

“DISEÑO DEFINITIVO DE LA LÍNEA DE TRANSMISIÓN, TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y REDES DE CALDERÓN”

INFORME FINAL DEFINITIVO

SEPTIEMBRE, 2021



VOLUMEN 11A – CÁLCULOS ELÉCTRICOS MEMORIA TÉCNICA

REV.	FECHA	ELABORACIÓN		REVISIÓN	
		NOMBRE	FIRMA	NOMBRE	FIRMA
A	SEPTIEMBRE 2021	ING. LUIS F. LLUMIGUSÍN D.		MsC. Ing. Ximena Hidalgo	

• A: EMISIÓN INICIAL, SEPTIEMBRE 2021.

ÍNDICE

1.	TANQUE DE AGUA POTABLE SAN JUAN DE CALDERÓN ALTO.....	17
1.1.	GENERALIDADES	17
1.2.	OBJETIVO	17
1.3.	SISTEMA ELÉCTRICO.....	17
1.4.	Parte I: RED DE MEDIO VOLTAJE, ACOMETIDA Y MEDICIÓN ELÉCTRICA	17
1.4.1.	ANTECEDENTES	17
1.4.2.	DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA	18
1.4.3.	DESCRIPCIÓN RED DE MEDIO VOLTAJE	18
1.4.4.	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	18
1.4.5.	DESCRIPCIÓN RED DE BAJO VOLTAJE.....	18
1.4.6.	SECCIONAMIENTO Y PROTECCIONES.....	19
1.4.6.1.	Medio voltaje:	19
1.4.6.2.	Bajo voltaje:.....	19
1.4.7.	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	19
1.4.8.	MEDICIÓN ELÉCTRICA	19
1.4.9.	MATERIALES	19
1.5.	PARTE II: SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO	19
1.5.1.	CRITERIOS DE DISEÑO	19
1.5.2.	ACOMETIDA EN BAJO VOLTAJE.....	20
1.5.2.1.	Alimentadores principales.....	21
1.5.2.2.	Alimentadores Secundarios.....	21
1.5.3.	CUARTO DE VÁLVULAS Y CONTROL EDC:	22
1.5.4.	GABINETE GENERAL: SISTEMA ELÉCTRICO - SCADA - SISTEMA DE CONTROL	22
1.5.5.	DISEÑO DE TABLEROS PRINCIPALES	22
1.5.5.1.	TABLERO DE DISTRIBUCION PRINCIPAL TDP:.....	22
1.5.6.	SISTEMA UPS.	23
1.5.7.	TCP.	23
1.5.8.	CIRCUITOS ELÉCTRICOS.....	23
1.5.8.1.	Circuitos eléctricos de iluminación y luces de emergencia	23
1.5.8.2.	Circuito de Fuerza Normal.....	24
1.5.9.	ELEMENTOS ELÉCTRICOS DE LA INSTALACION	24
1.5.9.1.	Luminaria LED hermética sobrepuesta, instalación interior.	24
1.5.9.2.	Luminaria LED exterior, tipo hermética instalada sobre pared.....	25
1.5.9.3.	Luminaria exterior para tumbado	25
1.5.9.4.	Luminaria tipo vías y patios	25
1.5.9.5.	Luminarias de emergencia	25
1.5.9.6.	Tomacorrientes monofásicos 120Vac	26
1.5.9.7.	Instalación de cables	26
1.5.9.8.	Ductos	26
1.5.9.9.	Tubos Conduit IMC	26
1.5.9.10.	Tubería metálica EMT	27
1.5.9.11.	Manguera negra reforzada	27
1.5.10.	ILUMINACIÓN PERIMETRAL Y PATIOS.....	27
1.5.11.	RESISTIVIDAD, MALLA DE TIERRA Y MEJORAMIENTO DEL SUELO	27
1.5.12.	PARARRAYOS.....	28
1.6.	Ruta de Cables.....	29
1.7.	RESUMEN DE PRESENTACIÓN ELÉCTRICA, EN PLANOS Y DIAGRAMAS.....	29
1.8.	LISTA DE MATERIALES SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO	29
1.9.	PRESUPUESTO REFERENCIAL.....	29
1.10.	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	30
1.11.	ANEXOS	30
2.	TANQUE DE AGUA POTABLE SAN JUAN DE CALDERÓN BAJO	71
2.1.	GENERALIDADES	71
2.2.	OBJETIVO	71
2.3.	SISTEMA ELÉCTRICO.....	71
2.4.	Parte I: RED DE MEDIO VOLTAJE, ACOMETIDA Y MEDICIÓN ELÉCTRICA	71
2.4.1.	ANTECEDENTES	71
2.4.2.	DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA	72
2.4.3.	DESCRIPCIÓN RED DE MEDIO VOLTAJE	72
2.4.4.	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	72
2.4.5.	DESCRIPCIÓN RED DE BAJO VOLTAJE.....	72
2.4.6.	SECCIONAMIENTO Y PROTECCIONES.....	73
2.4.6.1.	Medio voltaje:	73
2.4.6.2.	Bajo voltaje:.....	73
2.4.7.	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	73

2.4.8.	MEDICIÓN ELÉCTRICA	73
2.4.9.	MATERIALES	73
2.5.	PARTE II: SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO	73
2.5.1.	CRITERIOS DE DISEÑO	73
2.5.2.	ACOMETIDA EN BAJO VOLTAJE.....	74
2.5.2.1.	Alimentadores principales.....	75
2.5.2.2.	Alimentadores Secundarios.....	75
2.5.3.	CUARTO DE VÁLVULAS Y CONTROL EDC:	75
2.5.4.	GABINETE GENERAL: SISTEMA ELÉCTRICO - SCADA - SISTEMA DE CONTROL .	76
2.5.5.	DISEÑO DE TABLEROS PRINCIPALES	76
2.5.5.1.	TABLERO DE DISTRIBUCION PRINCIPAL TDP:.....	76
2.5.6.	SISTEMA UPS.	77
2.5.7.	TCP.	77
2.5.8.	CIRCUITOS ELÉCTRICOS	77
2.5.8.1.	Circuitos eléctricos de iluminación y luces de emergencia	77
2.5.8.2.	Circuito de Fuerza Normal.....	78
2.5.9.	ELEMENTOS ELÉCTRICOS DE LA INSTALACION	78
2.5.9.1.	Luminaria LED hermética sobrepuesta, instalación interior.	78
2.5.9.2.	Luminaria LED exterior, tipo hermética instalada sobre pared.....	79
2.5.9.3.	Luminaria exterior para tumbado	79
2.5.9.4.	Luminaria tipo vías y patios	79
2.5.9.5.	Luminarias de emergencia	79
2.5.9.6.	Tomacorrientes monofásicos 120Vac.	80
2.5.9.7.	Instalación de cables	80
2.5.9.8.	Ductos	80
2.5.9.9.	Tubos Conduit IMC	80
2.5.9.10.	Tubería metálica EMT	81
2.5.9.11.	Manguera negra reforzada	81
2.5.10.	ILUMINACIÓN PERIMETRAL Y PATIOS.....	81
2.5.11.	RESISTIVIDAD, MALLA DE TIERRA Y MEJORAMIENTO DEL SUELO	81
2.5.12.	PARARRAYOS.....	82
2.6.	Ruta de Cables.....	83
2.7.	RESUMEN DE PRESENTACIÓN ELÉCTRICA, EN PLANOS Y DIAGRAMAS.....	83
2.8.	LISTA DE MATERIALES SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO	83
2.9.	PRESUPUESTO REFERENCIAL	84
2.10.	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	84
2.11.	ANEXOS	84
3.	TANQUE DE AGUA POTABLE MARIANA DE JESÚS 1	112
3.1.	GENERALIDADES	112
3.2.	OBJETIVO	112
3.3.	SISTEMA ELÉCTRICO.....	112
3.4.	Parte I: RED DE MEDIO VOLTAJE, ACOMETIDA Y MEDICIÓN ELÉCTRICA	112
3.4.1.	ANTECEDENTES	112
3.4.2.	DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA	113
3.4.3.	DESCRIPCIÓN RED DE MEDIO VOLTAJE	113
3.4.4.	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	113
3.4.5.	DESCRIPCIÓN RED DE BAJO VOLTAJE	113
3.4.6.	SECCIONAMIENTO Y PROTECCIONES	114
3.4.6.1.	Medio voltaje:	114
3.4.6.2.	Bajo voltaje:.....	114
3.4.7.	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	114
3.4.8.	MEDICIÓN ELÉCTRICA	114
3.4.9.	MATERIALES	114
3.5.	PARTE II: SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO	114
3.5.1.	CRITERIOS DE DISEÑO	115
3.5.2.	ACOMETIDA EN BAJO VOLTAJE.....	116
3.5.2.1.	Alimentadores principales.....	116
3.5.2.2.	Alimentadores Secundarios.....	116
3.5.3.	CUARTO DE VÁLVULAS Y CONTROL EDC:	117
3.5.4.	GABINETE GENERAL: SISTEMA ELÉCTRICO - SCADA - SISTEMA DE CONTROL	117
3.5.5.	DISEÑO DE TABLEROS PRINCIPALES	117
3.5.5.1.	TABLERO DE BOMBAS TB	118
3.5.5.2.	TABLERO DE DISTRIBUCION PRINCIPAL TDP:.....	118
3.5.6.	SISTEMA UPS.	118
3.5.7.	TCP.	119
3.5.8.	CIRCUITOS ELÉCTRICOS.....	119

3.5.8.1.	Circuitos eléctricos de iluminación y luces de emergencia	119
3.5.8.2.	Circuito de Fuerza Normal.....	119
3.5.9.	ELEMENTOS ELÉCTRICOS DE LA INSTALACION	120
3.5.9.1.	Luminaria LED hermética sobrepuesta, instalación interior.	120
3.5.9.2.	Luminaria LED exterior, tipo hermética instalada sobre pared.....	120
3.5.9.3.	Luminaria exterior para tumbado	120
3.5.9.4.	Luminaria tipo vías y patios	121
3.5.9.5.	Luminarias de emergencia	121
3.5.9.6.	Tomacorrientes monofásicos 120Vac	121
3.5.9.7.	Instalación de cables	122
3.5.9.8.	Ductos	122
3.5.9.9.	Tubos Conduit IMC	122
3.5.9.10.	Tubería metálica EMT	122
3.5.9.11.	Manguera negra reforzada	122
3.5.10.	ILUMINACIÓN PERIMETRAL Y PATIOS.....	123
3.5.11.	RESISTIVIDAD, MALLA DE TIERRA Y MEJORAMIENTO DEL SUELO	123
3.5.12.	PARARRAYOS.....	124
3.6.	Ruta de Cables.....	124
3.7.	RESUMEN DE PRESENTACIÓN ELÉCTRICA, EN PLANOS Y DIAGRAMAS.....	124
3.8.	LISTA DE MATERIALES SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO	125
3.9.	PRESUPUESTO REFERENCIAL.....	125
3.10.	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	125
3.11.	ANEXOS	125
4.	TANQUE DE AGUA POTABLE LLANO GRANDE ALTO	156
4.1.	GENERALIDADES	156
4.2.	OBJETIVO	156
4.3.	SISTEMA ELÉCTRICO.....	156
4.4.	Parte I: RED DE MEDIO VOLTAJE, ACOMETIDA Y MEDICIÓN ELÉCTRICA	156
4.4.1.	ANTECEDENTES	156
4.4.2.	DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA	157
4.4.3.	DESCRIPCIÓN RED DE MEDIO VOLTAJE	157
4.4.4.	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	157
4.4.5.	DESCRIPCIÓN RED DE BAJO VOLTAJE.....	157
4.4.6.	SECCIONAMIENTO Y PROTECCIONES	158
4.4.6.1.	Medio voltaje:	158
4.4.6.2.	Bajo voltaje:	158
4.4.7.	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	158
4.4.8.	MEDICIÓN ELÉCTRICA	158
4.4.9.	MATERIALES	158
4.5.	PARTE II: SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO	158
4.5.1.	CRITERIOS DE DISEÑO	158
4.5.2.	ACOMETIDA EN BAJO VOLTAJE.....	159
4.5.2.1.	Alimentadores principales.....	160
4.5.2.2.	Alimentadores Secundarios	160
4.5.3.	CUARTO DE VÁLVULAS Y CONTROL EDC:	161
4.5.4.	GABINETE GENERAL: SISTEMA ELÉCTRICO - SCADA - SISTEMA DE CONTROL.....	161
4.5.5.	DISEÑO DE TABLEROS PRINCIPALES	161
4.5.5.1.	TABLERO DE DISTRIBUCION PRINCIPAL TDP:.....	161
4.5.6.	SISTEMA UPS.	162
4.5.7.	TCP.	162
4.5.8.	CIRCUITOS ELÉCTRICOS	162
4.5.8.1.	Circuitos eléctricos de iluminación y luces de emergencia	162
4.5.8.2.	Circuito de Fuerza Normal.....	163
4.5.9.	ELEMENTOS ELÉCTRICOS DE LA INSTALACION	163
4.5.9.1.	Luminaria LED hermética sobrepuesta, instalación interior.	163
4.5.9.2.	Luminaria LED exterior, tipo hermética instalada sobre pared.....	164
4.5.9.3.	Luminaria exterior para tumbado	164
4.5.9.4.	Luminaria tipo vías y patios	164
4.5.9.5.	Luminarias de emergencia	164
4.5.9.6.	Tomacorrientes monofásicos 120Vac	165
4.5.9.7.	Instalación de cables	165
4.5.9.8.	Ductos	165
4.5.9.9.	Tubos Conduit IMC	165
4.5.9.10.	Tubería metálica EMT	166
4.5.9.11.	Manguera negra reforzada	166
4.5.10.	ILUMINACIÓN PERIMETRAL Y PATIOS.....	166

