BANDEJA RECTA (m)	CURVA HORIZONTAL 90º	TUBO FLEX (m)	CURVA VERTICAL INTERNA	TEE VERTICAL EXTERNA	CURVA HORIZONTAL 30º
27	10	2	40	2	1	2
21	25	2	20	2	1	2
TOTAL	35	4	60	4	2	4

Tabla 47. Cantidad de bandejas tipo escalera y tubo flex para el circuito 2

CIRCUITO 2				
LINEA MONOFASICA REGULADA SISTEMA DE CONTROL SISTEMA CONTRA INCENDIOS Y LINEA TRIFASICA				
TANQUE	BANDEJA RECTA (m)	CURVA HORIZONTAL 90º	T HORIZONTAL	CURVA VERTICAL INTERNA
3	30	2	1	1
1				
TOTAL	30	2	1	1

Tabla 48. Cantidad de bandejas tipo escalera para el circuito 2

De la union al tanque

CIRCUITO 2						
LINEA MONOFASICA REGULADA SISTEMA DE CONTROL SISTEMA CONTRA INCENDIOS Y LINEA TRIFASICA						
TANQUE	BANDEJA RECTA (m)	CURVA HORIZONTAL 90º	TUBO FLEX (m)	CURVA VERTICAL INTERNA	TEE VERTICAL EXTERNA	CURVA HORIZONTAL 30º
3	28	2	20	2	1	2
1	60	2	20	2	1	2
TOTAL	88	4	40	4	2	4

Tabla 49. Cantidad de bandejas tipo escalera y tubo flex para el circuito 2

4.8.2.5. BANDEJAS PORTACABLES TIPO ESCALERA PARA EL CIRCUITO 3

CIRCUITO 3						
LINEA MONOFASICA REGULADA SISTEMA DE CONTROL SISTEMA CONTRA INCENDIOS Y LINEA TRIFASICA						
TANQUE	BANDEJA RECTA (m)	CURVA HORIZONTAL 90º	TUBO FLEX (m)	CURVA VERTICAL INTERNA	TEE VERTICAL EXTERNA	CURVA HORIZONTAL 30º
20	73	3	20	2	1	2
12	43	3	20	2	1	2
26	70	3	50	2	1	2
43	47	3	20	2	1	2
6	83	3	20	2	1	2
29	60	3	20	2	1	2
4	74	3	20	2	1	2
9	47	3	50	2	1	2
54	102	3	20	2	1	2
33	100	3	50	2	1	2
TOTAL	699	30	290	20	10	20

Tabla 50. Cantidad de bandejas tipo escalera y tubo flex para el circuito 3

CIRCUITO 3				
LINEA MONOFASICA REGULADA SISTEMA DE CONTROL SISTEMA CONTRA INCENDIOS Y LINEA TRIFASICA				
TANQUE	BANDEJA RECTA (m)	CURVA HORIZONTAL 90º	T HORIZONTAL	CURVA VERTICAL INTERNA
32 10	48	2	1	1
TOTAL	48	2	1	1

Tabla 51. Cantidad de bandejas tipo escalera y tubo flex para el circuito 3

De la union al tanque

CIRCUITO 3						
LINEA MONOFASICA REGULADA SISTEMA DE CONTROL SISTEMA CONTRA INCENDIOS Y LINEA TRIFASICA						
TANQUE	BANDEJA RECTA (m)	CURVA HORIZONTAL 90º	TUBO FLEX (m)	CURVA VERTICAL INTERNA	TEE VERTICAL EXTERNA	CURVA HORIZONTAL 30º
32	38	2	50	2	1	2
10	35	2	50	2	1	2
TOTAL	73	4	100	4	2	4

Tabla 52. Cantidad de bandejas tipo escalera y tubo flex para el circuito 3

4.8.3. SOPORTES

En lo que tiene que ver a los soportes en las siguientes tablas se detalla los soportes necesarios para el sostén de las bandejas en los diferentes puntos de la refinería.

4.8.3.1. DETALLE DE SOPORTES PARA LAS BANDEJAS EN EL COSTADO DEL CUBETO

Desde: EL COSTADO DEL PIPE TRACK

Hasta: LAS CAJAS DE DISTRIBUCION

CIRCUITO 1				
TANQUE	DISTANCIA DE BANDEJA RECTA(m)	NUMERO DE SOPORTES	ALTURA DEL SOPORTE EN METROS	ANCHO DEL SOPORTE EN METROS
7	5	2	0,15	0,35
22				
34	15	7	0,15	0,35
23				
46	44	18	0,15	0,35
19				
31				
56				
37	5	2	0,15	0,35
38				
2				
13	15	7	0,15	0,35
30				
TOTAL		36		

Tabla 53. Numero de soportes necesarios para el circuito 1

CIRCUITO 2				
TANQUE	BANDEJA RECTA(m)	NUMERO DE SOPORTES	ALTURA DEL SOPORTE EN METROS	ANCHO DEL SOPORTE EN METROS
8	5	2	0,15	0,35
52				
3	5	2	0,15	0,35
1				
28	15	7	0,15	0,35
21				
27				
44	15	7	0,15	0,35
5				
25	65	27	0,15	0,35
11				
14				
16				
17	15	7	0,15	0,35
50				
51	20	8	0,15	0,35
53				
TOTAL		60		

Tabla 54. Numero de soportes necesarios para el circuito 2

CIRCUITO 3				
TANQUE	BANDEJA RECTA(m)	NUMERO DE SOPORTES	ALTURA DEL SOPORTE EN METROS	ANCHO DELSOPORTE EN METROS
20	70	29	0,15	0,35
12				
26	5	2	0,15	0,35
10	5	2	0,15	0,35
32				
43	50	21	0,15	0,35
6				
29				
4				
9	70	29	0,15	0,35
54				
33				
TOTAL		83		

Tabla 55. Numero de soportes necesarios para el circuito 3

4.8.3.2. **DETALLE DE SOPORTES PARA LAS BANDEJAS EN EL INTERIOR DEL CUBETO**

DESDE: LA CAJA DE BREAKERS

HASTA: EL TANQUE

CIRCUITO 1				
DETALLE DE SOPORTES PARA LAS BANDEJAS PORTACABLES TIPO ESCALERA				
LINEA MONOFASICA REGULADA, CONTROL, SISTEMA CONTRA INCENDIOS Y LINEA TRIFASICA				
TANQUE	DISTANCIA DE LA BANDEJA m	NUMERO DE SOPORTES	ALTURA DEL SOPORTE m	ANCHO DEL SOPORTE m
7	23	9	2	0,75
23	21	9	2	0,75
34	10	4	2	0,75
22	10	4	2	0,75
46	8	3	1,5	0,75
19	10	4	1,5	0,75
31	10	4	1,5	0,75
56	20	8	2	0,75
37	5	2	2	0,75
38	46	19	2	0,75
2	15	6	2	0,75
13	31	13	2	0,75
30	7	3	2	0,75

TOTAL 88

LA ALTURA Y EL ANCHO DE LOS SOPORTES SON DADAS POR EL FABRICANTE

Tabla 56. Numero de soportes necesarios para el circuito 1 en el interior del cubeto

CIRCUITO 2				
DETALLE DE SOPORTES PARA LAS BANDEJAS PORTACABLES TIPO ESCALERA				
LINEA MONOFASICA REGULADA, CONTROL, SISTEMA CONTRA INCENDIOS Y LINEA TRIFASICA				
TANQUE	DISTANCIA DE LA BANDEJA m	NUMERO DE SOPORTES	ALTURA DEL SOPORTE m	ANCHO DEL SOPORTE m
8	10	4	2	0,75
52	16	6	2	0,75
3	32	13	2	0,75
1	30	12	2	0,75
28	20	8	1,75	0,75
21	35	14	1,75	0,75
27	35	14	2	0,75
44	30	12	2	0,75
5	28	11	2	0,75
25	18	7	1,5	0,75
11	16	6	1,5	0,75
14	16	6	1,5	0,75
16	12	5	1,5	0,75
17	12	5	1,5	0,75
50	12	5	1,5	0,75
51	12	5	1,5	0,75
53	13	5	1,5	0,75

TOTAL

138

LA ALTURA Y EL ANCHO DE LOS SOPORTES SON DADAS POR EL FABRICANTE

Tabla 57. Numero de soportes necesarios para el circuito 2 en el interior del cubeto

CIRCUITO 3				
DETALLE DE SOPORTES PARA LAS BANDEJAS PORTACABLES TIPO ESCALERA				
LINEA MONOFASICA REGULADA, CONTROL, SISTEMA CONTRA INCENDIOS Y LINEA TRIFASICA				
TANQUE	DISTANCIA DE LA BANDEJA m	NUMERO DE SOPORTES	ALTURA DEL SOPORTE m	ANCHO DEL SOPORTE m
20	53	22	2	0,75
12	25	10	1,75	0,75
26	58	24	2	0,75
10	24	10	2	0,75
32	48	20	2	0,75
43	38	16	2	0,75
6	30	12	2	0,75
29	38	16	1,75	0,75
4	40	16	2	0,75
9	37	15	2	0,75
54	28	11	2	0,75
33	20	8	2	0,75
TOTAL		180		

LA ALTURA Y EL ANCHO DE LOS SOPORTES SON DADAS POR EL FABRICANTE

Tabla 58. Numero de soportes necesarios para el circuito 3 en el interior del cubeto