4.5.11.	RESISTIVIDAD, MALLA DE TIERRA Y MEJORAMIENTO DEL SUELO	166
4.5.12.	PARARRAYOS	167
4.6.	Ruta de Cables	168
4.7.	RESUMEN DE PRESENTACIÓN ELÉCTRICA, EN PLANOS Y DIAGRAMAS	168
4.8.	LISTA DE MATERIALES SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO	168
4.9.	PRESUPUESTO REFERENCIAL	169
4.10.	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	169
4.11.	ANEXOS	169
5.	TANQUE DE AGUA POTABLE LLANO GRANDE BAJO	199
5.1.	GENERALIDADES	199
5.2.	OBJETIVO	199
5.3.	SISTEMA ELÉCTRICO	199
5.4.	Parte I: RED DE MEDIO VOLTAJE, ACOMETIDA Y MEDICIÓN ELÉCTRICA	199
5.4.1.	ANTECEDENTES	199
5.4.2.	DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA	200
5.4.3.	DESCRIPCIÓN RED DE MEDIO VOLTAJE	200
5.4.4.	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	200
5.4.5.	DESCRIPCIÓN RED DE BAJO VOLTAJE	200
5.4.6.	SECCIONAMIENTO Y PROTECCIONES	201
5.4.6.1.	Medio voltaje:	201
5.4.6.2.	Bajo voltaje:	201
5.4.7.	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	201
5.4.8.	MEDICIÓN ELÉCTRICA	201
5.4.9.	MATERIALES	201
5.5.	PARTE II: SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO	201
5.5.1.	CRITERIOS DE DISEÑO	201
5.5.2.	ACOMETIDA EN BAJO VOLTAJE	202
5.5.2.1.	Alimentadores principales	203
5.5.2.2.	Alimentadores Secundarios	203
5.5.3.	CUARTO DE VÁLVULAS Y CONTROL EDC:	203
5.5.4.	GABINETE GENERAL: SISTEMA ELÉCTRICO - SCADA - SISTEMA DE CONTROL	204
5.5.5.	DISEÑO DE TABLEROS PRINCIPALES	204
5.5.5.1.	TABLERO DE DISTRIBUCION PRINCIPAL TDP:	204
5.5.6.	SISTEMA UPS.	205
5.5.7.	TCP.	205
5.5.8.	CIRCUITOS ELÉCTRICOS	205
5.5.8.1.	Circuitos eléctricos de iluminación y luces de emergencia	205
5.5.8.2.	Circuito de Fuerza Normal	206
5.5.9.	ELEMENTOS ELÉCTRICOS DE LA INSTALACION	206
5.5.9.1.	Luminaria LED hermética sobrepuesta, instalación interior.	206
5.5.9.2.	Luminaria LED exterior, tipo hermética instalada sobre pared	206
5.5.9.3.	Luminaria exterior para tumbado	207
5.5.9.4.	Luminaria tipo vías y patios	207
5.5.9.5.	Luminarias de emergencia	207
5.5.9.6.	Tomacorrientes monofásicos 120Vac	207
5.5.9.7.	Instalación de cables	208
5.5.9.8.	Ductos	208
5.5.9.9.	Tubos Conduit IMC	208
5.5.9.10.	Tubería metálica EMT	209
5.5.9.11.	Manguera negra reforzada	209
5.5.10.	ILUMINACIÓN PERIMETRAL Y PATIOS	209
5.5.11.	RESISTIVIDAD, MALLA DE TIERRA Y MEJORAMIENTO DEL SUELO	209
5.5.12.	PARARRAYOS	210
5.6.	Ruta de Cables	210
5.7.	RESUMEN DE PRESENTACIÓN ELÉCTRICA, EN PLANOS Y DIAGRAMAS	211
5.8.	LISTA DE MATERIALES SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO	211
5.9.	PRESUPUESTO REFERENCIAL	211
5.10.	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	211
5.11.	ANEXOS	212
6.	TANQUE DE AGUA POTABLE EL ARENAL	241
6.1.	GENERALIDADES	241
6.2.	OBJETIVO	241
6.3.	SISTEMA ELÉCTRICO	241
6.4.	Parte I: RED DE MEDIO VOLTAJE, ACOMETIDA Y MEDICIÓN ELÉCTRICA	241
6.4.1.	ANTECEDENTES	241
6.4.2.	DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA	242

6.4.3.	DESCRIPCIÓN RED DE MEDIO VOLTAJE	242
6.4.4.	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	242
6.4.5.	DESCRIPCIÓN RED DE BAJO VOLTAJE	243
6.4.6.	SECCIONAMIENTO Y PROTECCIONES	243
6.4.6.1.	Medio voltaje:	243
6.4.6.2.	Bajo voltaje:	243
6.4.7.	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	243
6.4.8.	MEDICIÓN ELÉCTRICA	244
6.4.9.	MATERIALES	244
6.5.	PARTE II: SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO	244
6.5.1.	CRITERIOS DE DISEÑO	244
6.5.2.	ACOMETIDA EN BAJO VOLTAJE	245
6.5.2.1.	Alimentadores principales	245
6.5.2.2.	Alimentadores Secundarios	245
6.5.3.	CUARTO DE VÁLVULAS Y CONTROL EDC:	246
6.5.4.	GABINETE GENERAL: SISTEMA ELÉCTRICO - SCADA - SISTEMA DE CONTROL	246
6.5.5.	DISEÑO DE TABLEROS PRINCIPALES	246
6.5.5.1.	TABLERO DE DISTRIBUCION PRINCIPAL TDP:	247
6.5.6.	SISTEMA UPS.	247
6.5.7.	TCP.	247
6.5.8.	CIRCUITOS ELÉCTRICOS	247
6.5.8.1.	Circuitos eléctricos de iluminación y luces de emergencia	247
6.5.8.2.	Circuito de Fuerza Normal	248
6.5.9.	ELEMENTOS ELÉCTRICOS DE LA INSTALACION	248
6.5.9.1.	Luminaria LED hermética sobrepuesta, instalación interior	248
6.5.9.2.	Luminaria LED exterior, tipo hermética instalada sobre pared	249
6.5.9.3.	Luminaria exterior para tumbado	249
6.5.9.4.	Luminaria tipo vías y patios	249
6.5.9.5.	Luminarias de emergencia	249
6.5.9.6.	Tomacorrientes monofásicos 120Vac	250
6.5.9.7.	Instalación de cables	250
6.5.9.8.	Ductos	250
6.5.9.9.	Tubos Conduit IMC	251
6.5.9.10.	Tubería metálica EMT	251
6.5.9.11.	Manguera negra reforzada	251
6.5.10.	ILUMINACIÓN PERIMETRAL Y PATIOS	251
6.5.11.	RESISTIVIDAD, MALLA DE TIERRA Y MEJORAMIENTO DEL SUELO	252
6.5.12.	PARARRAYOS	252
6.6.	Ruta de Cables	253
6.7.	RESUMEN DE PRESENTACIÓN ELÉCTRICA, EN PLANOS Y DIAGRAMAS	253
6.8.	LISTA DE MATERIALES SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO	254
6.9.	PRESUPUESTO REFERENCIAL	254
6.10.	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	254
6.11.	ANEXOS	254
7.	TANQUE DE AGUA POTABLE OYACOTO	283
7.1.	GENERALIDADES	283
7.2.	OBJETIVO	283
7.3.	SISTEMA ELÉCTRICO	283
7.4.	Parte I: RED DE MEDIO VOLTAJE, ACOMETIDA Y MEDICIÓN ELÉCTRICA	283
7.4.1.	ANTECEDENTES	283
7.4.2.	DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA	284
7.4.3.	DESCRIPCIÓN RED DE MEDIO VOLTAJE	284
7.4.4.	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	284
7.4.5.	DESCRIPCIÓN RED DE BAJO VOLTAJE	284
7.4.6.	SECCIONAMIENTO Y PROTECCIONES	285
7.4.6.1.	Medio voltaje:	285
7.4.6.2.	Bajo voltaje:	285
7.4.7.	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	285
7.4.8.	MEDICIÓN ELÉCTRICA	285
7.4.9.	MATERIALES	286
7.5.	PARTE II: SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO	286
7.5.1.	CRITERIOS DE DISEÑO	286
7.5.2.	ACOMETIDA EN BAJO VOLTAJE	287
7.5.2.1.	Alimentadores principales	287
7.5.2.2.	Alimentadores Secundarios	287
7.5.3.	CUARTO DE VÁLVULAS Y CONTROL EDC:	288

7.5.4.	GABINETE GENERAL: SISTEMA ELÉCTRICO - SCADA - SISTEMA DE CONTROL	288
7.5.5.	DISEÑO DE TABLEROS PRINCIPALES	288
7.5.5.1.	TABLERO DE DISTRIBUCION PRINCIPAL TDP:.....	289
7.5.6.	SISTEMA UPS.	289
7.5.7.	TCP.	289
7.5.8.	CIRCUITOS ELÉCTRICOS	289
7.5.8.1.	Circuitos eléctricos de iluminación y luces de emergencia	289
7.5.8.2.	Circuito de Fuerza Normal.....	290
7.5.9.	ELEMENTOS ELÉCTRICOS DE LA INSTALACION	290
7.5.9.1.	Luminaria LED hermética sobrepuesta, instalación interior.	290
7.5.9.2.	Luminaria LED exterior, tipo hermética instalada sobre pared.....	291
7.5.9.3.	Luminaria exterior para tumbado	291
7.5.9.4.	Luminaria tipo vías y patios	291
7.5.9.5.	Luminarias de emergencia	291
7.5.9.6.	Tomacorrientes monofásicos 120Vac.	292
7.5.9.7.	Instalación de cables	292
7.5.9.8.	Ductos	292
7.5.9.9.	Tubos Conduit IMC	293
7.5.9.10.	Tubería metálica EMT	293
7.5.9.11.	Manguera negra reforzada	293
7.5.10.	ILUMINACIÓN PERIMETRAL Y PATIOS.....	293
7.5.11.	RESISTIVIDAD, MALLA DE TIERRA Y MEJORAMIENTO DEL SUELO	294
7.5.12.	PARARRAYOS.....	294
7.6.	Ruta de Cables.....	295
7.7.	RESUMEN DE PRESENTACIÓN ELÉCTRICA, EN PLANOS Y DIAGRAMAS.....	295
7.8.	LISTA DE MATERIALES SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO	295
7.9.	PRESUPUESTO REFERENCIAL	296
7.10.	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	296
7.11.	ANEXOS	296
8.	TANQUE DE AGUA POTABLE PLAN DE VIVIENDA ECUADOR	325
8.1.	GENERALIDADES	325
8.2.	OBJETIVO	325
8.3.	SISTEMA ELÉCTRICO.....	325
8.4.	Parte I: RED DE MEDIO VOLTAJE, ACOMETIDA Y MEDICIÓN ELÉCTRICA	325
8.4.1.	ANTECEDENTES	325
8.4.2.	DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA	326
8.4.3.	DESCRIPCIÓN RED DE MEDIO VOLTAJE	326
8.4.4.	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	326
8.4.5.	DESCRIPCIÓN RED DE BAJO VOLTAJE	326
8.4.6.	SECCIONAMIENTO Y PROTECCIONES	327
8.4.6.1.	Medio voltaje:	327
8.4.6.2.	Bajo voltaje:	327
8.4.7.	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	327
8.4.8.	MEDICIÓN ELÉCTRICA	327
8.4.9.	MATERIALES	327
8.5.	PARTE II: SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO	327
8.5.1.	CRITERIOS DE DISEÑO	327
8.5.2.	ACOMETIDA EN BAJO VOLTAJE.....	328
8.5.2.1.	Alimentadores principales.....	329
8.5.2.2.	Alimentadores Secundarios	329
8.5.3.	CUARTO DE VÁLVULAS Y CONTROL EDC:	329
8.5.4.	GABINETE GENERAL: SISTEMA ELÉCTRICO - SCADA - SISTEMA DE CONTROL	330
8.5.5.	DISEÑO DE TABLEROS PRINCIPALES	330
8.5.5.1.	TABLERO DE DISTRIBUCION PRINCIPAL TDP:.....	330
8.5.6.	SISTEMA UPS.	331
8.5.7.	TCP.	331
8.5.8.	CIRCUITOS ELÉCTRICOS	331
8.5.8.1.	Circuitos eléctricos de iluminación y luces de emergencia	331
8.5.8.2.	Circuito de Fuerza Normal.....	332
8.5.9.	ELEMENTOS ELÉCTRICOS DE LA INSTALACION	332
8.5.9.1.	Luminaria LED hermética sobrepuesta, instalación interior.	332
8.5.9.2.	Luminaria LED exterior, tipo hermética instalada sobre pared.....	332
8.5.9.3.	Luminaria exterior para tumbado	333
8.5.9.4.	Luminaria tipo vías y patios	333
8.5.9.5.	Luminarias de emergencia	333
8.5.9.6.	Tomacorrientes monofásicos 120Vac.	333

8.5.9.7.	Instalación de cables	334
8.5.9.8.	Ductos	334
8.5.9.9.	Tubos Conduit IMC	334
8.5.9.10.	Tubería metálica EMT	335
8.5.9.11.	Manguera negra reforzada	335
8.5.10.	ILUMINACIÓN PERIMETRAL Y PATIOS.....	335
8.5.11.	RESISTIVIDAD, MALLA DE TIERRA Y MEJORAMIENTO DEL SUELO	335
8.5.12.	PARARRAYOS.....	336
8.6.	Ruta de Cables.....	336
8.7.	RESUMEN DE PRESENTACIÓN ELÉCTRICA, EN PLANOS Y DIAGRAMAS.....	337
8.8.	LISTA DE MATERIALES SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO	337
8.9.	PRESUPUESTO REFERENCIAL	337
8.10.	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	337
8.11.	ANEXOS	337
9.	TANQUE DE AGUA POTABLE SAN JOSÉ DE MORÁN No. 1	367
9.1.	GENERALIDADES	367
9.2.	OBJETIVO	367
9.3.	SISTEMA ELÉCTRICO	367
9.4.	Parte I: RED DE MEDIO VOLTAJE, ACOMETIDA Y MEDICIÓN ELÉCTRICA	367
9.4.1.	ANTECEDENTES	367
9.4.2.	DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA	368
9.4.3.	DESCRIPCIÓN RED DE MEDIO VOLTAJE	368
9.4.4.	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	368
9.4.5.	DESCRIPCIÓN RED DE BAJO VOLTAJE	368
9.4.6.	SECCIONAMIENTO Y PROTECCIONES	369
9.4.6.1.	Medio voltaje:	369
9.4.6.2.	Bajo voltaje:	369
9.4.7.	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	369
9.4.8.	MEDICIÓN ELÉCTRICA	369
9.4.9.	MATERIALES	369
9.5.	PARTE II: SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO	369
9.5.1.	CRITERIOS DE DISEÑO	369
9.5.2.	ACOMETIDA EN BAJO VOLTAJE.....	370
9.5.2.1.	Alimentadores principales.....	370
9.5.2.2.	Alimentadores Secundarios.....	371
9.5.3.	CUARTO DE VÁLVULAS Y CONTROL EDC:	371
9.5.4.	GABINETE GENERAL: SISTEMA ELÉCTRICO - SCADA - SISTEMA DE CONTROL.....	371
9.5.5.	DISEÑO DE TABLEROS PRINCIPALES	372
9.5.5.1.	TABLERO DE DISTRIBUCION PRINCIPAL TDP:.....	372
9.5.6.	SISTEMA UPS.	372
9.5.7.	TCP.	373
9.5.8.	CIRCUITOS ELÉCTRICOS	373
9.5.8.1.	Circuitos eléctricos de iluminación y luces de emergencia	373
9.5.8.2.	Circuito de Fuerza Normal.....	373
9.5.9.	ELEMENTOS ELÉCTRICOS DE LA INSTALACION	374
9.5.9.1.	Luminaria LED hermética sobrepuesta, instalación interior	374
9.5.9.2.	Luminaria LED exterior, tipo hermética instalada sobre pared.....	374
9.5.9.3.	Luminaria exterior para tumbado	374
9.5.9.4.	Luminaria tipo vías y patios	375
9.5.9.5.	Luminarias de emergencia	375
9.5.9.6.	Tomacorrientes monofásicos 120Vac.	375
9.5.9.7.	Instalación de cables	375
9.5.9.8.	Ductos	376
9.5.9.9.	Tubos Conduit IMC	376
9.5.9.10.	Tubería metálica EMT	376
9.5.9.11.	Manguera negra reforzada	376
9.5.10.	ILUMINACIÓN PERIMETRAL Y PATIOS.....	377
9.5.11.	RESISTIVIDAD, MALLA DE TIERRA Y MEJORAMIENTO DEL SUELO	377
9.5.12.	PARARRAYOS.....	378
9.6.	Ruta de Cables.....	378
9.7.	RESUMEN DE PRESENTACIÓN ELÉCTRICA, EN PLANOS Y DIAGRAMAS.....	378
9.8.	LISTA DE MATERIALES SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO	379
9.9.	PRESUPUESTO REFERENCIAL	379
9.10.	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	379
9.11.	ANEXOS	379
10.	TANQUE DE AGUA POTABLE SAN JOSÉ DE MORÁN No. 2	407

10.1. GENERALIDADES	407
10.2. OBJETIVO	407
10.3. SISTEMA ELÉCTRICO	407
10.4. Parte I: RED DE MEDIO VOLTAJE, ACOMETIDA Y MEDICIÓN ELÉCTRICA	407
10.4.1. ANTECEDENTES	407
10.4.2. DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA	408
10.4.3. DESCRIPCIÓN RED DE MEDIO VOLTAJE	408
10.4.4. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	408
10.4.5. DESCRIPCIÓN RED DE BAJO VOLTAJE	409
10.4.6. SECCIONAMIENTO Y PROTECCIONES	409
10.4.6.1. Medio voltaje:	409
10.4.6.2. Bajo voltaje:	410
10.4.7. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	410
10.4.8. MEDICIÓN ELÉCTRICA	410
10.4.9. MATERIALES	411
10.5. PARTE II: SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO	411
10.5.1. CRITERIOS DE DISEÑO	411
10.5.2. ACOMETIDA EN BAJO VOLTAJE	412
10.5.2.1. Alimentadores principales	412
10.5.2.2. Alimentadores Secundarios	412
10.5.3. CUARTO DE VÁLVULAS Y CONTROL EDC:	413
10.5.4. GABINETE GENERAL: SISTEMA ELÉCTRICO - SCADA - SISTEMA DE CONTROL	413
10.5.5. DISEÑO DE TABLEROS PRINCIPALES	413
10.5.5.1. TABLERO DE DISTRIBUCION PRINCIPAL TDP:	414
10.5.6. SISTEMA UPS	414
10.5.7. TCP	414
10.5.8. CIRCUITOS ELÉCTRICOS	414
10.5.8.1. Circuitos eléctricos de iluminación y luces de emergencia	414
10.5.8.2. Circuito de Fuerza Normal	415
10.5.9. ELEMENTOS ELÉCTRICOS DE LA INSTALACION	415
10.5.9.1. Luminaria LED hermética sobrepuesta, instalación interior	415
10.5.9.2. Luminaria LED exterior, tipo hermética instalada sobre pared	416
10.5.9.3. Luminaria exterior para tumbado	416
10.5.9.4. Luminaria tipo vías y patios	416
10.5.9.5. Luminarias de emergencia	416
10.5.9.6. Tomacorrientes monofásicos 120Vac	417
10.5.9.7. Instalación de cables	417
10.5.9.8. Ductos	417
10.5.9.9. Tubos Conduit IMC	418
10.5.9.10. Tubería metálica EMT	418
10.5.9.11. Manguera negra reforzada	418
10.5.10. ILUMINACIÓN PERIMETRAL Y PATIOS	418
10.5.11. RESISTIVIDAD, MALLA DE TIERRA Y MEJORAMIENTO DEL SUELO	419
10.5.12. PARARRAYOS	419
10.6. Ruta de Cables	420
10.7. RESUMEN DE PRESENTACIÓN ELÉCTRICA, EN PLANOS Y DIAGRAMAS	420
10.8. LISTA DE MATERIALES SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO	420
10.9. PRESUPUESTO REFERENCIAL	421
10.10. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	421
10.11. ANEXOS	421
11. TANQUE DE AGUA POTABLE MARIANA DE JESÚS No. 2	450
11.1. GENERALIDADES	450
11.2. OBJETIVO	450
11.3. SISTEMA ELÉCTRICO	450
11.4. Parte I: RED DE MEDIO VOLTAJE, ACOMETIDA Y MEDICIÓN ELÉCTRICA	450
11.4.1. ANTECEDENTES	450
11.4.2. DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA	451
11.4.3. DESCRIPCIÓN RED DE MEDIO VOLTAJE	451
11.4.4. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	451
11.4.5. DESCRIPCIÓN RED DE BAJO VOLTAJE	451
11.4.6. SECCIONAMIENTO Y PROTECCIONES	452
11.4.6.1. Medio voltaje:	452
11.4.6.2. Bajo voltaje:	452
11.4.7. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	452
11.4.8. MEDICIÓN ELÉCTRICA	452

11.4.9.	MATERIALES	452
11.5.	PARTE II: SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO	452
11.5.1.	CRITERIOS DE DISEÑO	452
11.5.2.	ACOMETIDA EN BAJO VOLTAJE.	453
11.5.2.1.	Alimentadores principales	454
11.5.2.2.	Alimentadores Secundarios.....	454
11.5.3.	CUARTO DE VÁLVULAS Y CONTROL EDC:	454
11.5.4.	GABINETE GENERAL: SISTEMA ELÉCTRICO - SCADA - SISTEMA DE CONTROL 455	455
11.5.5.	DISEÑO DE TABLEROS PRINCIPALES	455
11.5.5.1.	TABLERO DE DISTRIBUCION PRINCIPAL TDP:	455
11.5.6.	SISTEMA UPS.....	456
11.5.7.	TCP.....	456
11.5.8.	CIRCUITOS ELÉCTRICOS.....	456
11.5.8.1.	Circuitos eléctricos de iluminación y luces de emergencia.....	456
11.5.8.2.	Circuito de Fuerza Normal	457
11.5.9.	ELEMENTOS ELÉCTRICOS DE LA INSTALACION	457
11.5.9.1.	Luminaria LED hermética sobrepuesta, instalación interior.....	457
11.5.9.2.	Luminaria LED exterior, tipo hermética instalada sobre pared.	457
11.5.9.3.	Luminaria exterior para tumbado	458
11.5.9.4.	Luminaria tipo vías y patios.....	458
11.5.9.5.	Luminarias de emergencia.....	458
11.5.9.6.	Tomacorrientes monofásicos 120Vac.....	458
11.5.9.7.	Instalación de cables.....	459
11.5.9.8.	Ductos.....	459
11.5.9.9.	Tubos Conduit IMC	459
11.5.9.10.	Tubería metálica EMT	460
11.5.9.11.	Manguera negra reforzada	460
11.5.10.	ILUMINACIÓN PERIMETRAL Y PATIOS.....	460
11.5.11.	RESISTIVIDAD, MALLA DE TIERRA Y MEJORAMIENTO DEL SUELO	460
11.5.12.	PARARRAYOS.....	461
11.6.	Ruta de Cables.....	461
11.7.	RESUMEN DE PRESENTACIÓN ELÉCTRICA, EN PLANOS Y DIAGRAMAS.....	462
11.8.	LISTA DE MATERIALES SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO	462
11.9.	PRESUPUESTO REFERENCIAL.....	462
11.10.	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	462
11.11.	ANEXOS	462
12.	TANQUE DE AGUA POTABLE BRISAS DEL NORTE.....	492
12.1.	GENERALIDADES	492
12.2.	OBJETIVO	492
12.3.	SISTEMA ELÉCTRICO.....	492
12.4.	Parte I: RED DE MEDIO VOLTAJE, ACOMETIDA Y MEDICIÓN ELÉCTRICA	492
12.4.1.	ANTECEDENTES	492
12.4.2.	DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA	493
12.4.3.	DESCRIPCIÓN RED DE MEDIO VOLTAJE.....	493
12.4.4.	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	493
12.4.5.	DESCRIPCIÓN RED DE BAJO VOLTAJE.....	494
12.4.6.	SECCIONAMIENTO Y PROTECCIONES	494
12.4.6.1.	Medio voltaje:	494
12.4.6.2.	Bajo voltaje:.....	494
12.4.7.	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	494
12.4.8.	MEDICIÓN ELÉCTRICA	495
12.4.9.	MATERIALES	495
12.5.	PARTE II: SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO	495
12.5.1.	CRITERIOS DE DISEÑO	495
12.5.2.	ACOMETIDA EN BAJO VOLTAJE	496
12.5.2.1.	Alimentadores principales	496
12.5.2.2.	Alimentadores Secundarios.....	497
12.5.3.	CUARTO DE VÁLVULAS Y CONTROL EDC:	497
12.5.4.	GABINETE GENERAL: SISTEMA ELÉCTRICO - SCADA - SISTEMA DE CONTROL 497	497
12.5.5.	DISEÑO DE TABLEROS PRINCIPALES	498
12.5.5.1.	TABLERO DE DISTRIBUCION PRINCIPAL TDP:	498
12.5.6.	SISTEMA UPS.....	498
12.5.7.	TCP.....	498
12.5.8.	CIRCUITOS ELÉCTRICOS.....	498