4.8.3.3. DETALLE DE SOPORTES PARA LAS BANDEJAS EN LOS TANQUES

DESDE: TANQUE
HASTA: INSTRUMENTO

CIRCUITO 1					
DETALLE DE SOPORTES PARA LAS BANDEJAS PORTACABLES TIPO ESCALERA					
LINEA MONOFASICA REGULADA, CONTROL, SISTEMA CONTRA INCENDIOS Y LINEA TRIFASICA					
TANQUE	DISTANCIA DE LA BANDEJA m	NUMERO DE SOPORTES	ANGULO DEL SOPORTE °	ALTURA DEL SOPORTE m	ANCHO DEL SOPORTE m
7	23	12	45	0,1	0,3
23	21	11	45	0,1	0,3
34	10	5	45	0,1	0,3
22	10	5	45	0,1	0,3
46	8	4	45	0,1	0,3
19	5	3	45	0,1	0,3
31	8	4	45	0,1	0,3
56	20	10	45	0,1	0,3
37	6	3	45	0,1	0,3
38	6	3	45	0,1	0,3
2	16	8	45	0,1	0,3
13	15	8	45	0,1	0,3
30	7	4	45	0,1	0,3

TOTAL 79

EL ANGULO, EL ANCHO Y LA ALTURA DE LOS SOPORTES SON DADAS POR EL FABRICANTE

Tabla 59. Numero de soportes necesarios para el circuito 1 en los tanques

CIRCUITO 2					
DETALLE DE SOPORTES PARA LAS BANDEJAS PORTACABLES TIPO ESCALERA					
LINEA MONOFASICA REGULADA, CONTROL, SISTEMA CONTRA INCENDIOS Y LINEA TRIFASICA					
TANQUE	DISTANCIA DE LA BANDEJA m	NUMERO DE SOPORTES	ANGULO DEL SOPORTE °	ALTURA DEL SOPORTE m	ANCHO DEL SOPORTE m
8	14	7	45	0,1	0,3
52	16	8	45	0,1	0,3
3	12	6	45	0,1	0,3
1	16	8	45	0,1	0,3
28	8	4	45	0,1	0,3
21	10	5	45	0,1	0,3
27	14	7	45	0,1	0,3
44	15	8	45	0,1	0,3
5	20	10	45	0,1	0,3
25	6	3	45	0,1	0,3
11	6	3	45	0,1	0,3
14	6	3	45	0,1	0,3
16	66	33	45	0,1	0,3
17	6	3	45	0,1	0,3
50	6	3	45	0,1	0,3
51	6	3	45	0,1	0,3
53	6	3	45	0,1	0,3

TOTAL

117

EL ANGULO, EL ANCHO Y LA ALTURA DE LOS SOPORTES SON DADAS POR EL FABRICANTE

Tabla 60. Numero de soportes necesarios para el circuito 2 en los tanques

CIRCUITO 3					
DETALLE DE SOPORTES PARA LAS BANDEJAS PORTACABLES TIPO ESCALERA					
LINEA MONOFASICA REGULADA, CONTROL, SISTEMA CONTRA INCENDIOS Y LINEA TRIFASICA					
TANQUE	DISTANCIA DE LA BANDEJA m	NUMERO DE SOPORTES	ANGULO DEL SOPORTE °	ALTURA DEL SOPORTE m	ANCHO DEL SOPORTE m
20	12	6	45	0,1	0,3
12	8	4	45	0,1	0,3
26	12	6	45	0,1	0,3
10	12	6	45	0,1	0,3
32	14	7	45	0,1	0,3
43	8	4	45	0,1	0,3
6	8	4	45	0,1	0,3
29	10	5	45	0,1	0,3
4	25	13	45	0,1	0,3
9	37	19	45	0,1	0,3
54	55	28	45	0,1	0,3
33	70	35	45	0,1	0,3

TOTAL 137

EL ANGULO, EL ANCHO Y LA ALTURA DE LOS SOPORTES SON DADAS POR EL FABRICANTE

Tabla 61. Numero de soportes necesarios para el circuito 3 en los tanques

4.8.4. CAJAS TERMICAS, BREAKERS Y CAJAS DE JUNTURA

En esta sección en las siguientes tablas se detallara el número de cajas térmicas y breakers que son necesarios para los distintos circuitos.

CIRCUITO 1							
LINEA MONOFASICA REGULADA Y LINEA TRIFÁSICA							
DETALLE DE CAJAS TERMICAS, BREAKERS Y CAJAS DE JUNTURA							
TANQUE	NUMERO DE BREAKERS	CAJA TERMICA DE 6	CAJA TERMICA DE 9	CAJA TERMICA DE 12	CAJAS DE JUNTURA		
7	3	1					
22	3						
34	3	1		-	-		
23	3						
46	3	-	-	1	1		
19	3						
31	3						
56	3			1			
37	3						
38	3						
2	3	1		-	-		
13	3						
30	3						
TOTAL	39	3	1	1	1		

Tabla 62. Numero de cajas térmicas y breakers para el circuito 1

CIRCUITO 2					
LINEA MONOFASICA REGULADA Y LINEA TRIFÁSICA					
DETALLE DE CAJAS TERMICAS, BREAKERS Y CAJAS DE JUNTURA					
TANQUE	NUMERO DE BREAKERS	CAJA TERMICA DE 6	CAJA TERMICA DE 9	CAJA TERMICA DE 12	CAJAS DE JUNTURA
8	3	1			
52	3				
3	3	1			
1	3				
28	3	-	1		-
21	3				
27	4				
44	4	1		-	
5	4				
25	3	1			1
11	3				
14	3	1	-		
16	3				
17	3	1			
50	3				
51	3	1			1
53	3				
TOTAL	54	7	1		2

Tabla 63. Numero de cajas térmicas y breakers para el circuito 2

CIRCUITO 3					
LINEA MONOFASICA REGULADA Y LINEA TRIFÁSICA					
DETALLE DE CAJAS TERMICAS, BREAKERS Y CAJAS DE JUNTURA					
TANQUE	NUMERO DE BREAKERS	CAJA TERMICA DE 6	CAJA TERMICA DE 9	CAJA TERMICA DE 12	CAJAS DE JUNTURA
20	3	1			1
12	3				
26	4				1
10	4	1			
32	4				
43	4			1	
6	4				
29	3				
4	3				
9	4				
54	3	-	1	-	
33	4		1	-	
TOTAL	43	3	1	1	1

Tabla 64. Numero de cajas térmicas y breakers para el circuito 3

4.8.5. TORNILLOS, ABRAZADERAS Y TACOS FISHER

Por motivos de seguridad y para mejor fijación de las bandejas en los soportes, en el pipe track y en los tanques es necesario sujetarlas con accesorios de seguridad propios para la ocasión.

4.8.5.1. DETALLE DE SEGURIDAD PARA LAS BANDEJAS PORTACABLES DE FONDO SOLIDO EN EL PIPE TRACK

TORNILLOS Y TACOS FISHER

DESDE LA SUB-ESTACIÓN 4
HASTA EL COSTADO DEL PIPE TRACK

TORNILLO Y TACOS FISHER			
DETALLE DE SEGURIDAD PARA LAS BANDEJAS PORTACABLES			
LINEA MONOFASICA REGULADA, COMUNICACIÓN , SISTEMA CONTRA INCENDIOS Y LINEA TRIFÁSICA			
CIRCUITO	DISTANCIA EN METROS DE LA BANDEJA	NUMERO DE TORNILLOS	NUMERO DE TACOS FISHER
1	330	350	350
2	480	500	500
3	580	600	600

Tabla 65. Numero de tacos y tornillos necesarios en el pipe track

4.8.5.2. **DETALLE DE SEGURIDAD PARA LAS BANDEJAS PORTACABLES DE FONDO SOLIDO EN EL CUBETO**

TORNILLOS Y TUERCAS

DESDE CUBETO
HASTA CAJAS DE BREAKERS

TORNILLOS Y TUERCAS			
DETALLE DE SEGURIDAD PARA LOS SOPORTES EN LOS TANQUES			
LINEA MONOFASICA REGULADA, COMUNICACIÓN, SISTEMA CONTRA INCENDIOS Y LINEA TRIFÁSICA			
CIRCUITO	NUMERO DE SOPORTES TANQUES	NUMERO DE TORNILLOS	NUMERO DE TUERCAS
1	36	72	72
2	60	120	120
3	83	166	166

Tabla 66. Numero de tacos y tornillos necesarios en el cubeto

4.8.5.3. **DETALLE DE SEGURIDAD PARA LAS BANDEJAS PORTACABLES TIPO ESCALERA EN LOS TANQUES**

TORNILLOS, TUERCAS Y ABRAZADERAS PARA LAS BANDEJAS		
DESDE	TANQUE	
HASTA	INSTRUMENTO	
TORNILLOS Y TUERCAS		
DETALLE DE SEGURIDAD PARA LOS SOPORTES EN LOS TANQUES		
LINEA MONOFASICA REGULADA, COMUNICACIÓN, SISTEMA CONTRA INCENDIOS		
CIRCUITO	NUMERO DE SOPORTES TANQUES	ACCESORIOS DE SEGURIDAD
1	79	158
2	117	234
3	137	274

Tabla 67. Numero de tacos y tornillos necesarios en los tanques

Los accesorios de seguridad véase en el ANEXO E

CAPITULO IV

4. COSTOS DEL PROYECTO

La parte final consta en elaborar una cotización de todo lo que sea necesario para la realización del proyecto, es por eso que a continuación se presentan las tablas que muestran el costo de cada una de las cosas a ocuparse.

La cotización de todo lo que corresponde a conductores, bandejas, soportes y demás accesorios se los realizo en dólares americanos.