12.5.8.1.	Circuitos eléctricos de iluminación y luces de emergencia.....	498
12.5.8.2.	Circuito de Fuerza Normal	499
12.5.9.	ELEMENTOS ELÉCTRICOS DE LA INSTALACION.....	499
12.5.9.1.	Luminaria LED hermética sobrepuesta, instalación interior.....	499
12.5.9.2.	Luminaria LED exterior, tipo hermética instalada sobre pared.	500
12.5.9.3.	Luminaria exterior para tumbado	500
12.5.9.4.	Luminaria tipo vías y patios.....	500
12.5.9.5.	Luminarias de emergencia.....	500
12.5.9.6.	Tomacorrientes monofásicos 120Vac.....	501
12.5.9.7.	Instalación de cables.....	501
12.5.9.8.	Ductos.....	501
12.5.9.9.	Tubos Conduit IMC	502
12.5.9.10.	Tubería metálica EMT	502
12.5.9.11.	Manguera negra reforzada	502
12.5.10.	ILUMINACIÓN PERIMETRAL Y PATIOS.....	502
12.5.11.	RESISTIVIDAD, MALLA DE TIERRA Y MEJORAMIENTO DEL SUELO	503
12.5.12.	PARARRAYOS.....	504
12.6.	Ruta de Cables.....	504
12.7.	RESUMEN DE PRESENTACIÓN ELÉCTRICA, EN PLANOS Y DIAGRAMAS.....	504
12.8.	LISTA DE MATERIALES SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO	505
12.9.	PRESUPUESTO REFERENCIAL.....	505
12.10.	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.....	505
12.11.	ANEXOS	505
13.	TANQUE DE AGUA POTABLE CARRETAS.....	534
13.1.	GENERALIDADES	534
13.2.	OBJETIVO	534
13.3.	SISTEMA ELÉCTRICO.....	534
13.4.	Parte I: RED DE MEDIO VOLTAJE, ACOMETIDA Y MEDICIÓN ELÉCTRICA	534
13.4.1.	ANTECEDENTES	534
13.4.2.	DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA	535
13.4.3.	DESCRIPCIÓN RED DE MEDIO VOLTAJE.....	535
13.4.4.	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	535
13.4.5.	DESCRIPCIÓN RED DE BAJO VOLTAJE.....	535
13.4.6.	SECCIONAMIENTO Y PROTECCIONES	536
13.4.6.1.	Medio voltaje:.....	536
13.4.6.2.	Bajo voltaje:.....	536
13.4.7.	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	536
13.4.8.	MEDICIÓN ELÉCTRICA.....	536
13.4.9.	MATERIALES	536
13.5.	PARTE II: SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO	536
13.5.1.	CRITERIOS DE DISEÑO	537
13.5.2.	ACOMETIDA EN BAJO VOLTAJE	537
13.5.2.1.	Alimentadores principales	538
13.5.2.2.	Alimentadores Secundarios.....	538
13.5.3.	CUARTO DE VÁLVULAS Y CONTROL EDC:	539
13.5.4.	GABINETE GENERAL: SISTEMA ELÉCTRICO - SCADA - SISTEMA DE CONTROL	539
13.5.5.	DISEÑO DE TABLEROS PRINCIPALES.....	539
13.5.5.1.	TABLERO DE DISTRIBUCION PRINCIPAL TDP:	539
13.5.6.	SISTEMA UPS.....	540
13.5.7.	TCP.....	540
13.5.8.	CIRCUITOS ELÉCTRICOS.....	540
13.5.8.1.	Circuitos eléctricos de iluminación y luces de emergencia.....	540
13.5.8.2.	Circuito de Fuerza Normal	541
13.5.9.	ELEMENTOS ELÉCTRICOS DE LA INSTALACION.....	541
13.5.9.1.	Luminaria LED hermética sobrepuesta, instalación interior.....	541
13.5.9.2.	Luminaria LED exterior, tipo hermética instalada sobre pared.	542
13.5.9.3.	Luminaria exterior para tumbado	542
13.5.9.4.	Luminaria tipo vías y patios.....	542
13.5.9.5.	Luminarias de emergencia.....	542
13.5.9.6.	Tomacorrientes monofásicos 120Vac.....	543
13.5.9.7.	Instalación de cables.....	543
13.5.9.8.	Ductos.....	543
13.5.9.9.	Tubos Conduit IMC	543
13.5.9.10.	Tubería metálica EMT	544
13.5.9.11.	Manguera negra reforzada	544

13.5.10.	ILUMINACIÓN PERIMETRAL Y PATIOS.....	544
13.5.11.	RESISTIVIDAD, MALLA DE TIERRA Y MEJORAMIENTO DEL SUELO	544
13.5.12.	PARARRAYOS.....	545
13.6.	Ruta de Cables.....	546
13.7.	RESUMEN DE PRESENTACIÓN ELÉCTRICA, EN PLANOS Y DIAGRAMAS.....	546
13.8.	LISTA DE MATERIALES SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO	546
13.9.	PRESUPUESTO REFERENCIAL	547
13.10.	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.....	547
13.11.	ANEXOS	547
14.	TANQUE DE AGUA POTABLE CUATRO ESQUINAS.....	577
14.1.	GENERALIDADES	577
14.2.	OBJETIVO	577
14.3.	SISTEMA ELÉCTRICO.....	577
14.4.	Parte I: RED DE MEDIO VOLTAJE, ACOMETIDA Y MEDICIÓN ELÉCTRICA	577
14.4.1.	ANTECEDENTES	577
14.4.2.	DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA	578
14.4.3.	DESCRIPCIÓN RED DE MEDIO VOLTAJE.....	578
14.4.4.	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	578
14.4.5.	DESCRIPCIÓN RED DE BAJO VOLTAJE.....	578
14.4.6.	SECCIONAMIENTO Y PROTECCIONES	579
14.4.6.1.	Medio voltaje:.....	579
14.4.6.2.	Bajo voltaje:.....	579
14.4.7.	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	579
14.4.8.	MEDICIÓN ELÉCTRICA.....	579
14.4.9.	MATERIALES	579
14.5.	PARTE II: SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO	579
14.5.1.	CRITERIOS DE DISEÑO	580
14.5.2.	ACOMETIDA EN BAJO VOLTAJE	580
14.5.2.1.	Alimentadores principales	581
14.5.2.2.	Alimentadores Secundarios.....	581
14.5.3.	CUARTO DE VÁLVULAS Y CONTROL EDC:	582
14.5.4.	GABINETE GENERAL: SISTEMA ELÉCTRICO - SCADA - SISTEMA DE CONTROL 582	
14.5.5.	DISEÑO DE TABLEROS PRINCIPALES.....	582
14.5.5.1.	TABLERO DE DISTRIBUCION PRINCIPAL TDP:	582
14.5.6.	SISTEMA UPS.....	583
14.5.7.	TCP.....	583
14.5.8.	CIRCUITOS ELÉCTRICOS.....	583
14.5.8.1.	Circuitos eléctricos de iluminación y luces de emergencia.....	583
14.5.8.2.	Circuito de Fuerza Normal	584
14.5.9.	ELEMENTOS ELÉCTRICOS DE LA INSTALACION.....	584
14.5.9.1.	Luminaria LED hermética sobrepuesta, instalación interior.....	584
14.5.9.2.	Luminaria LED exterior, tipo hermética instalada sobre pared.	585
14.5.9.3.	Luminaria exterior para tumbado	585
14.5.9.4.	Luminaria tipo vías y patios.....	585
14.5.9.5.	Luminarias de emergencia.....	585
14.5.9.6.	Tomacorrientes monofásicos 120Vac.....	586
14.5.9.7.	Instalación de cables.....	586
14.5.9.8.	Ductos.....	586
14.5.9.9.	Tubos Conduit IMC	586
14.5.9.10.	Tubería metálica EMT	587
14.5.9.11.	Manguera negra reforzada	587
14.5.10.	ILUMINACIÓN PERIMETRAL Y PATIOS.....	587
14.5.11.	RESISTIVIDAD, MALLA DE TIERRA Y MEJORAMIENTO DEL SUELO	588
14.5.12.	PARARRAYOS.....	588
14.6.	Ruta de Cables.....	589
14.7.	RESUMEN DE PRESENTACIÓN ELÉCTRICA, EN PLANOS Y DIAGRAMAS.....	589
14.8.	LISTA DE MATERIALES SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO	589
14.9.	PRESUPUESTO REFERENCIAL	590
14.10.	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.....	590
14.11.	ANEXOS	590
15.	TANQUE DE AGUA POTABLE SAN LUIS	619
15.1.	GENERALIDADES	619
15.2.	OBJETIVO	619
15.3.	SISTEMA ELÉCTRICO.....	619
15.4.	Parte I: RED DE MEDIO VOLTAJE, ACOMETIDA Y MEDICIÓN ELÉCTRICA	619

15.4.1.	ANTECEDENTES	619
15.4.2.	DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA	620
15.4.3.	DESCRIPCIÓN RED DE MEDIO VOLTAJE.....	620
15.4.4.	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	620
15.4.5.	DESCRIPCIÓN RED DE BAJO VOLTAJE.....	620
15.4.6.	SECCIONAMIENTO Y PROTECCIONES	621
15.4.6.1.	Medio voltaje:	621
15.4.6.2.	Bajo voltaje:.....	621
15.4.7.	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	621
15.4.8.	MEDICIÓN ELÉCTRICA.....	621
15.4.9.	MATERIALES	621
15.5.	PARTE II: SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO	621
15.5.1.	CRITERIOS DE DISEÑO	622
15.5.2.	ACOMETIDA EN BAJO VOLTAJE.	622
15.5.2.1.	Alimentadores principales	623
15.5.2.2.	Alimentadores Secundarios.....	623
15.5.3.	CUARTO DE VÁLVULAS Y CONTROL EDC:	624
15.5.4.	GABINETE GENERAL: SISTEMA ELÉCTRICO - SCADA - SISTEMA DE CONTROL	624
15.5.5.	DISEÑO DE TABLEROS PRINCIPALES	624
15.5.5.1.	TABLERO DE DISTRIBUCION PRINCIPAL TDP:	624
15.5.6.	SISTEMA UPS.....	625
15.5.7.	TCP.....	625
15.5.8.	CIRCUITOS ELÉCTRICOS.....	625
15.5.8.1.	Circuitos eléctricos de iluminación y luces de emergencia.....	625
15.5.8.2.	Circuito de Fuerza Normal	626
15.5.9.	ELEMENTOS ELÉCTRICOS DE LA INSTALACION	626
15.5.9.1.	Luminaria LED hermética sobrepuesta, instalación interior.....	626
15.5.9.2.	Luminaria LED exterior, tipo hermética instalada sobre pared.	627
15.5.9.3.	Luminaria exterior para tumbado	627
15.5.9.4.	Luminaria tipo vías y patios.....	627
15.5.9.5.	Luminarias de emergencia.....	627
15.5.9.6.	Tomacorrientes monofásicos 120Vac.....	628
15.5.9.7.	Instalación de cables.....	628
15.5.9.8.	Ductos.....	628
15.5.9.9.	Tubos Conduit IMC	628
15.5.9.10.	Tubería metálica EMT	629
15.5.9.11.	Manguera negra reforzada	629
15.5.10.	ILUMINACIÓN PERIMETRAL Y PATIOS.....	629
15.5.11.	RESISTIVIDAD, MALLA DE TIERRA Y MEJORAMIENTO DEL SUELO	629
15.5.12.	PARARRAYOS.....	630
15.6.	Ruta de Cables.....	631
15.7.	RESUMEN DE PRESENTACIÓN ELÉCTRICA, EN PLANOS Y DIAGRAMAS.....	631
15.8.	LISTA DE MATERIALES SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO	631
15.9.	PRESUPUESTO REFERENCIAL	632
15.10.	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.....	632
15.11.	ANEXOS	632
16.	TANQUE DE AGUA POTABLE SAN MIGUEL DEL COMÚN BAJO.....	663
16.1.	GENERALIDADES	663
16.2.	OBJETIVO	663
16.3.	SISTEMA ELÉCTRICO.....	663
16.4.	Parte I: RED DE MEDIO VOLTAJE, ACOMETIDA Y MEDICIÓN ELÉCTRICA	663
16.4.1.	ANTECEDENTES	663
16.4.2.	DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA	664
16.4.3.	DESCRIPCIÓN RED DE MEDIO VOLTAJE.....	664
16.4.4.	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	664
16.4.5.	DESCRIPCIÓN RED DE BAJO VOLTAJE.....	664
16.4.6.	SECCIONAMIENTO Y PROTECCIONES	665
16.4.6.1.	Medio voltaje:	665
16.4.6.2.	Bajo voltaje:.....	665
16.4.7.	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	665
16.4.8.	MEDICIÓN ELÉCTRICA.....	665
16.4.9.	MATERIALES	665
16.5.	PARTE II: SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO	665
16.5.1.	CRITERIOS DE DISEÑO	666
16.5.2.	ACOMETIDA EN BAJO VOLTAJE.	666