4.1. BANDEJAS PORTACABLES

4.1.1. BANDEJAS PORTACABLES EN ALUMINIO

BANDEJAS PORTACABLES FONDO SOLIDO			
TOTAL MATERIAL A UTILIZARSE			
OBJETO	TOTAL UNIDADES	V. UNITARIO	VALOR TOTAL
<i>CURVA VERTICAL (AI 16A I90 - 200 100)</i>	34	85,81	2917,54
<i>CURVA VERTICAL EXTERNA (AI 12C E90 - 225 100)</i>	22	85,81	1887,82
<i>TEE HORIZONTAL (AI 12C TH - 200 100)</i>	7	100,11	700,77
<i>CURVA HORIZONTAL 90º INTERNA (AI 12C H90 - 200 100)</i>	63	85,81	5406,03
<i>TEE VERTICAL EXTERNA(AI 12C TV - 200 100)</i>	9	100,11	900,99
<i>CURVA HORIZONTAL EQUIS (AI 12C X - 200 100)</i>	7	114,42	800,94
<i>CANALETA RECTA (AI 12C TR6 - 200 100)</i>	1814	81,94	61932,98
<i>CURVA HORIZONTAL 45º (AI 12C H45 - 200 100)</i>	5	85,81	429,05
<i>CURVA HORIZONTAL 30º (AI 12C H30 - 200 100)</i>	3	85,81	257,43
TIPO ESCALERA			
OBJETO	TOTAL UNIDADES	V. UNITARIO	VALOR TOTAL
<i>CURVA HORIZONTAL 90º (AI 12C H90 - 200 100)</i>	127	78,45	9963,15
<i>TUBO FLEX (m)</i>	1100	15,67	17237
<i>CURVA VERTICAL INTERNA (AI 12C I90 - 200 100)</i>	90	78,45	7060,5
<i>TEE VERTICAL EXTERNA (AI 12C TV - 200 100)</i>	42	93,65	3933,3
<i>CURVA HORIZONTAL 30º</i>	74	78,45	5805,3
<i>T HORIZONTAL</i>	6	93,65	561,9
<i>CURVA HORIZONTAL EQUIS</i>	1	96,43	96,43
<i>BANDEJA RECTA (m)</i>	2019	74,85	62967,5625
TOTAL			182.858,70

Tabla 68. Costos de las bandejas portacables de aluminio

4.1.2. BANDEJAS PORTACABLES EN ACERO

BANDEJAS PORTACABLES FONDO SOLIDO			
TOTAL MATERIAL A UTILIZARSE			
OBJETO	TOTAL UNIDADES	V. UNITARIO	VALOR TOTAL
<i>CURVA VERTICAL (AI 16A I90 - 200 100)</i>	34	23,31	792,54
<i>CURVA VERTICAL EXTERNA (AI 12C E90 - 225 100)</i>	22	23,31	512,82
<i>TEE HORIZONTAL (AI 12C TH - 200 100)</i>	7	36,41	254,87
<i>CURVA HORIZONTAL 90º INTERNA (AI 12C H90 - 200 100)</i>	63	23,31	1.468,53
<i>TEE VERTICAL EXTERNA(AI 12C TV - 200 100)</i>	9	36,41	327,69
<i>CURVA HORIZONTAL EQUIS (AI 12C X - 200 100)</i>	7	38,94	272,58
<i>CURVA HORIZONTAL 45º (AI 12C H45 - 200 100)</i>	5	23,31	116,55
<i>CURVA HORIZONTAL 30º (AI 12C H30 - 200 100)</i>	3	23,31	69,93
<i>CANALETA RECTA (AI 12C TR6 - 200 100)</i>	1814	38,33	28.971,09
TIPO ESCALERA			
OBJETO	TOTAL UNIDADES	V. UNITARIO	VALOR TOTAL
<i>CURVA HORIZONTAL 90º (AI 12C H90 - 200 100)</i>	127	22,40	2.844,80
<i>TUBO FLEX (m)</i>	1100	15,67	17.237,00
<i>CURVA VERTICAL INTERNA (AI 12C I90 - 200 100)</i>	90	22,40	2.016,00
<i>TEE VERTICAL EXTERNA (AI 12C TV - 200 100)</i>	42	35,84	1.505,28
<i>CURVA HORIZONTAL 30º</i>	74	22,40	1.657,60
<i>T HORIZONTAL</i>	6	34,44	206,64
<i>CURVA HORIZONTAL EQUIS</i>	1	40,21	40,21
<i>BANDEJA RECTA (m)</i>	2019	37,40	31.462,75
TOTAL			89.756,88

Tabla 69. Costos de las bandejas portacables de acero

4.2. CONDUCTORES

CONDUCTORES			
TOTAL MATERIAL A UTILIZARSE			
LINEA MONOFÁSICA			
OBJETO	TOTAL METROS	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
ALAMBRE BLINDADO #16 3/C	945	5,75	5433,75
ALAMBRE BLINDADO #14 3/C	491	6,45	3166,95
ALAMBRE BLINDADO #12 3/C	783	5,95	4658,85
ALAMBRE BLINDADO #10	1977	9,75	19275,75
ALAMBRE BLINDADO #2	1918	4,35	8343,3
ALAMBRE BLINDADO #1/0	643	58,12	37371,16
LINEA TRIFÁSICA			
OBJETO	TOTAL METROS	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
ALAMBRE BLINDADO #600	461	271,5	125161,5
ALAMBRE BLINDADO #500	363	236,24	85755,12
ALAMBRE BLINDADO #4/0	568	108,5	61628
ALAMBRE BLINDADO #3/0	110	93,92	10331,2
ALAMBRE BLINDADO #2/0	733	74,15	54351,95
ALAMBRE BLINDADO TWINAX #16AWG 124 OHM	4438	8,8	39054,4
TOTAL			454531,93

Tabla 70. Costo total de los alambres a utilizarse

4.3. PROTECCIONES

ARMARIOS, JUNCTION BOX Y BREAKERS			
TOTAL MATERIAL A UTILIZARSE			
OBJETO	CANTIDAD	V. UNITARIO	V. TOTAL
<i>BREAKER 3 POLOS 20A(Circuit Breaker; Therm; Hndl; Cur-Rtg 20A; DIN Rail; 3 Pole; Vol-Rtg 480/277VAC)</i>	38	113,18	4300,84
<i>BREAKER 3 POLOS 120A(Circuit Breaker; Therm; Hndl; Cur-Rtg 120A; DIN Rail; 3 Pole; Vol-Rtg 480/277VAC)</i>	2	78,5	157
<i>BREAKER 1 POLO 16A(Circuit Breaker; Therm; Hndl; Cur-Rtg 120A; DIN Rail; 3 Pole; Vol-Rtg 480/277VAC)</i>	38	50,61	1923,18
<i>ARMARIO DE CONTROL HAMMOND MANUFACTURING Eclipse Series- NEMA 4, 12 EN4TD366012GY</i>	17	833,64	14171,88
<i>Junction Box HAMMOND MANUFACTURING 1414 N4 PH Series Enclosures - NEMA 12, 13, 4 1414N4PHO10</i>	4	248,53	994,12
		TOTAL	21547,02

Tabla 71. Costo total de los armarios, junction box y breakers

4.4. TUERCAS, TORNILLOS Y TACOS FISHER

TORNILLOS TUERCAS Y TACOS FISHER			
TOTAL MATERIAL A UTILIZARSE			
LINEA MONOFASICA REGULADA, CONTROL, SISTEMA CONTRA INCENDIOS Y LINEA TRIFASICA			
TIPO	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
TORNILLO DE 1"+TUERCA	1450	0,081	117,45
TORNILLO DE 1/2"+TUERCA	1170	0,063	73,71
TACOS FISHER 1"	1450	0,085	123,25
TOTAL			314,41

Tabla 72. Costo total de tornillos, tuercas y tacos

4.5. SOPORTES PARA LAS BANDEJAS PORTACABLES

SOPORTES PARA LAS BANDEJAS PORTACABLES				
TOTAL MATERIAL A UTILIZARSE				
LINEA MONOFASICA REGULADA, CONTROL, SISTEMA CONTRA INCENDIOS Y LINEA TRIFASICA				
TIPO	CANTIDAD	CANTD. TUBOS 2"	V. UNITARIO	V. TOTAL
SOPORTES ALTO=1.50 ANCHO=0.75	55	35	14,33	501,55
SOPORTES ALTO=1.75 ANCHO=0.75	48	68	14,33	974,44
SOPORTES ALTO=2 ANCHO=0.75	303	240	14,33	3439,2
SOPORTES ALTO=0.1 ANCHO=0.20	333		3,85	1282,05
MANO DE OBRA				2754
TOTAL			8951,24	

Tabla 73. Costo total de los soportes para las bandejas portacables

4.6. MANO DE OBRA

LA OBRA ESTA ESTIMADA A REALIZARSE EN UN PERIODO DE 90 DIAS LABORABLES

COSTOS				
MANO DE OBRA				
OBJETO	NUMERO DE PERSONAS	DIAS DE TRABAJO	COSTO POR SEMANA DE TRABAJO	TOTAL
ALBAÑIL	15	60	80	14400
AYUDANTE DE ALBAÑIL	25	60	60	18000
MECANICO INDUSTRIAL	5	10	100	1000
TECNICO ELECTRONICO	5	30	120	3600
TECNICO ELECTRICO	5	30	120	3600
SUPERVISOR DE OBRA CIVIL	1	90	150	2700
SUPERVISOR ELECTRICO/ELECTRONICO	1	90	150	2700
SUPERVISOR INDUSTRIAL	1	90	150	2700
			TOTAL	48700

Tabla 74. Costo total de la mano de obra necesaria

4.7. MATERIAL DE OBRA CIVIL

LA OBRA ESTA ESTIMADA A REALIZARSE EN UN PERIODO DE 90 DIAS LABORABLES

COSTOS			
MATERIAL DE OBRA CIVIL			
OBJETO	CANTIDAD	PRECIO X UNIDAD	PRECIO TOTAL
<i>HORMIGON ARMADO (metros cubicos)</i>	690	100	69000
<i>VARILLA DE 12 mm</i>	120	45	5400
<i>ENCOFRADO m</i>	1800	5	9000
		TOTAL	83400

Tabla 75. Costo total del material de obra civil necesario

4.8. COSTO TOTAL DEL PROYECTO

Esta tabla presenta el costo total del proyecto en dólares americanos.

COSTO TOTAL DEL PROYECTO EN DOLARES AMERICANOS

PRESUPUESTO TOTAL DE LA OBRA	
OBJETO	COSTO
CONDUCTORES	454.531,93
BANDEJAS PORTACABLES	89.756,88
SOPORTES	8.951,24
PROTECCIONES	21.547,02
TORNILLO Y TUERCAS	314,41
MATERIALES DE OBRA CIVIL	83.400,00
MANO DE OBRA	48.700,00
TOTAL	707.201,48

Tabla 76. Costo total del proyecto

CAPITULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El diseño ha sido elaborado de acuerdo a las necesidades específicas de la refinería y después de ello serán expuestas las respectivas conclusiones y algunas recomendaciones

5.1. CONCLUSIONES

- ✚ Cumple con las normas dictadas por los organismos de control, en todo lo que tiene que ver a petróleos (API), control de incendios (NFPA), seguridad industrial, (ANSI/ISA, NEMA).
- ✚ En vista de que en la refinería existen continuos mantenimientos, por la zona de tanques transitan maquinarias pesadas que hacen imposible pensar que la canalización en esta zona sea subterránea.
- ✚ El diseño del camino de la canalización se ha realizado observando detenidamente la situación actual de cada uno de los tanques ya que debido procesos de manteniendo que se realizan periódicamente en los mismos, los cubetos deben ser destruidos para el ingreso de maquinaria pesada. Es por eso que el diseño de la canalización esta realizada de tal modo que cuando tengan que hacer manteniendo en los tanques, estas maquinas ingresen al cubeto y no destruyan los canales que transportan los cables de energía y comunicación.
- ✚ Con la realización del proyecto y la implementación de este diseño la refinería contara con una adecuada red eléctrica que beneficiara al desarrollo de la misma, además el apoyo y conocimientos adquiridos en la empresa serán de mucha utilidad en el campo profesional.

- ✚ El proyecto es factible puesto que el diseño de los circuitos su distribución tanto de tanques como de distancias ha sido tomada observando detenidamente las necesidades de la Refinería.
- ✚ Como caso especial el circuito 3 Trifásico de actuadores y el circuito 5 de agitadores no serán energizados desde la subestación #4 puesto que nos llevaría a un gasto innecesario en material, es por eso que estos circuitos parten desde el transformador instalado especialmente para estos casos el cual tiene una potencia de 500kva misma que es suficiente y confiable para el óptimo funcionamiento de los instrumentos

5.2. RECOMENDACIONES

- ✚ Debido a los años que lleva funcionando la empresa las instalaciones eléctricas se encuentran muy deterioradas, es por eso que este proyecto debe realizarse inmediatamente antes de que tales cambios se hagan demasiado costosos o imposibles de llevar a cabo.
- ✚ Al momento de realizar la compra de instrumentos y equipo eléctrico, siempre tomar en cuenta cual es la realidad de las instalaciones eléctricas.
- ✚ El diseño eléctrico de los agitadores soportara y estará en óptimas condiciones siempre y cuando funcione un tanque a la vez (2 agitadores).
- ✚ El diseño eléctrico de los actuadores soportara y estará en óptimas condiciones siempre y cuando funcionen solamente el 40% del total de los actuadores por circuito a la vez (un promedio de 14 actuadores).
- ✚ Debido a que se trata de una empresa petrolera y que el riesgo es alto no se deben escatimar gastos al momento de la realización del proyecto.

6. BIBLIOGRAFÍA

LIBROS

NATIONAL ELECTRICAL CODE, Code Review: Appleton, Edition 2008

API STANDARD 650, Welded Steel Tanks For Oil Storage: Tenth Edition,
November 1998

API REC 540, Electrical Installations In Petroleum Processing Plants: Fourth
Edition, April 1999

NFPA 70E, National Fire Protection Association, Appleton Edition 2004

CCW, CONTINUOUSLY CORRUGATED WELDED CABLE, Armored Cable
for Hazardous Locations 2010

CORD & CORDSET PRODUCTS FOR INDUSTRIAL COMMERCIAL AND
SPECIALTY APPLICATIONS JUNE 2008

NORMA PETROECUADOR SHI-O22, SISTEMAS AUTOMATICOS DE
DETECCION Y ALARMA DE INCENDIOS: Resolución No. 92190 Quito a, 21
de Diciembre de 1992.

NORMA PETROECUADOR SI – 006, "DISTANCIA MÍNIMAS DE
SEGURIDAD QUE DEBEN CONTEMPLARSE EN LAS INSTALACIONES
PETROLERAS" Quito a, 25 de Junio de 1992

NORMA PETROECUADOR SHI – 021, CLASIFICACIÓN ELÉCTRICA DE
ÁREAS: Resolución No.92150 Quito, a 8 de Septiembre de 1992

Internet

[http:// www.generalcable.com](http://www.generalcable.com)

[http:// www.ansi.org](http://www.ansi.org)

[http:// www.gedisa.com.ve](http://www.gedisa.com.ve)

[http:// www.pemex.com](http://www.pemex.com)

<http://www.baillietank.com/products.htm>

<http://www.pdic.com>

<http://www.pemex.com/files/standards/definitivas/NRF-036-PEMEX-2003.pdf>

http://gigabytedownloads.com/accessing/descargar_gratis_norma_api_rp_500_espanol.rar

http://www.singecr.com/index.php?option=com_docman&task=doc_details&gid=472&Itemid=251

<http://www.procobre.org>

<http://www.fibrolux.com>

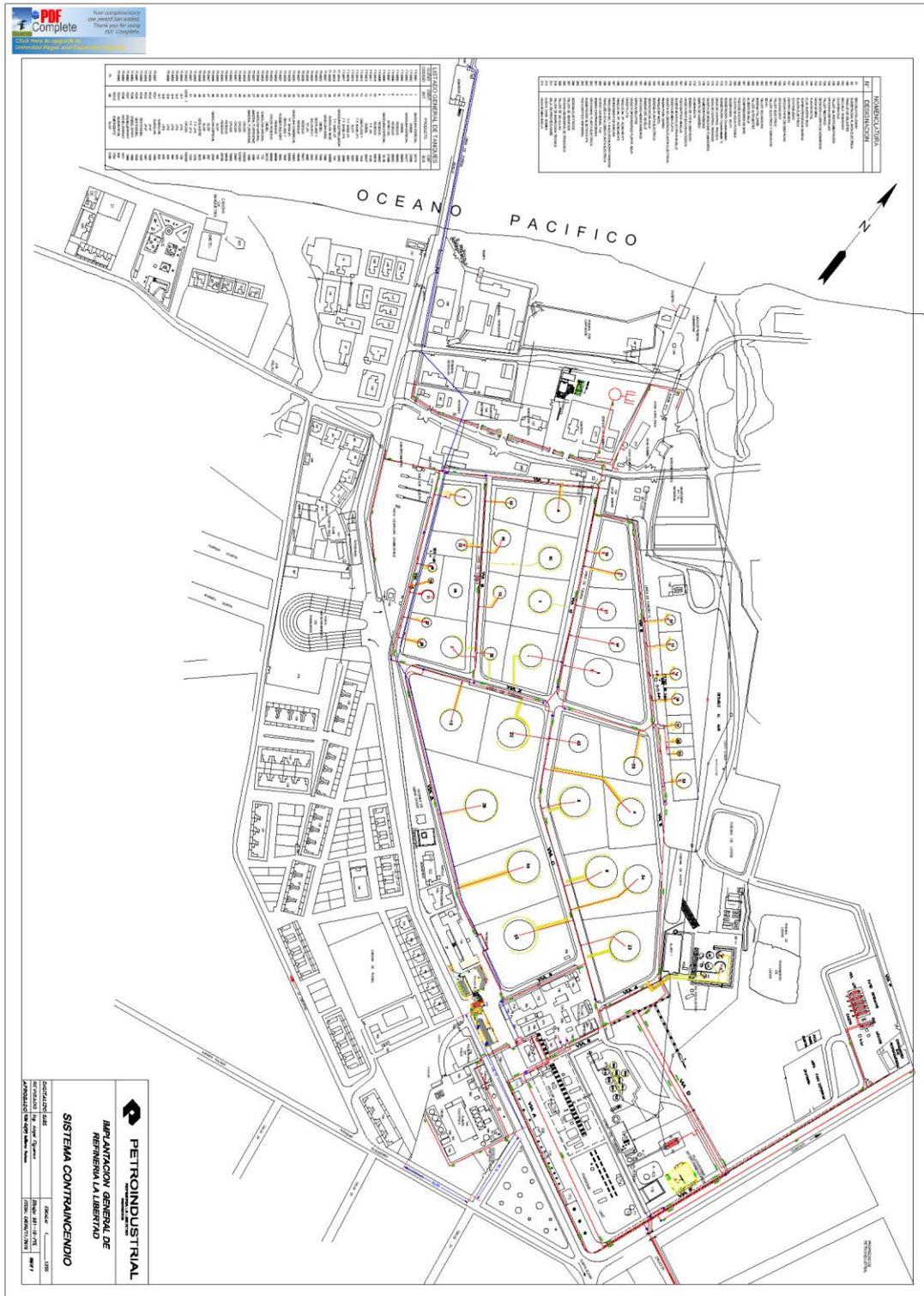
[http://www.cre.gob.mx_registro_permisos_gas_Anexos_177lpt05_anex34\[1\]](http://www.cre.gob.mx_registro_permisos_gas_Anexos_177lpt05_anex34[1])