16.5.2.1.	Alimentadores principales	667
16.5.2.2.	Alimentadores Secundarios.....	667
16.5.3.	CUARTO DE VÁLVULAS Y CONTROL EDC:	668
16.5.4.	GABINETE GENERAL: SISTEMA ELÉCTRICO - SCADA - SISTEMA DE CONTROL 668	
16.5.5.	DISEÑO DE TABLEROS PRINCIPALES	668
16.5.5.1.	TABLERO DE DISTRIBUCION PRINCIPAL TDP:	668
16.5.6.	SISTEMA UPS.....	669
16.5.7.	TCP.....	669
16.5.8.	CIRCUITOS ELÉCTRICOS.....	669
16.5.8.1.	Circuitos eléctricos de iluminación y luces de emergencia.....	669
16.5.8.2.	Circuito de Fuerza Normal	670
16.5.9.	ELEMENTOS ELÉCTRICOS DE LA INSTALACION	670
16.5.9.1.	Luminaria LED hermética sobrepuesta, instalación interior.....	670
16.5.9.2.	Luminaria LED exterior, tipo hermética instalada sobre pared.	671
16.5.9.3.	Luminaria exterior para tumbado	671
16.5.9.4.	Luminaria tipo vías y patios.....	671
16.5.9.5.	Luminarias de emergencia.....	671
16.5.9.6.	Tomacorrientes monofásicos 120Vac.....	672
16.5.9.7.	Instalación de cables.....	672
16.5.9.8.	Ductos.....	672
16.5.9.9.	Tubos Conduit IMC	672
16.5.9.10.	Tubería metálica EMT	673
16.5.9.11.	Manguera negra reforzada	673
16.5.10.	ILUMINACIÓN PERIMETRAL Y PATIOS.....	673
16.5.11.	RESISTIVIDAD, MALLA DE TIERRA Y MEJORAMIENTO DEL SUELO	673
16.5.12.	PARARRAYOS.....	674
16.6.	Ruta de Cables.....	675
16.7.	RESUMEN DE PRESENTACIÓN ELÉCTRICA, EN PLANOS Y DIAGRAMAS.....	675
16.8.	LISTA DE MATERIALES SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO	675
16.9.	PRESUPUESTO REFERENCIAL	675
16.10.	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	676
16.11.	ANEXOS	676
17.	TANQUE DE AGUA POTABLE SAN MIGUEL DEL COMÚN MEDIO	705
17.1.	GENERALIDADES	705
17.2.	OBJETIVO	705
17.3.	SISTEMA ELÉCTRICO	705
17.4.	Parte I: RED DE MEDIO VOLTAJE, ACOMETIDA Y MEDICIÓN ELÉCTRICA	705
17.4.1.	ANTECEDENTES	705
17.4.2.	DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA	706
17.4.3.	DESCRIPCIÓN RED DE MEDIO VOLTAJE.....	706
17.4.4.	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	706
17.4.5.	DESCRIPCIÓN RED DE BAJO VOLTAJE.....	706
17.4.6.	SECCIONAMIENTO Y PROTECCIONES	707
17.4.6.1.	Medio voltaje:	707
17.4.6.2.	Bajo voltaje:.....	707
17.4.7.	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	707
17.4.8.	MEDICIÓN ELÉCTRICA	707
17.4.9.	MATERIALES	707
17.5.	PARTE II: SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO	707
17.5.1.	CRITERIOS DE DISEÑO	708
17.5.2.	ACOMETIDA EN BAJO VOLTAJE	708
17.5.2.1.	Alimentadores principales	709
17.5.2.2.	Alimentadores Secundarios.....	709
17.5.3.	CUARTO DE VÁLVULAS Y CONTROL EDC:	710
17.5.4.	GABINETE GENERAL: SISTEMA ELÉCTRICO - SCADA - SISTEMA DE CONTROL 710	
17.5.5.	DISEÑO DE TABLEROS PRINCIPALES	710
17.5.5.1.	TABLERO DE DISTRIBUCION PRINCIPAL TDP:	710
17.5.6.	SISTEMA UPS.....	711
17.5.7.	TCP.....	711
17.5.8.	CIRCUITOS ELÉCTRICOS.....	711
17.5.8.1.	Circuitos eléctricos de iluminación y luces de emergencia.....	711
17.5.8.2.	Circuito de Fuerza Normal	712
17.5.9.	ELEMENTOS ELÉCTRICOS DE LA INSTALACION	712
17.5.9.1.	Luminaria LED hermética sobrepuesta, instalación interior.....	712

17.5.9.2.	Luminaria LED exterior, tipo hermética instalada sobre pared	713
17.5.9.3.	Luminaria exterior para tumbado	713
17.5.9.4.	Luminaria tipo vías y patios	713
17.5.9.5.	Luminarias de emergencia	713
17.5.9.6.	Tomacorrientes monofásicos 120Vac	714
17.5.9.7.	Instalación de cables	714
17.5.9.8.	Ductos	714
17.5.9.9.	Tubos Conduit IMC	714
17.5.9.10.	Tubería metálica EMT	715
17.5.9.11.	Manguera negra reforzada	715
17.5.10.	ILUMINACIÓN PERIMETRAL Y PATIOS	715
17.5.11.	RESISTIVIDAD, MALLA DE TIERRA Y MEJORAMIENTO DEL SUELO	715
17.5.12.	PARARRAYOS	716
17.6.	Ruta de Cables	717
17.7.	RESUMEN DE PRESENTACIÓN ELÉCTRICA, EN PLANOS Y DIAGRAMAS	717
17.8.	LISTA DE MATERIALES SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO	717
17.9.	PRESUPUESTO REFERENCIAL	717
17.10.	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	718
17.11.	ANEXOS	718
18.	TANQUE DE AGUA POTABLE SAN MIGUEL DEL COMÚN ALTO	747
18.1.	GENERALIDADES	747
18.2.	OBJETIVO	747
18.3.	SISTEMA ELÉCTRICO	747
18.4.	Parte I: RED DE MEDIO VOLTAJE, ACOMETIDA Y MEDICIÓN ELÉCTRICA	747
18.4.1.	ANTECEDENTES	747
18.4.2.	DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA	748
18.4.3.	DESCRIPCIÓN RED DE MEDIO VOLTAJE	748
18.4.4.	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	748
18.4.5.	DESCRIPCIÓN RED DE BAJO VOLTAJE	748
18.4.6.	SECCIONAMIENTO Y PROTECCIONES	749
18.4.6.1.	Medio voltaje:	749
18.4.6.2.	Bajo voltaje:	749
18.4.7.	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	749
18.4.8.	MEDICIÓN ELÉCTRICA	749
18.4.9.	MATERIALES	749
18.5.	PARTE II: SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO	750
18.5.1.	CRITERIOS DE DISEÑO	750
18.5.2.	ACOMETIDA EN BAJO VOLTAJE	751
18.5.2.1.	Alimentadores principales	751
18.5.2.2.	Alimentadores Secundarios	751
18.5.3.	CUARTO DE VÁLVULAS Y CONTROL EDC:	752
18.5.4.	GABINETE GENERAL: SISTEMA ELÉCTRICO - SCADA - SISTEMA DE CONTROL	752
18.5.5.	DISEÑO DE TABLEROS PRINCIPALES	752
18.5.5.1.	TABLERO DE DISTRIBUCION PRINCIPAL TDP:	753
18.5.6.	SISTEMA UPS	753
18.5.7.	TCP	753
18.5.8.	CIRCUITOS ELÉCTRICOS	753
18.5.8.1.	Circuitos eléctricos de iluminación y luces de emergencia	753
18.5.8.2.	Circuito de Fuerza Normal	754
18.5.9.	ELEMENTOS ELÉCTRICOS DE LA INSTALACION	754
18.5.9.1.	Luminaria LED hermética sobrepuesta, instalación interior	754
18.5.9.2.	Luminaria LED exterior, tipo hermética instalada sobre pared	755
18.5.9.3.	Luminaria exterior para tumbado	755
18.5.9.4.	Luminaria tipo vías y patios	755
18.5.9.5.	Luminarias de emergencia	756
18.5.9.6.	Tomacorrientes monofásicos 120Vac	756
18.5.9.7.	Instalación de cables	756
18.5.9.8.	Ductos	756
18.5.9.9.	Tubos Conduit IMC	757
18.5.9.10.	Tubería metálica EMT	757
18.5.9.11.	Manguera negra reforzada	757
18.5.10.	ILUMINACIÓN PERIMETRAL Y PATIOS	757
18.5.11.	RESISTIVIDAD, MALLA DE TIERRA Y MEJORAMIENTO DEL SUELO	758
18.5.12.	PARARRAYOS	759
18.6.	Ruta de Cables	759

18.7. RESUMEN DE PRESENTACIÓN ELÉCTRICA, EN PLANOS Y DIAGRAMAS.....	759
18.8. LISTA DE MATERIALES SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO	760
18.9. PRESUPUESTO REFERENCIAL.....	760
18.10. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.....	760
18.11. ANEXOS	760
ANEXO GENERAL 1: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	789
ANEXO GENERAL 2: PRESUPUESTO GLOBAL	1010
ANEXO GENERAL 3: PROYECTOS ELÉCTRICOS APROBADOS EN LA EMPRESA ELÉCTRICA QUITO (EEQ).....	1012

1. TANQUE DE AGUA POTABLE SAN JUAN DE CALDERÓN ALTO

1.1. GENERALIDADES

El tanque de agua potable de San Juan de Calderón Alto, forma parte del sistema de distribución Collaloma, con una capacidad de 2000m³, se encuentra situado en la parte alta de Calderón, de la ciudad de Quito.

A una altura de 2848msnm

Tabla 1.1 Coordenadas UTM-WGS84 ZONA 17

Coordenadas UTM-WGS84 ZONA 17	ESTE	NORTE
SAN JUAN DE CALDERÓN ALTO	785794.96	9995124.84

Fuente: INGECONSULT, 2019

La Empresa de Agua Potable de Quito, EPMAPS, se encuentra mejorando las instalaciones de agua potable para entregar un mejor servicio a la ciudadanía, para lo cual ha incrementado un conjunto de instalaciones hidráulicas llamadas Estructura de Control (EDC), supervisión al proceso, automatizando al sistema y mejorando las comunicaciones, este conjunto de mejoras determinan un mayor consumo de energía eléctrica y nuevas instalaciones en el sistema eléctrico de redes de agua potable de Calderón.

1.2. OBJETIVO

Este documento entrega los lineamientos generales que se realizarán para mejorar y adecuar las instalaciones eléctricas del predio y de proceso del Tanque San Juan de Calderón Alto

1.3. SISTEMA ELÉCTRICO

El Sistema eléctrico se divide en dos partes, la una corresponde a la provisión de energía por parte de la Empresa Eléctrica Quito (EEQ), en el Anexo General 3 se presenta el proyecto eléctrico del Tanque San Juan de Calderón Alto, APROBADO por la EEQ.

La segunda parte, corresponde al sistema eléctrico a partir del medidor de energía eléctrica.

1.4. Parte I: RED DE MEDIO VOLTAJE, ACOMETIDA Y MEDICIÓN ELÉCTRICA

1.4.1. ANTECEDENTES

El tanque de agua potable de San Juan de Calderón Alto, forma parte del sistema de distribución Collaloma, con una capacidad de 2000m³, se encuentra ubicado en la calle Félix de Azara S/N en la parte alta de Calderón, que se denomina San Juan de Calderón Alto de la ciudad de Quito a una altura de 2848msnm y en las coordenadas UTM-WGS84 ZONA 17. Este 785794.96, Norte 9995124.84.

La Empresa de Agua Potable de Quito, EPMAPS, se encuentra mejorando las instalaciones de agua potable para entregar un mejor servicio a la ciudadanía. Para lo cual ha incrementado un conjunto de instalaciones hidráulicas, supervisión al proceso, automatizando al sistema y mejorando las comunicaciones.

Lo cual implica alterar el sistema eléctrico, reemplazando acometidas y medidor eléctrico.

Para lo que se requiere realizar el cambio del transformador monofásico de 10KVA existente con número 169060-C, en medio voltaje, por un transformador monofásico de 25KVA, con todos sus accesorios de protección primario y secundario de acuerdo al nuevo estudio de cargas realizado.

1.4.2. DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA

De acuerdo a la ubicación del tanque en cuestión, al ser un usuario atípico (bombas, equipos especiales de riego, controles, vivienda guardia, etc.), se estima disponer una demanda, presentada en el anexo A-1.

Del anexo A-1, tenemos el siguiente resumen:

CIR = 49.12 kW

DDt = Demanda de Diseño total = DD1 + DD2 + DD3 (kVA)

(%) = Porcentaje de sobrecarga (90%)

DDt = 25.41 kVA

DD = Demanda de diseño = DDt. 0.9

DD = 22.87 kVA

Por lo que se instalará un transformador de 25 kVA.

1.4.3. DESCRIPCIÓN RED DE MEDIO VOLTAJE

Actualmente existe una red aérea monofásica a 22.8 GRDY / 13.2 kV, de propiedad de la EEQ, desde donde se alimenta al transformador monofásico convencional de 10 kVA existente, con N° 169060-C, que brinda servicio a la propiedad en mención. Se proyecta realizar el aumento de potencia del centro de transformación, por lo cual, se proyecta realizar el reemplazo del transformador mencionado anteriormente por un transformador monofásico convencional de 25kVA.

Se realizará el cambio de: seccionador portafusible unipolar de 27kVA, 100A, pararrayos poliméricos con descargador de 18kV y se cambiará la cruceta de seccionamiento.

El poste existente se encuentra en buenas condiciones, por lo que se mantiene, el detalle de la red de medio voltaje se aprecia en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1001-A.

1.4.4. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Para el diseño del sistema eléctrico, se utiliza los normativos de la EEQ y de acuerdo al estudio de la demanda del Anexo A-1, el centro de transformación proyectado será, monofásico de las siguientes características:

Centro de transformación CT-1:

Se instalará en el poste existente Pe1.

Tipo: Convencional monofásico

Potencia: 25 kVA

Voltaje primario: 22.8 / 13.2 kV, GRD-Y

Voltaje secundario: 240 / 120 V

Tap: +1 / -3x2.5%

1.4.5. DESCRIPCIÓN RED DE BAJO VOLTAJE

Se partirá de los terminales de bajo voltaje del transformador, con conductor tipo TTU, de aluminio, calibre 1/0 AWG, para las fases y para el neutro, soterrados a través de un pozo tipo B, mediante ductos de 110 mm de diámetro, de PVC pesado, como se indica en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1001-A, desde el pozo Pz-1, se alimentará al tablero de medidor ubicado en el cerramiento del lote.

Se ha verificado que el máximo de caída de voltaje sea inferior al 3%, que es el porcentaje máximo permitido según las Normas de la EEQ, para este tipo de usuario cuyo anexo de caída de voltaje se muestra en el Anexo B-1.

1.4.6. SECCIONAMIENTO Y PROTECCIONES

1.4.6.1. Medio voltaje:

Para la protección y seccionamiento del transformador, se prevé instalar un seccionador fusible unipolar tipo abierto, 27kV, 100A, con tirafusible de 5 A, tipo H, que irá ubicado en el poste Pe1, existente, como se aprecia en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1001-A. Su derivación de la red aérea, se la realizará con cable tipo TTU, Cobre, 2 AWG.

Para protección contra descargas atmosféricas se prevé un pararrayos de 18 kV, que se fijará en el transformador de 25 kVA.

1.4.6.2. Bajo voltaje:

El transformador diseñado es del tipo convencional, razón por la que se instalará una capaceta bajo el transformador, que tendrán dos cartuchos fusible tipo NH1, de 100 A, fijadas en base portafusibles NH1, 250 A. Desde las bases NH1, saldrá el circuito de bajo voltaje hacia el tablero de medidor, con cable tipo TTU, 1/0 AWG, de aluminio, para las fases y para el neutro.

1.4.7. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

Para el sistema de puesta a tierra, se ha previsto realizar un montaje con dos varillas copperweld de 15 mm, de diámetro y de 2.40 m de longitud de alta camada, con sueldas exotérmicas.

Los valores de medición estarán de acuerdo a los requerimientos de la EEQ y será menor a 25 Ω , para lo cual el constructor colocará GEM, para enriquecer el suelo y mejorar la resistividad de este, para lograr dicha medición.

Para el final de circuito de bajo voltaje, que viene a ser el medidor E1, se prevé instalar 1 varilla copperweld de 15 mm, de diámetro y de 2.40 m de longitud, con suelda exotérmica para conectar a la tierra del medidor de energía eléctrica.

1.4.8. MEDICIÓN ELÉCTRICA

Actualmente existe un medidor de energía eléctrica con número 1001829893. Debido al incremento de carga, se planifica que instalar un nuevo medidor totalizador en el ingreso a la propiedad. Se proyecta construir una mocheta en el cerramiento, de libre ingreso por la calle pública, de tal modo de no necesitar pedir permiso, para las tomas de lecturas de consumo. El medidor lo proveerá la EEQ.

El detalle del montaje del tablero se muestra en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1008-A.

1.4.9. MATERIALES

En el anexo C-1, se presenta la lista de equipos y materiales, para el sistema de medio voltaje, la cual se realiza de acuerdo al proyecto aprobado por la Empresa Eléctrica Quito (EEQ), por lo que pueden existir variantes con respecto al presupuesto referencial.

1.5. PARTE II: SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO

En esta parte, se dispone de los criterios y diseños eléctricos a partir del medidor de energía eléctrica, en toda la parte interna de los tanques de almacenamiento.

1.5.1. CRITERIOS DE DISEÑO

En el presente Estudio de Diseño Eléctrico se establece los aspectos más importantes a ser tomados en cuenta para el sistema eléctrico. La alimentación del sistema eléctrico será construida bajo las normas generales del Código Eléctrico Ecuatoriano, el mismo está

apegado a las normas eléctricas National Electrical Code (NEC) y las normas de seguridad National Fire Protection Association (NFPA). Tomando en cuenta para su aplicación las características de los materiales y equipos disponibles en el mercado local.

- Gabinete para sistema eléctrico, sistema de control y sistema SCADA: Se tendrá un solo gabinete, dividido en tres cuerpos, el primero para el tablero de distribución principal del área eléctrica, el segundo para el sistema de respaldo baterías; y el tercero para el sistema de control y SCADA.
- Tablero de protección principal (TP): Se ubicará inmediatamente después del tablero de medidor (TM), y servirá como principal protección de las instalaciones eléctricas del tanque. La alimentación del medidor de energía eléctrica, llegará hasta este tablero de protección principal.
- Tablero de distribución principal (TDP): Será el sistema principal de interrupción y protección de las instalaciones eléctricas del tanque, donde se proyecta centralizar todas las cargas que alimentaran al cuarto de válvulas principal y los diferentes subtableros de distribución (STD-X) del tanque “San Juan de Calderón Alto”, y dispondrá de todas las protecciones necesarias para este fin. Esto permitirá garantizar la previsión del mantenimiento eléctrico, sin que se vea afectado el normal funcionamiento del tanque de agua, además posibilita un fácil reconocimiento de fallas eléctricas en caso de producirse.
- Centros de carga (STD-X): Los centros de carga corresponden a los tableros de donde se derivarán todos los circuitos de iluminación y fuerza que alimentarán a los equipos que se encuentren en áreas distintas al cuarto de válvulas principal.
- Alimentador red principal de bajo voltaje: Desde el tablero de protección principal (TP) se derivará, como alimentador principal, un circuito que alimentará el Tablero de Distribución Principal (TDP); de éste se derivarán los alimentadores de la red secundaria que alimentarán a los centros de carga o Subtableros de Distribución (STD-X).
- El presente proyecto contempla como máximo un 5% de caída de voltaje desde el tablero de medidores hasta los circuitos finales, teniendo como referencia para este propósito el nivel de voltaje en el centro de carga.
- Se contempla dos tipos de instalaciones internas, para los sistemas de iluminación y fuerza:
 - Para instalaciones que se encuentren dentro de los cuartos de válvulas, se utilizará tubería eléctrica intermedia (IMC). Las cuales están diseñado para proteger los cables eléctricos del ambiente corrosivo que existe en estas áreas.
 - Para las instalaciones en áreas donde no se tiene una alta exposición a la humedad, se utilizará tubería eléctrica metálica (EMT), la cual está diseñada especialmente para la conducción de cables eléctricos para zonas industriales, comerciales y residenciales; manteniendo el cableado aislado y protegiéndolo contra todo tipo de amenazas que pudieran dañarlo.

1.5.2. ACOMETIDA EN BAJO VOLTAJE.

- Retiro de cable de acometida actual desde el medidor hasta tablero principal ubicado en el cuarto de válvulas.
- Tendido y conexionado de cable de acometida eléctrica nuevo, desde el medidor de energía eléctrica hasta el Tablero de Distribución Principal TDP y Control TCP, ubicado en la adecuación del cuarto de válvulas y control.

Para el cálculo de los alimentadores se considera todos los circuitos que proveerán la potencia requerida en las diferentes áreas del tanque.

1.5.2.1. Alimentadores principales

En la sección correspondiente a la cámara de transformación se establece que el transformador que se instalará será de 25 kVA donde la acometida de bajo voltaje es considerada desde los fusibles NH hasta el Tablero de Medidor (TM), y posteriormente al Tablero de Protección principal (TP). Desde el TP se alimentará al Tablero de Distribución Principal (TDP) mediante el circuito denominado Circuito-TDP. Como se puede ver en el diagrama unifilar general presentado en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1002-A, así como en la red de bajo voltaje del plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1001-A.

Con la demanda total del tanque, tomada del anexo A-1, se realiza el cálculo de caída de voltaje, presentado en el anexo B-1. En la Tabla 1.2 se especifica la capacidad y características de la acometida de bajo voltaje y el circuito-TDP, considerando que este ramal tendrá que alimentar todas las cargas del tanque “San Juan de Calderón Alto”. La acometida de bajo voltaje se instalará de manera soterrada utilizando la canalización de tubería PVC de 110mm y pozos de bajo voltaje tipo B; por su parte el circuito-TDP se instalará utilizando la canalización de tubería PVC de 50mm, pozos de bajo voltaje tipo B y las cámaras eléctricas de revisión, tal como se puede apreciar en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1001-A.

Tabla 1.2 Alimentadores principales

Descripción	Demanda (kVA)	Conductores	In(A)	Protección
Acometida BV	22.87	2x1/0(1/0) AWG, TTU, Aluminio.	95.29	2Px100A
Circuito TDP	22.87	2x2(1x2), AWG, TTU, Cu.	95.29	2Px100A

1.5.2.2. Alimentadores Secundarios

Los alimentadores secundarios para se consideran los que se derivan desde el TDP hasta los centros de carga (STD-X), donde se distribuirán los circuitos de iluminación o fuerza de las áreas fuera del cuarto de válvulas principal de acuerdo a lo detallado en los diagramas unifilares presentados en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1002-A.

Se ha realizado el análisis de caída de voltaje, el cual se presenta en el anexo B-1, donde se ha tomado en cuenta que la caída de voltaje no supere el 5%, desde el tablero de medidor hasta cada centro de carga.

En la Tabla 1.3 se resume el calibre del conductor que alimentará a los centros de carga.

Tabla 1.3 Alimentadores secundarios

Descripción	Potencia (kVA)	Alimentadores hasta los centros de carga de circuitos normales (STD-X)	In(A)	Factor de seguridad 1.25	Protección
MONORIEL	3.00	2x8(1x8), AWG THHW, Cu	12.50	15.63	2Px20A
CC-01	4.00	3x4 AWG, Concéntrico	33.33	41.67	1Px50A
STD-B	4.00	1x4(1x4)+1x4, AWG THHW, Cu	33.33	41.67	1Px50A
CC-02	7.59	4x8 AWG, Concéntrico	31.63	39.53	2Px50A
STD-CG	7.59	2x8(1x8)+1x8, AWG THHW, Cu	31.63	39.53	2Px50A
CC-03	1.00	4x8 AWG, Concéntrico	4.17	5.21	2Px16A
STD-EH	1.00	2x8(1x8)+1x8, AWG THHW, Cu	4.17	5.21	2Px16A

1.5.3. CUARTO DE VÁLVULAS Y CONTROL EDC:

- Retiro de tablero de distribución principal de iluminación y toma Corrientes existente.
- Instalación de nuevo tablero de iluminación y toma corrientes y conexionado de las cargas correspondientes TDP.
- Retiro de conductores eléctricos de los circuitos de iluminación interior, exterior, emergencia y toma corrientes, retiro de boquillas plafón, piezas de interruptor y tomacorrientes y luminarias de emergencia.
- Instalación de un Tablero de Distribución Principal de Control TCP CU-E y Gabinete de Baterías.

Como se muestra en los planos LTR-F3-CON-ELE-P-P-1004-A y LTR-F3-CON-ELE-P-P-1009-A

1.5.4. GABINETE GENERAL: SISTEMA ELÉCTRICO - SCADA - SISTEMA DE CONTROL

Se proyecta instalar un solo gabinete que unifica al sistema eléctrico y al sistema de control SCADA.

El gabinete será de doble fondo metálico, sujeción con pernos, ventilador, filtros, con las siguientes características:

- Tipo Modular
- Dimensiones: 250x160x50 cm
- Material: acero pintado color RAL7035
- Chapa de 2mm de espesor
- Grado de Protección: IP68 / Nema 12
- Certificado grado de protección mecánica a los choques: IK10.
- Dividido en tres sectores:
 - Área eléctrica: 40cm de ancho, una sola puerta de 40x160cm.
 - Área de baterías: 120 cm de ancho, dos puertas de 60x160cm
 - Área de SCADA: 90 cm de ancho, dos puertas de 45x160cm

1.5.5. DISEÑO DE TABLEROS PRINCIPALES

Para el diseño de los tableros eléctricos se considera todos aquellos que se alimentarán desde los bushings del secundario del transformador hasta cada tablero que se requiere para el funcionamiento del tanque “San Juan de Calderón Alto”. En la Tabla 1.4 se resume los tableros eléctricos, necesarios.

Tabla 1.4 Tableros Eléctricos.

Abreviatura	Descripción	Demanda (kVA)	Ubicación
TM	Tablero de Medidor	22.87	Fachada, ingreso de la propiedad
TP	Tablero de Protección principal	22.87	Posterior al Tablero de Medidor
TDP	Tablero de Distribución Principal	22.87	Cuarto de Válvulas

1.5.5.1. TABLERO DE DISTRIBUCION PRINCIPAL TDP:

En el primer sector del gabinete general se instalarán todos los elementos del TDP, el cual tendrá una altura de 160 cm, ancho de 40 cm, profundidad de 50 cm. Contendrá barras de cobre, capacidad de 180 A, para fases, neutro y tierra, un breaker principal 2Px100A, tipo caja moldeada y breakers tipo riel din de diferentes valores, como se indica en las

especificaciones técnicas y en el plano de diagrama unifilar LTR-F3-CON-ELE-P-P-1002-A. La disposición general de los elementos se detalla en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1009-A.