ANEXOS

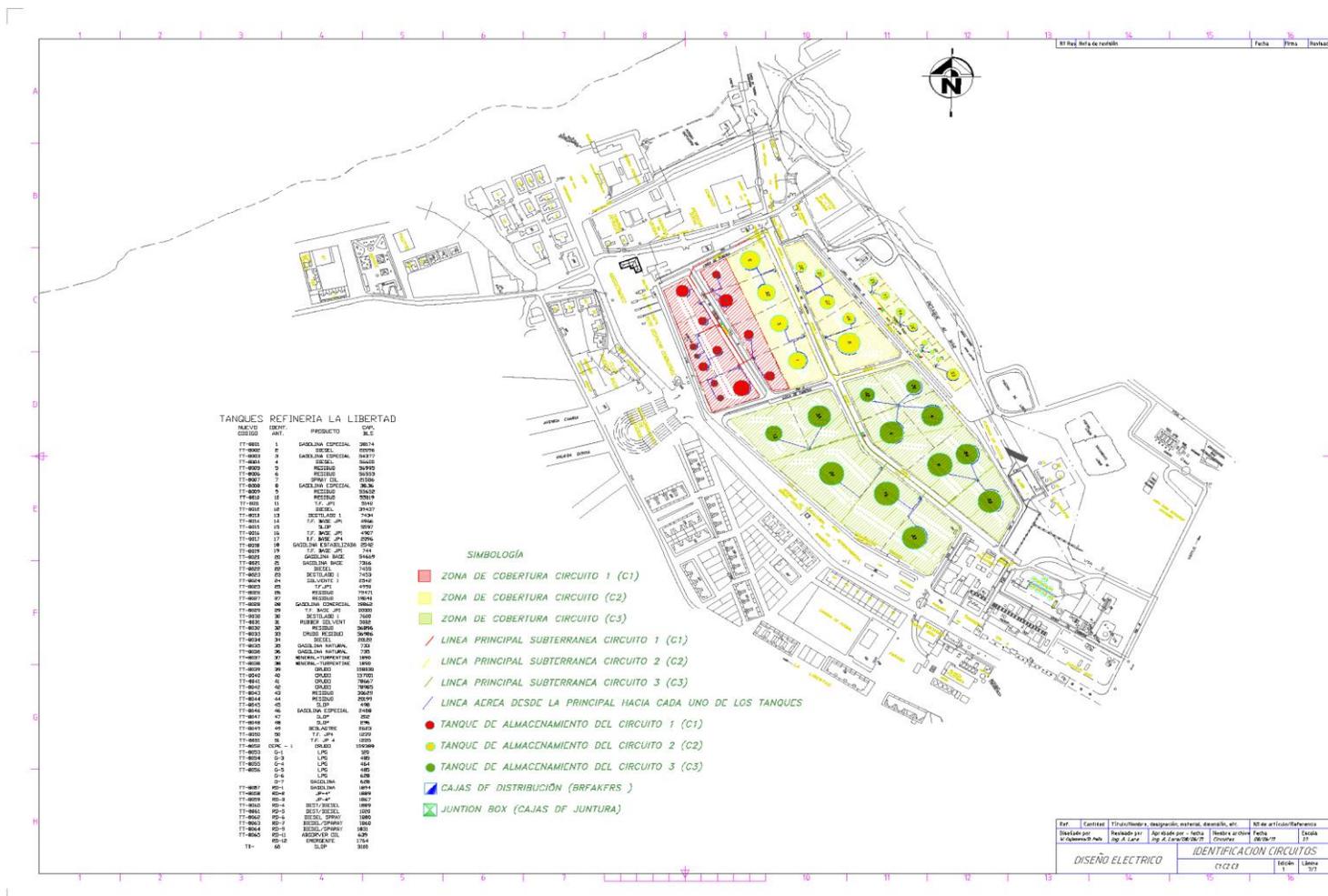
ANEXO A: ESTADO DE LA RED ELÉCTRICA EN RLL



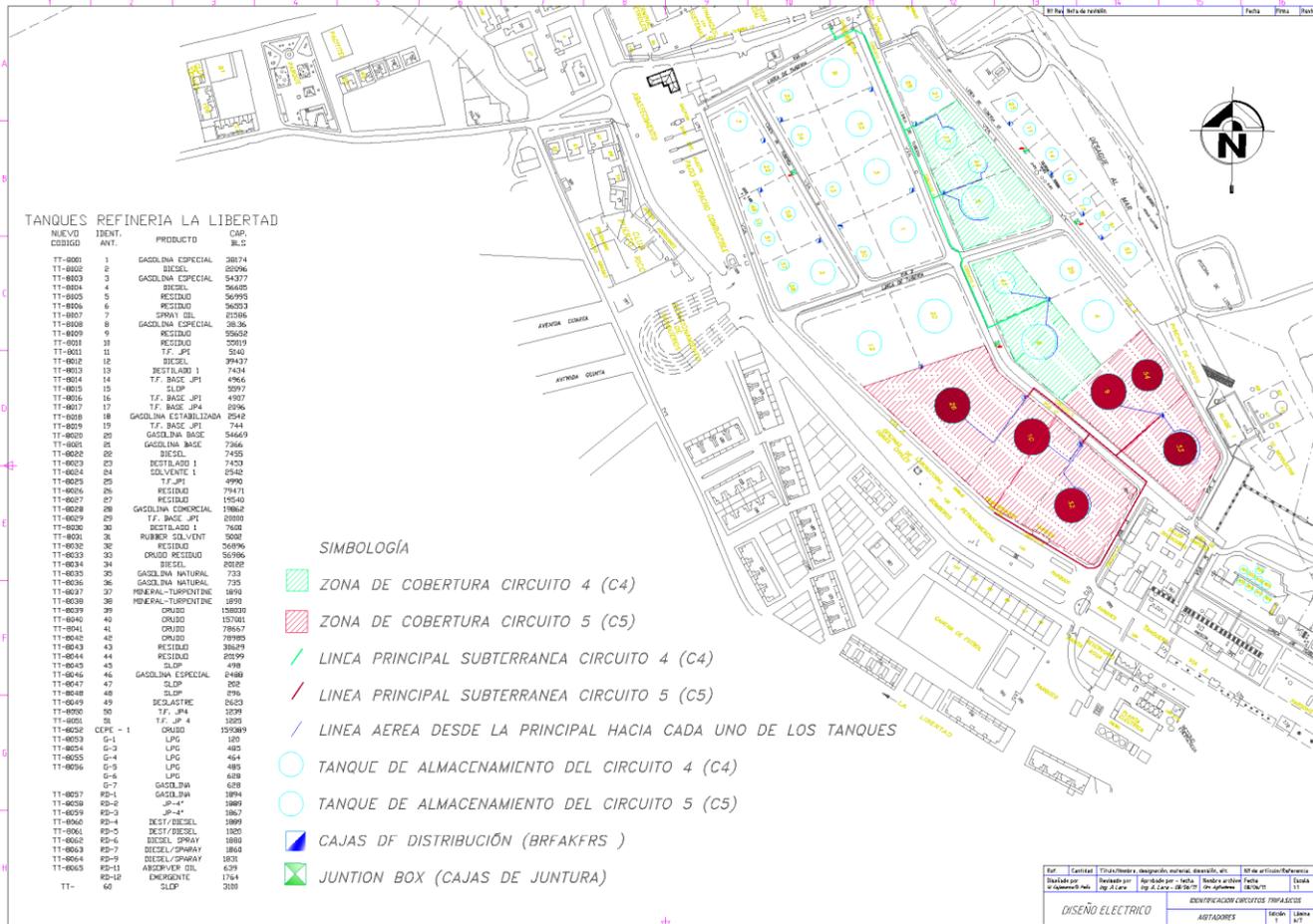
ANEXO B: PLANO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIOS EXISTENTE EN RLL