Desde el TDP, se controla:

- a) Circuito de Iluminación Interior
- b) Circuito de Tomacorrientes.
- c) Iluminación perimetral y patios
- d) Subtablero de distribución del Baño
- e) Subtablero de distribución de la Casa del Guardia
- f) Subtablero de distribución de la estación meteorológica.
- g) Monorriel con puente grúa

1.5.6. SISTEMA UPS.

Ubicado en el cuarto de control EDC, se alimentará desde las barras de distribución instalada en el TDP, para las fases y el neutro; la tierra viene directamente con cable TTU calibre 2 AWG desde la malla de tierra del área electrónica, nótese que no pasa por la protección principal del TDP.

El detalle interno de este segundo sector, así como del tercero correspondiente al sistema SCADA, se presenta en el sistema de control y SCADA.

1.5.7. TCP.

Este tablero es el destinado a Control, Instrumentación y Comunicaciones, dicho sistema se presenta en la ingeniería electrónica.

Se ha verificado que el máximo de caída de voltaje desde el tablero de medidor sea inferior al 5%, que es la norma permitida, cuyo anexo de caída de voltaje se muestra en el Anexo B-1.

1.5.8. CIRCUITOS ELÉCTRICOS

1.5.8.1. Circuitos eléctricos de iluminación y luces de emergencia

Serán todas las actividades para la instalación de tuberías (IMC / EMT), cajas metálicas, conductores y piezas eléctricas (interruptores simples, dobles, conmutadores, sensores, etc.) para dar servicio a una lámpara, un foco o luminarias en general.

Procedimiento:

La altura recomendada por el diseñador eléctrico, debe ser medida desde la parte inferior del cajetín hasta el nivel de piso terminado, salvo indicación contraria, los interruptores se colocarán a 130 cm de altura y los cajetines y piezas en posición vertical.

Los conductores serán tipo THHW-flexible calibre No. 14 AWG para fase y neutro, más No 14 AWG para tierra (color verde) de acuerdo a la distribución de los planos de diseño, la cantidad de conductores irá de acuerdo a lo establecido en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1005-A, correspondiente a las instalaciones eléctricas internas.

Para las lámparas de emergencia se instalará un punto de iluminación, la altura de instalación estará a criterio del fiscalizador, sin que ésta sea inferior a 180 cm. Dicho punto, se conectará directamente al circuito de iluminación más cercano sin ningún tipo de interruptor.

Existirán dos tipos de instalaciones:

- En el cuarto de válvulas, o áreas con ambientes de alta humedad, se utilizará tubería IMC, y todos los accesorios, como cajetines, uniones, codos, etc., deberán ser diseñados para tubería IMC. De igual manera, los interruptores simples y dobles, a instalarse, deberán ser herméticos o tener una placa hermética con una protección IP66 o superior.
- En las demás áreas se utilizará tubería EMT, con sus accesorios correspondientes. Las placas serán decorativas del color que el promotor las requiera.

1.5.8.2. Circuito de Fuerza Normal

Serán todas las actividades que se requieran para la instalación de tuberías (IMC / EMT), cajas, conductores y piezas eléctricas (tomacorrientes) para dar servicio a los circuitos de tomacorrientes.

Procedimiento:

Para el tomacorriente normal en pared: la altura recomendada debe ser medida desde la parte inferior del cajetín hasta el nivel de piso terminado, existirán dos alturas $h_1=40\text{cm}$ y $h_2=130\text{cm}$, indicadas en los planos correspondientes, y se colocarán en posición horizontal.

La ubicación será de acuerdo al plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1005-A, los conductores serán tipo THHW-flexible calibre No. 12 AWG para fase y neutro, más N° 12 AWG para tierra (color verde). Los tomacorrientes serán del tipo doble polarizado.

Existirán dos tipos de instalaciones:

- En el cuarto de válvulas, o áreas con ambientes de alta humedad, se utilizará tubería IMC, y todos los accesorios, como cajetines, uniones, codos, etc., deberán ser diseñados para tubería IMC. De igual manera, para los tomacorrientes se utilizarán tapas herméticas con una protección IP66 o superior.
- En las demás áreas se utilizará tubería EMT, con sus accesorios correspondientes. Las tapas serán decorativas del mismo color de la pieza de tomacorriente respectivo.

1.5.9. ELEMENTOS ELÉCTRICOS DE LA INSTALACION

1.5.9.1. Luminaria LED hermética sobrepuesta, instalación interior.

Se utilizará en el techo del cuarto de válvulas y en el techo de la estructura de control, su instalación será hermética utilizando prensa estopas y cable concéntrico 3x14AWG, las características de las luminarias son:

- Potencia; 40 Watts tubo LED
- Tension 120-240Vac.
- Tipo de distribución; directo simétrico.
- Tipo de montaje; sobrepuesto
- Carcaza; policarbonato color blanco
- Junta de poliuretano.
- Protección IP 65 Temperatura de color 6000K
- Apto para lugares húmedos.



1.5.9.2. Luminaria LED exterior, tipo hermética instalada sobre pared.

Características:

- Potencia: 70 Watt
- Flujo luminoso: 3200lm
- tipo LED 100-277Vac



1.5.9.3. Luminaria exterior para tumbado

Características:

- Tipo tortuga para exterior.
- Para instalar directamente en superficie techo o pared.
- Portalámparas focos E27 hasta 26W
- Tensión: 120Vac 60Hz
- Protección: IP 65 o superior
- Con difusor de vidrio



1.5.9.4. Luminaria tipo vías y patios

Estas luminarias se instalarán en el exterior de los edificios en las vías y en el perímetro del predio, se instalarán sobre postes hormigón de 9 metros de altura con brazo de 1 metro de longitud

Características:

- Tipo: LED
- Protección: IP 65
- Potencia: 70watt
- Tensión: 100-240V 60Hz.
- Temperatura de color: CCT(K) 5000
- Flujo luminoso: 7445 lm



1.5.9.5. Luminarias de emergencia

Con la finalidad de dar seguridad a las personas cuando ocurre un corte de energía, se han dispuesto dos luminarias de emergencia por edificio, tanto en el cuarto de válvulas como en la estructura de control y cuarto de control.

Características:

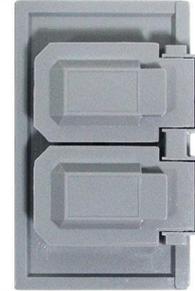
- Carcaza; termoplástica, color blanco
- Cabezales; cuadrados ajustables con dos lámparas de 1.6 Watt cada uno.
- Lámparas tipo: LED
- Distribución; Simétrica dirigible.
- Control: automático con botón de prueba e indicador de carga.
- Tensión de operación 120V- 277 Vac,
- Flujo luminoso Lm; 170
- Temp. De color (k) 6000 IRC 70
- Factor de potencia; 0.7
- Autonomía; 90 Minutos.
- Tipo de montaje; sobrepuesto sobre pared.



1.5.9.6. Tomacorrientes monofásicos 120Vac.

Las piezas de tomacorrientes serán de marca reconocida, conformada por el marco de dos tomacorrientes dobles polarizados fase, neutro más tierra, 15Amp. 120Vac, con conexión por medio de tornillos, con placa doble con tapas de protección de ingreso de agua.

La altura de montaje debe superar al nivel de inundación de tal manera que no ingrese agua a los bornes del tomacorriente.



1.5.9.7. Instalación de cables

Los cables eléctricos, serán tendidos de acuerdo; estructura del proyecto, al nivel de tensión, al sistema que corresponde; control, fuerza, etc.

Los tipos de instalación se describen a continuación.

El sistema de ductos para cables eléctricos a utilizar en este Proyecto será:

- Ductos.
- Tubos Conduit.
- Manguera negra reforzada

1.5.9.8. Ductos

Los bancos de ductos serán en PVC, cumpliendo los normativos de la EEQ, en áreas de circulación vehicular, obligatoriamente llevarán una capa de concreto, en el resto de áreas, su profundidad de enterramiento será 50 mm desde el piso terminado hasta la parte superior del ducto más cercano a la superficie.

Los bancos de ductos subterráneos deberán ser diseñados con una pendiente de 3 por mil como mínimo hacia los sótanos o drenajes para escurrir las aguas. En aquellos casos en los cuales el tubo deba aflorar a la superficie debe hacerse la transición PVC- Conduit metálico galvanizado en caliente. Las llegadas de los tubos de PVC a las cámaras se harán con campanas de remate. Las uniones en tuberías de PVC deberán ser ejecutadas con un cemento adecuado que provea un empalme firme y a prueba de agua.

Las cámaras eléctricas serán diseñadas en forma tal que su tamaño permita un adecuado manejo e instalación y mantenimiento de los cables. En los planos LTR-F3-CON-ELE-P-P-1007-A y LTR-F3-CON-ELE-P-P-1008-A, se aprecia, recorridos y tipos de ductos con sus detalles constructivo.

1.5.9.9. Tubos Conduit IMC

Los tubos Conduit serie intermedia (IMC), galvanizado electrolítico, se utilizarán, preferentemente, en instalaciones de edificaciones, embutidos o vistos en paredes o losas, para iluminación y toma corrientes.

Los tubos Conduit diámetro 3/4" instalados horizontalmente, adosados a edificios o estructuras, deberán tener soportes cada 1.5 m, los tubos Conduit diámetro 1" en

adelante deberán tener soportes cada 1.2m. Los tramos rectos sujetos a cambios de temperatura ambiente tendrán juntas de expansión. Ningún tramo de Conduit entre cajas de empalme y salidas, etc., deberá tener más de tres curvas de 90.

Será utilizada en circuitos de alimentación a tableros de fuerza, y control utilizados para procesos, con todos los accesorios necesarios para conexión y continuidad de conducción, las cajas son de diferentes tipos con sus tapas correspondientes; cuadradas con salidas roscadas, cajas tipo LB, LR, T, LL, etc.

1.5.9.10. Tubería metálica EMT

Será utilizada en circuitos de iluminación y tomacorrientes, embebidos en hormigón o a la vista, con los accesorios de instalación completos como; uniones, conectores, coronas, en los circuitos exteriores, la tubería EMT debe ser sujeta por medio de abrazaderas doble aleta tipo omega.

1.5.9.11. Manguera negra reforzada

Manguera plástica reforzada, de polietileno de alta densidad, de 2" (50mm), clase C color negra, resistente a la intemperie, membrana rígida, para uso de acometidas eléctricas, tendido de cable para iluminación, servicios de video vigilancia, semaforización y de telecomunicaciones.

1.5.10. ILUMINACIÓN PERIMETRAL Y PATIOS.

- Luminarias perimetrales existentes; retiro de cable enterrado que alimentan las luminarias.
- Retiro de luminarias perimetrales existentes y cables de alimentación desde la lámpara hasta el cable principal.

El nuevo diseño, contempla postes de 9 m de longitud de hormigón centrifugado, con luminarias tipo LED de 100 w. En los casos donde no se puede acceder con grúa, se instalarán postes de postes de plástico reforzado con fibra de vidrio de 9 m de altura.

Los detalles se aprecian en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1006-A, la alimentación eléctrica se realizará con cable de cobre tipo TTU calibre 8 AWG, para las fases y conductor de cobre desnudo calibre 8 AWG para la tierra, embebido en manguera negra de 50 mm de diámetro, a través de los pozos indicados.

El control se realiza desde el TDP, mediante un selector de tres POSICIONES: ON, OFF/AUTOMATICO, en manual se prende directamente todo el grupo de luminarias, en off, se apaga todo y en automático, se controla con fotocélula según sea de día o de noche. La fotocélula de control se ubicará en la pared más cercana al TDP, para que opere con la luz del día. Como se aprecia en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1006-A.

Los conductores se instalarán de manera soterrada, a través de manguera negra reforzada de 50mm, utilizando las cámaras de revisión eléctricas, y pozos tipo A de 60x60x60cm. Los detalles de la obra civil de pozos se indican en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1008-A.

1.5.11. RESISTIVIDAD, MALLA DE TIERRA Y MEJORAMIENTO DEL SUELO

En el anexo D, se dispone de un estudio del sistema de puesta a tierra. La puesta a tierra tendrá una nueva configuración partiendo desde los valores de resistencia y resistividad del terreno. De acuerdo a la tabla abajo indicada.