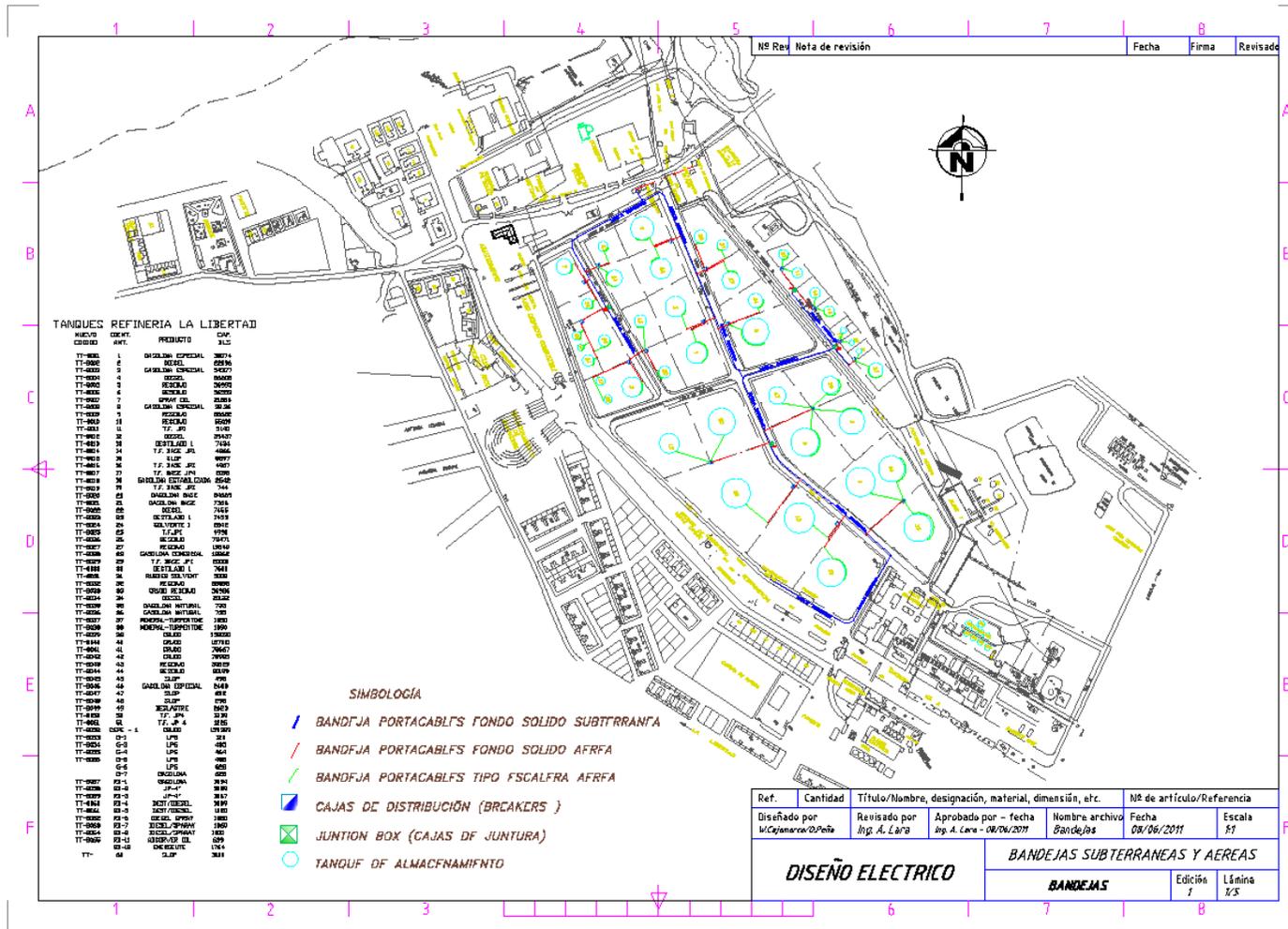
ANEXO C: IDENTIFICACION DE CIRCUITOS MONOFÁSICO REGULADO



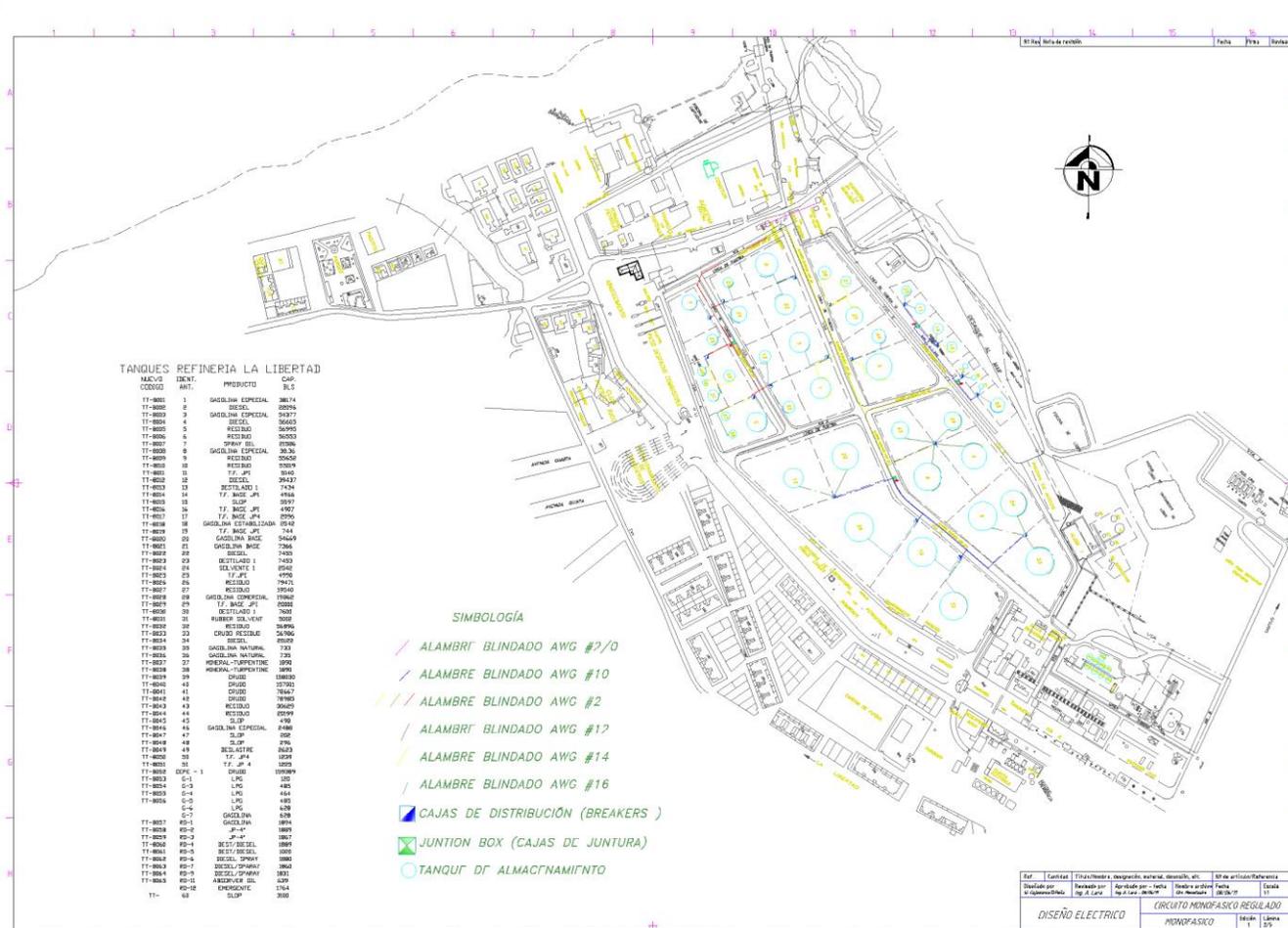
ANEXO D: IDENTIFICACION DE CIRCUITOS TRIFASICOS



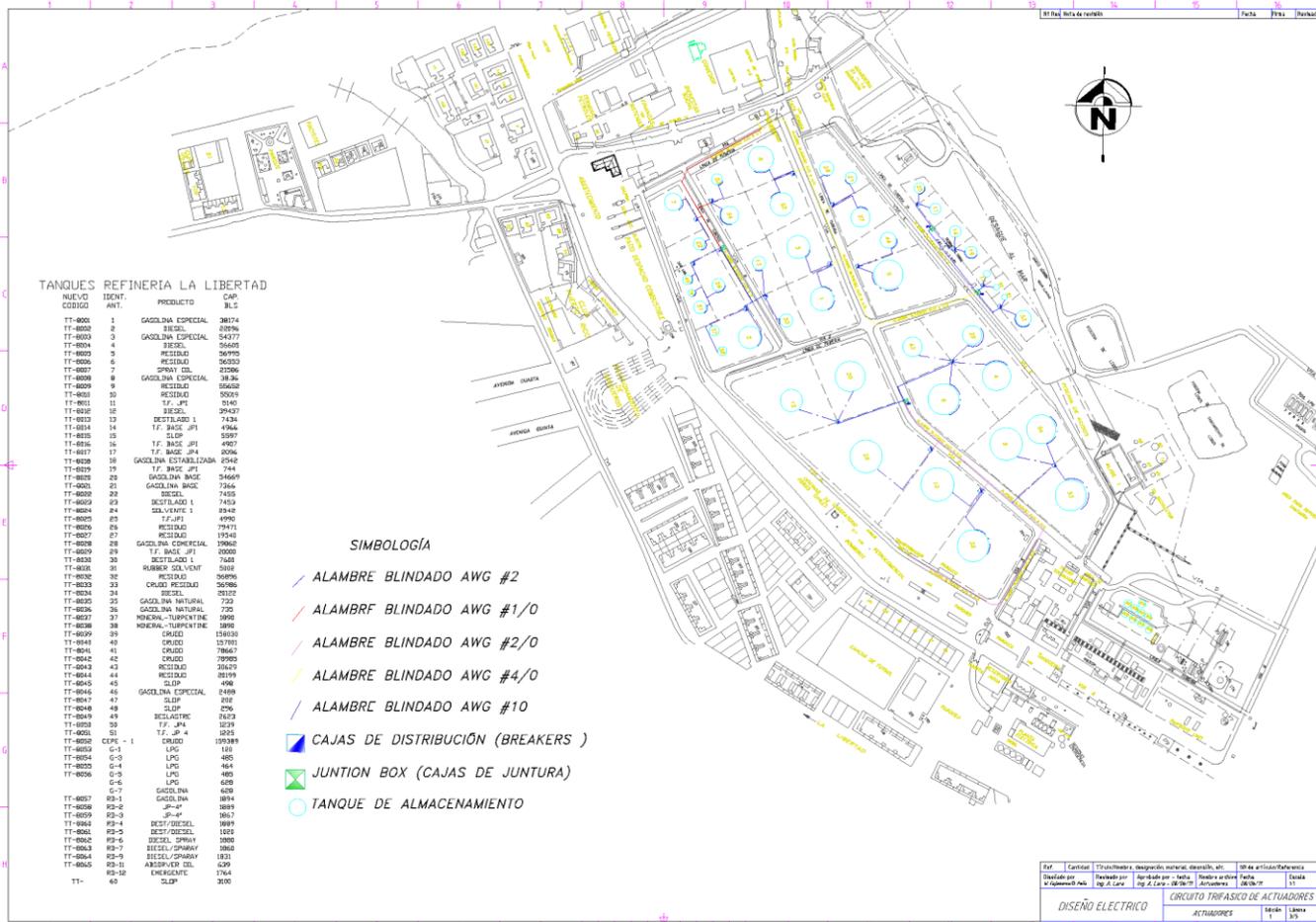
ANEXO E: BANDEJAS PORTACABLES SUBTERRANEAS Y AEREAS



ANEXO F: CIRCUITO MONOFÁSICO REGULADO



ANEXO G: CIRCUITO TRIFÁSICO DE ACTUADORES



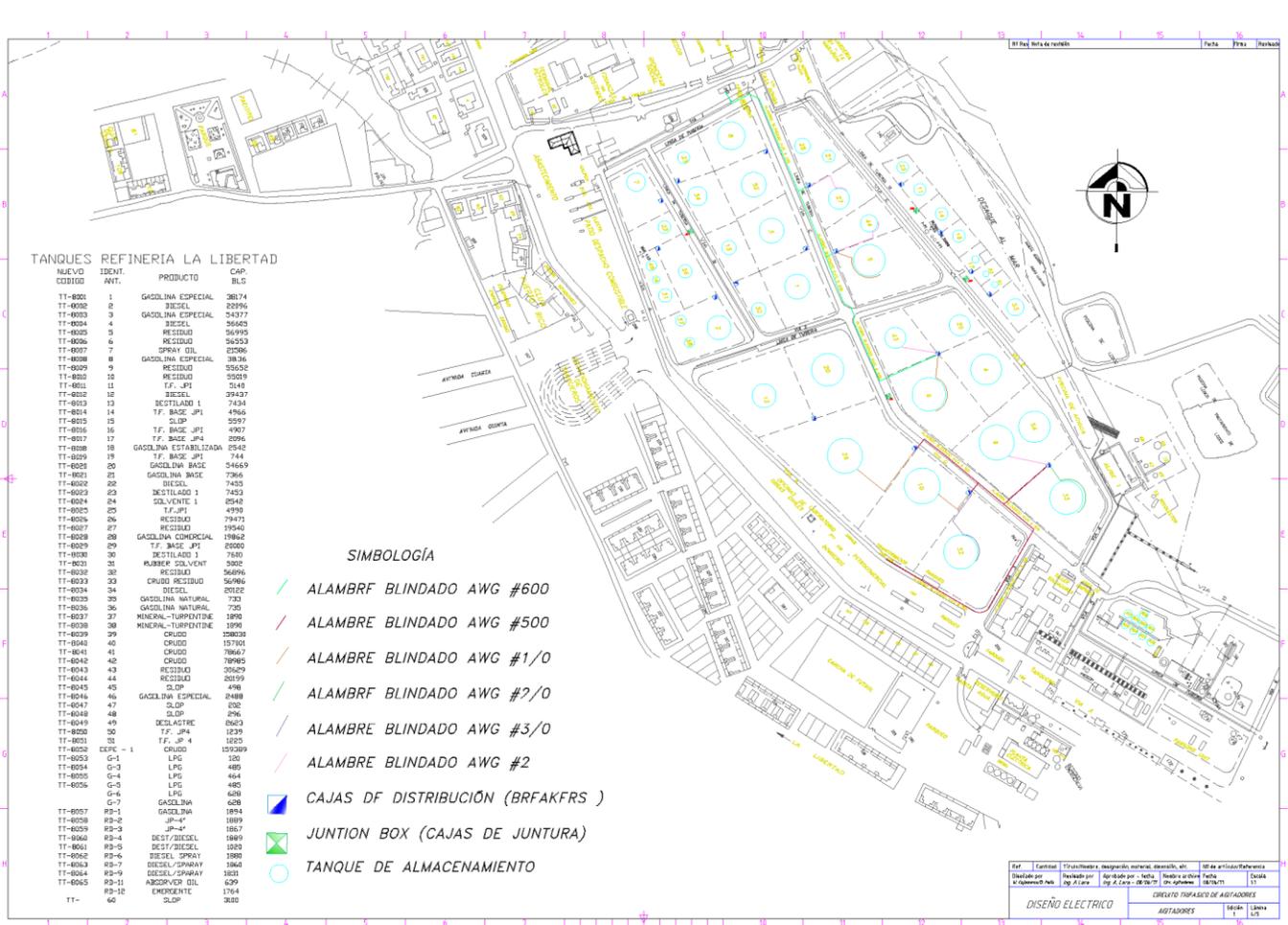
TANQUES REFINERIA LA LIBERTAD

NUOVO CODIGO	IDENT. ANT.	PRODUCTO	CAP. BLS
TT-8000	1	GASOLINA ESPECIAL	38774
TT-8000	2	BISEL	33796
TT-8003	3	GASOLINA ESPECIAL	54377
TT-8004	4	BISEL	56495
TT-8005	5	RECILDO	56995
TT-8006	6	RECILDO	56203
TT-8007	7	SPRAY ISL	23286
TT-8008	8	GASOLINA ESPECIAL	58136
TT-8009	9	RECILDO	55658
TT-8010	10	RECILDO	55205
TT-8011	11	T.F. JPI	5140
TT-8012	12	BISEL	32437
TT-8013	13	DESTILADO 1	7436
TT-8014	14	T.F. BASE JPI	1846
TT-8015	15	SLIP	5597
TT-8016	16	T.F. BASE JPI	4007
TT-8017	17	T.F. BASE JPI	3036
TT-8028	18	GASOLINA ESTABILIZADA	2542
TT-8029	19	T.F. BASE JPI	744
TT-8028	20	GASOLINA BASE	54669
TT-8021	21	GASOLINA BASE	7366
TT-8029	22	BISEL	7455
TT-8029	23	DESTILADO 1	2424
TT-8024	24	SEALVENTE 1	8342
TT-8025	25	T.F. JPI	4990
TT-8026	26	RECILDO	79471
TT-8027	27	RECILDO	15145
TT-8028	28	GASOLINA COMERCIAL	19062
TT-8029	29	T.F. BASE JPI	25025
TT-8028	30	DESTILADO 1	7468
TT-8028	31	RUBBER SEAL MONT	5510
TT-8028	32	RECILDO	56996
TT-8023	33	CRUDO RECILDO	56996
TT-8024	34	BISEL	25132
TT-8025	35	GASOLINA NATURAL	725
TT-8026	36	GASOLINA NATURAL	725
TT-8027	37	MONOMA-TURPENTINE	1990
TT-8028	38	MONOMA-TURPENTINE	1990
TT-8029	39	CRUDO	151020
TT-8041	40	CRUDO	12795
TT-8041	41	CRUDO	78667
TT-8042	42	CRUDO	29925
TT-8043	43	RECILDO	31629
TT-8044	44	RECILDO	25199
TT-8045	45	SLIP	498
TT-8046	46	GASOLINA ESPECIAL	2489
TT-8047	47	SLIP	202
TT-8048	48	SLIP	296
TT-8049	49	RECLASTRE	2123
TT-8050	50	T.F. JPI	1278
TT-8051	51	T.F. JPI 4	1025
TT-8052	52	CRUDO	193389
TT-8053	G-1	LPG	189
TT-8054	G-2	LPG	485
TT-8055	G-3	LPG	464
TT-8056	G-4	LPG	464
TT-8057	G-5	LPG	468
TT-8058	G-6	LPG	468
TT-8057	RS-1	GASOLINA	8814
TT-8058	RS-2	JPI 4	1881
TT-8059	RS-3	JPI 4	1867
TT-8060	RS-4	DESL/BISEL	1887
TT-8061	RS-5	DESL/BISEL	1887
TT-8062	RS-6	DESL/SPRAY	1880
TT-8063	RS-7	DESL/SPRAY	1880
TT-8064	RS-8	DESL/SPRAY	1831
TT-8065	RS-9	ABSORVEDOR DEL	6209
TT-8066	RS-10	EMERGENTE	1764
TT-	RS-	SLIP	3010

- SIMBOLOGÍA**
- ALAMBRE BLINDADO AWG #2
 - ALAMBRE BLINDADO AWG #1/0
 - ALAMBRE BLINDADO AWG #2/0
 - ALAMBRE BLINDADO AWG #4/0
 - ALAMBRE BLINDADO AWG #10
 - CAJAS DE DISTRIBUCIÓN (BREAKERS)
 - JUNCTION BOX (CAJAS DE JUNTURA)
 - TANQUE DE ALMACENAMIENTO

Elab. Contador	Trasmitido e. asignación material	desarroll. de	UBA de	actuatorios	Revisión
Elaborado por	Revisado por	Aprobado por	Fecha	Escala	
Elaborado por	Revisado por	Aprobado por	Fecha	Escala	
CIRCUITO TRIFÁSICO DE ACTUADORES					
DISEÑO ELECTRICO			ACTUADORES		
			Hoja 35		

ANEXO H: CIRCUITO TRIFÁSICO DE AGITADORES



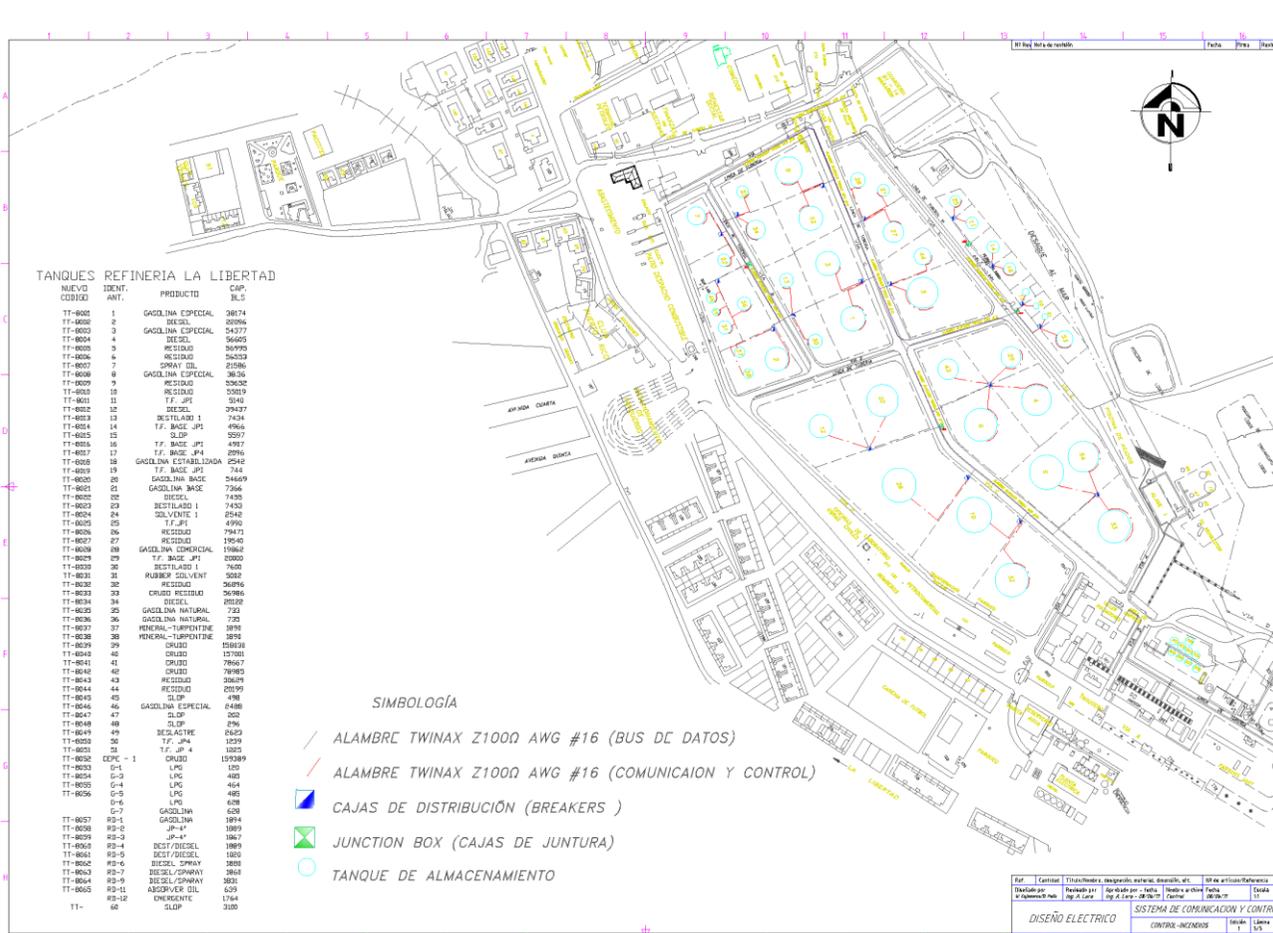
TANQUES REFINERÍA LA LIBERTAD

NUOVO CODIGO	IDENT. ANT.	PRODUCTO	CAP. BLS
TT-8001	1	GASOLINA ESPECIAL	38174
TT-8002	2	DESESL	28396
TT-8003	3	GASOLINA ESPECIAL	54377
TT-8004	4	DESESL	36625
TT-8005	5	RESIDUO	56995
TT-8006	6	RESIDUO	56553
TT-8007	7	SPRAY OIL	28706
TT-8008	8	GASOLINA ESPECIAL	38136
TT-8009	9	RESIDUO	55552
TT-8010	10	RESIDUO	55019
TT-8011	11	T.F. JPI	5149
TT-8012	12	DESESL	29427
TT-8013	13	DESESLADO 1	7434
TT-8014	14	T.F. BASE JPI	4762
TT-8015	15	SLIP	5057
TT-8016	16	T.F. BASE JPI	4907
TT-8017	17	T.F. BASE JPI	2596
TT-8018	18	GASOLINA ESTABILIZADA	2542
TT-8019	19	T.F. BASE JPI	744
TT-8020	20	GASOLINA BASE	54669
TT-8021	21	GASOLINA BASE	7396
TT-8022	22	DESESL	7425
TT-8023	23	DESESLADO 1	7423
TT-8024	24	SOLVENTE 1	2542
TT-8025	25	T.F. JPI	4999
TT-8026	26	RESIDUO	73973
TT-8027	27	RESIDUO	19540
TT-8028	28	GASOLINA COMERCIAL	19862
TT-8029	29	T.F. BASE JPI	6300
TT-8030	30	T.F. BASE JPI	7680
TT-8031	31	MIXER SOLVENT	2802
TT-8032	32	RESIDUO	56896
TT-8033	33	CRUDO RESIDUO	56996
TT-8034	34	DESESL	28122
TT-8035	35	GASOLINA NATURAL	733
TT-8036	36	GASOLINA NATURAL	730
TT-8037	37	MINERAL-TURPENTINE	1890
TT-8038	38	MINERAL-TURPENTINE	1890
TT-8039	39	CRUDO	158028
TT-8040	40	CRUDO	157601
TT-8041	41	CRUDO	78667
TT-8042	42	CRUDO	78985
TT-8043	43	RESIDUO	28269
TT-8044	44	RESIDUO	28199
TT-8045	45	SLIP	498
TT-8046	46	GASOLINA ESPECIAL	2488
TT-8047	47	SLIP	292
TT-8048	48	SLIP	296
TT-8049	49	DESLASTRE	8823
TT-8050	50	T.F. JPI	1239
TT-8051	51	T.F. JPI 4	1235
TT-8052	52	CRUDO	120789
TT-8053	G-1	LRG	120
TT-8054	G-3	LRG	485
TT-8055	G-4	LRG	464
TT-8056	G-5	LRG	485
TT-8057	G-6	LRG	468
TT-8058	G-7	LRG	468
TT-8059	PD-1	GASOLINA	1874
TT-8058	PD-2	JPI-4	1889
TT-8059	PD-3	JPI-4	1867
TT-8060	PD-4	DESL/DESESL	1889
TT-8061	PD-5	DESL/DESESL	1823
TT-8062	PD-6	DESESL/SPRAY	1880
TT-8063	PD-7	DESESL/SPRAY	1864
TT-8064	PD-8	DESESL/SPRAY	1821
TT-8065	PD-11	ACIDIFIER OIL	639
TT-10	PD-12	EMERGENCY	1764
TT-	60	SLIP	3600

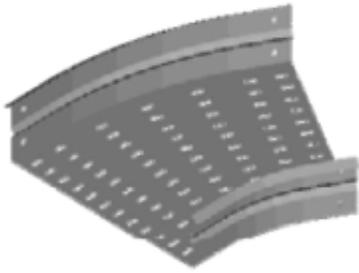
- SIMBOLOGÍA**
- ALAMBRE BLINDADO AWG #600
 - ALAMBRE BLINDADO AWG #500
 - ALAMBRE BLINDADO AWG #1/0
 - ALAMBRE BLINDADO AWG #2/0
 - ALAMBRE BLINDADO AWG #3/0
 - ALAMBRE BLINDADO AWG #2
 - CAJAS DE DISTRIBUCIÓN (BRFAKFRS)
 - JUNCTION BOX (CAJAS DE JUNTURA)
 - TANQUE DE ALMACENAMIENTO

Ref.	Cantidad	Unidad	Material, designación, material, descripción, etc.	Ubicación	Referencia
Disenado por	Revisado por	Aprobado por	Fecha	Revisado en	Fecha
Elaborado por	Revisado por	Aprobado por	Fecha	Revisado en	Fecha
CIRCUITO TRIFÁSICO DE AGITADORES					
DISEÑO ELECTRICO					
AGITADORES					
Hoja 1 de 1					

ANEXO I: SISTEMA DE COMUNICACIÓN Y CONTROL



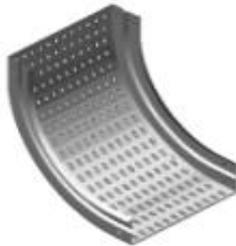
ANEXO J: BANDEJAS PORTACABLES



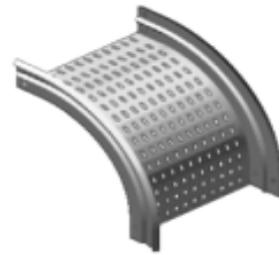
CURVA HORIZONTAL 30°



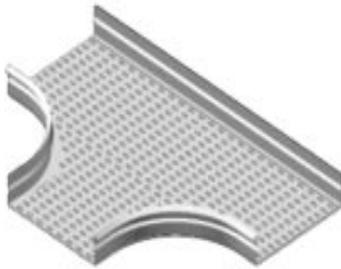
BANDEJA RECTA (m)



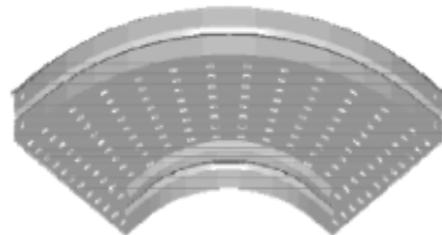
CURVA TEE VERTICAL INTERNA



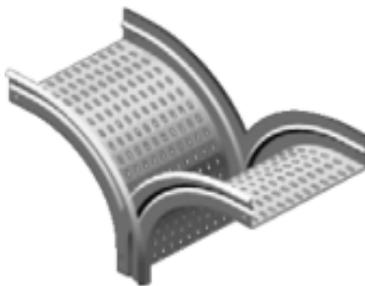
CURVA TEE VERTICAL EXTERNA



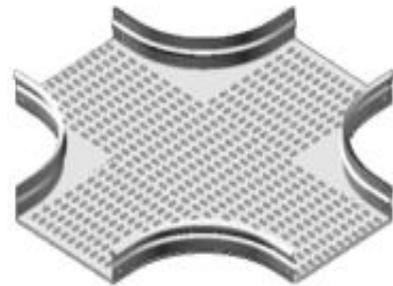
TEE HORIZONTAL



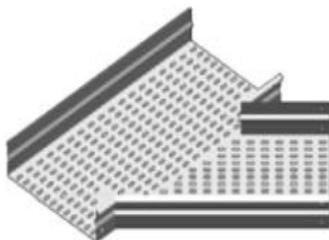
CURVA VERTICAL 90° INTERNA



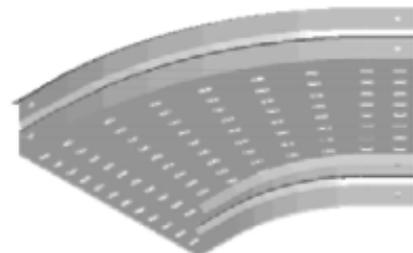
TEE VERTICAL EXTERNA



CURVA HORIZONTAL EQUIS



CURVA YEE HORIZONTAL 45°



CURVA HORIZONTAL 45°

ANEXO K: ACCESORIOS DE SEGURIDAD