Tabla 1.5 Medición De Resistencia – San Juan de Calderón Alto

MEDICION DE RESISTENCIA Y RESISTIVIDAD CALCULADA		
Método de Wenner		
Resistencia medida (R) Ω	Distancia de electrodos d (m)	Resistividad $\rho = \pi \cdot 2 \cdot d \cdot R$ ($\Omega \cdot m$)
11	4	276.32

Del anexo D, se desprende, básicamente lo siguiente:

1. Las mallas de tierra que se van a construir, en su conformación topológica, se muestran en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1003-A.
2. Se utilizarán varillas copperweld de 2.4 m, la separación entre ellas, será de al menos 4.50 metros, como se muestra en el plano de tierras y en sus detalles en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1009-A.
3. El enriquecimiento de tierra es obligatorio en cada varilla, de acuerdo a la propuesta del anexo D.
4. El cable de tierra será de cobre calibre 2/0 AWG.
5. Las uniones hacia los puntos de tierra de las áreas a servirse, pueden ser de diferentes calibres, según se indican en los planos.
6. Todas las sueldas son exotérmicas.
7. Para el presente caso se define no instalar electrodos activos, si bien dan muy buen resultado en la medición de la tierra de la malla en un inicio, a la postre resultan un problema, pues requieren un mantenimiento regular cada 6 meses, en caso que no se realice dicho mantenimiento, los electrodos activos empiezan a perder sus características de baja resistencia, empezando a subir sus mediciones.
8. Para el caso de la mejora con GEM o ECUAGEM, los resultados son durables por lo menos durante los próximos 35 años, que es el tiempo de vida útil de las varillas copperweld. El carbón mineral no se deteriora, por lo que es la mejor opción de construir las mallas de tierra indicadas. Prácticamente su mantenimiento se reduce a mantener húmedo el terreno y en el peor de los casos, el carbón mineral tiene muy baja resistividad incluso si está seco, lo cual implica que, aunque no se humedezca a la malla de tierra, los resultados serán durables y sin mayor variación con el tiempo.

1.5.12. PARARRAYOS

Se montará una torre de 18 metros de altura para comunicaciones y en la parte superior se instalará un pararrayos tipo franklin, se presenta el estudio de protección contra descargas atmosféricas en el anexo E, y su área de protección se ha determinado que sea con las normas NFPA 780 e IEC 3205, definiendo un radio de esfera rodante de 60m, lo cual nos da un nivel de protección IV, que considerando que es un área libre de explosivos, y de poca concurrencia de personas, es lo más adecuado para su diseño.

En el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1010-A, se indica claramente las áreas de protección y nos hemos concentrado en el área de equipos. En este caso se encontró que el pararrayo en la torre de comunicaciones no es suficiente para proteger el área de equipos, por lo que es necesario instalar un segundo pararrayo, el cual se ubicará sobre un poste de hormigón circular de 12 metros de altura, tal como se muestra en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1010-A.

En la parte superior de la torre, además de un pararrayos, se encuentra una baliza para señalización de presencia para las naves aéreas. La baliza se ha diseñado del tipo fotovoltaica, lo cual le da independencia total de energía eléctrica, pues su sistema garantiza autonomía de 16 horas, con la carga solar y un tiempo de duración superior a los 10 años.

Los dos pararrayos cuentan con un contador de descargas, cada uno, ubicado en el pie de la torre y del poste; su conexión a tierra será a través de un cable aislado 2/0 AWG tipo TTU, a través de una caja metálica que contiene una barra de cobre, donde se unirá el cable que baja desde el pararrayos, los detalles constructivos se muestran en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1010-A.

1.6. Ruta de Cables

En el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1007-A, se presenta un resumen de todos los circuitos principales, secundarios e iluminación perimetral, donde se detalla tipo de tubería, número de ductos, circuito eléctrico, tipo de conductor y distancia.

1.7. RESUMEN DE PRESENTACIÓN ELÉCTRICA, EN PLANOS Y DIAGRAMAS

Todo lo anteriormente indicado se resume en lo siguiente:

CODIGO DE PLANO	CONTENIDO
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1000-A	SISTEMA ELÉCTRICO DEL TANQUE SAN JUAN DE CALDERÓN ALTO
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1001-A	RED DE MV Y CANALIZACIÓN DE BV
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1002-A	DIAGRAMA UNIFILAR
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1003-A	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1004-A	UBICACIÓN DE EQUIPOS
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1005-A	ILUMINACIÓN INTERNA Y FUERZA
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1006-A	ILUMINACIÓN EXTERNA Y PERIMETRAL
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1007-A	ruta de cables (plano de ductos)
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1008-A	DETALLES DE OBRA CIVIL
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1009-A	DETALLES MALLAS DE TIERRA Y TABLEROS
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1010-A	PROTECCION DE PARRAYO (INCLUYE DETALLES)

En el ANEXO H-1, se presenta todos los planos correspondientes al sistema eléctrico del Tanque de San Juan de calderón Alto.

1.8. LISTA DE MATERIALES SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO

En el anexo F-1, se presenta el listado de materiales del sistema eléctrico interno, con sus cantidades, en lo que se refiere a:

- Tablero de distribución principal (TDP)
- Tableros de distribución varios.
- Instalaciones interiores de la edificación.
- Sistema de mallas a tierra
- Sistema de protección contra descargas atmosféricas
- Sistema de iluminación perimetral.
- Etc.

Nota: Este listado se realiza de acuerdo al proyecto aprobado por la Empresa Eléctrica Quito (EEQ), por lo que pueden existir variantes con respecto al presupuesto referencial.

1.9. PRESUPUESTO REFERENCIAL

El valor del presupuesto del sistema eléctrico del tanque San Juan de Calderón Alto se

encuentra en el Anexo G-1. Además, se presenta un resumen general del presupuesto de todos los tanques al final de la memoria como Anexo General 2.

1.10. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Las especificaciones técnicas de los elementos que forman parte el estudio del sistema de eléctrico se presentan de manera general para todos los tanques en el Anexo General 1. Dicho anexo se presenta una sola vez al final de las memorias.

1.11. ANEXOS

- ANEXO A-1: DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA
- ANEXO B-1: CÁLCULO DE CAÍDA DE VOLTAJE
- ANEXO C-1: LISTA DE MATERIALES MV, ACOMETIDA Y MEDIDOR.
- ANEXO D: RESISTIVIDAD, MALLA DE TIERRA Y MEJORAMIENTO DEL SUELO, DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE Y REDES DE CALDERÓN
- ANEXO E: SISTEMA DE PARARRAYOS, PROTECCIÓN CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE Y REDES DE CALDERÓN
- ANEXO F-1: LISTA DE MATERIALES SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO
- ANEXO G-1: PRESUPUESTO DEL PROYECTO
- ANEXO H-1: PLANOS

ANEXO “A-1”

DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA

ANEXO “B-1”

CÁLCULO DE CAÍDA DE VOLTAJE

ANEXO “C-1”

LISTA DE MATERIALES MV, ACOMETIDA Y MEDIDOR.

ANEXO “D”

RESISTIVIDAD, MALLA DE TIERRA Y MEJORAMIENTO DEL SUELO, DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE Y REDES DE CALDERÓN

ANEXO “E”

SISTEMA DE PARARRAYOS, PROTECCIÓN CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE Y REDES DE CALDERÓN

ANEXO “F-1”

LISTA DE MATERIALES SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO

ANEXO “G-1”

PRESUPUESTO DEL PROYECTO

ANEXO “H-1”

PLANOS

2. TANQUE DE AGUA POTABLE SAN JUAN DE CALDERÓN BAJO

2.1. GENERALIDADES

El tanque de agua potable de San Juan de Calderón Bajo, forma parte del sistema de distribución Collaloma, con una capacidad de 2000m³, en dos tanques; el tanque No-1 se encuentra dividido por dos secciones de 500m³ cada una, el tanque No-2 con una capacidad de 1000m³.

A una altura de 2809.40 msnm

Tabla 2.1 Coordenadas UTM-WGS84 ZONA 17

Coordenadas UTM-WGS84 ZONA 17.	ESTE	NORTE
San Juan de Calderón Bajo No-1	786037.46	9992295.18
San Juan de Calderón Bajo No-2	786032.56	9992274.01

Fuente: INGECONSULT, 2019

La Empresa de Agua Potable de Quito, EPMAPS, se encuentra mejorando las instalaciones de agua potable para entregar un mejor servicio a la ciudadanía, para lo cual ha incrementado un conjunto de instalaciones hidráulicas llamadas Estructura de Control (EDC), supervisión al proceso, automatizando al sistema y mejorando las comunicaciones, este conjunto de mejoras determinan un mayor consumo de energía eléctrica y nuevas instalaciones en el sistema eléctrico de redes de agua potable de Calderón.

2.2. OBJETIVO

Este documento entrega los lineamientos generales que se realizarán para mejorar y adecuar las instalaciones eléctricas del predio y de proceso del Tanque San Juan de Calderón Bajo

2.3. SISTEMA ELÉCTRICO

El Sistema eléctrico se divide en dos partes, la una corresponde a la provisión de energía por parte de la Empresa Eléctrica Quito (EEQ), en el Anexo General 3 se presenta el proyecto eléctrico del Tanque San Juan de Calderón Bajo, APROBADO por la EEQ.

La segunda parte, corresponde al sistema eléctrico a partir del medidor de energía eléctrica.

2.4. Parte I: RED DE MEDIO VOLTAJE, ACOMETIDA Y MEDICIÓN ELÉCTRICA

2.4.1. ANTECEDENTES

El tanque de agua potable de San Juan de Calderón Bajo, forma parte del sistema de distribución Collaloma, con una capacidad de 2000m³, se encuentra ubicado en la calle Madrid S/N y Transversal B en la parte baja de Calderón, que se denomina San Juan de Calderón Bajo de la ciudad de Quito a una altura de 2809.40 msnm y en las coordenadas UTM-WGS84 ZONA 17. Este 786037.46, Norte 9992295.18.

La Empresa de Agua Potable de Quito, EPMAPS, se encuentra mejorando las instalaciones de agua potable para entregar un mejor servicio a la ciudadanía. Para lo cual ha incrementado un conjunto de instalaciones hidráulicas, supervisión al proceso, automatizando al sistema y mejorando las comunicaciones.

Lo cual implica alterar el sistema eléctrico, reemplazando acometidas y medidor eléctrico.

Para lo que se requiere realizar el cambio del poste existente por uno de 12m, en donde

se va a instalar un transformador de 25kVA, con todos sus accesorios de protección primario y secundario de acuerdo al estudio de cargas realizado. Para este requerimiento el constructor debe realizar la solicitud de cambio de servicio a la Empresa Eléctrica Quito (EEQ).

2.4.2. DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA

De acuerdo a la ubicación del tanque en cuestión, al ser un usuario atípico (bombas, equipos especiales de riego, controles, vivienda guardia, etc.), se estima disponer una demanda, presentada en el anexo A-2.

Del anexo A-2, tenemos el siguiente resumen:

CIR: 40.85 kW

DDt = Demanda de Diseño total = DD1 + DD2 (kVA)

(%) = Porcentaje de sobrecarga (90%)

DDt = 22.47 kVA

DD = Demanda de diseño = DDt. 0.9

DD = 20.22 kVA

Por lo que se instalará un transformador de 25 kVA.

2.4.3. DESCRIPCIÓN RED DE MEDIO VOLTAJE

Actualmente existe una red aérea trifásica a 22.8 GRDY / 13.2 kV, que es de propiedad de la EEQ, en la misma dirección que el Tanque San Juan de Calderón Bajo, en la misma vereda. Se proyecta reemplazar el poste existente por un poste circular de hormigón de 12m P1, debido a que el poste existente no se encuentra en buenas condiciones. En el poste a reemplazar P1 se instalará el transformador monofásico de 25 kVA, y el seccionador portafusible unipolar tipo abierto de 27kV, 100A, como se indica en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1101-A.

También se proyecta reemplazar las estructuras de medio y bajo voltaje existentes.

2.4.4. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Para el diseño del sistema eléctrico, se utiliza los normativos de la EEQ y de acuerdo al estudio de la demanda del Anexo A-2, el centro de transformación proyectado será, monofásico de las siguientes características:

Centro de transformación CT-1:

Se instalará en el poste proyectado P1.

Tipo: Convencional monofásico

Potencia: 25 kVA

Voltaje primario: 22.8 / 13.2 kV, GRD-Y

Voltaje secundario: 240 / 120 V

Tap: +1 / -3x2.5%

2.4.5. DESCRIPCIÓN RED DE BAJO VOLTAJE

Se partirá de los terminales de bajo voltaje del transformador, con conductor tipo TTU, de cobre, calibre 2 AWG, para las fases y conductor de cobre desnudo calibre 2AWG para el neutro, soterrados a través de dos pozos tipo B, mediante ductos de 110 mm de diámetro, de PVC pesado, como se indica en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1101-A, desde el pozo Pz-2, se alimentará al tablero de medidor ubicado en el cerramiento del lote.

Se ha verificado que el máximo de caída de voltaje sea inferior al 3%, que es el porcentaje máximo permitido según las Normas de la EEQ, para este tipo de usuario cuyo anexo de caída de voltaje se muestra en el Anexo B-2.

2.4.6. SECCIONAMIENTO Y PROTECCIONES

2.4.6.1. Medio voltaje:

Para la protección y seccionamiento del transformador, se prevé instalar un seccionador fusible unipolar tipo abierto, 27kV, 100A, con tirafusible de 5 A, tipo H, que irá ubicado en el poste proyectado P1, como se aprecia en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1101-A. Su derivación de la red aérea, se la realizará con cable tipo TTU, Cobre, 2 AWG.

Para protección contra descargas atmosféricas se prevé un pararrayos de 18 kV, que se fijará en el transformador de 25 kVA.

2.4.6.2. Bajo voltaje:

El transformador diseñado es del tipo convencional, razón por la que se instalará una capaceta bajo el transformador, que tendrán dos cartuchos fusible tipo NH1, de 100 A, fijadas en base portafusibles NH1, 250 A. Desde las bases NH1, saldrá el circuito de bajo voltaje hacia el tablero de medidor, con cable tipo TTU, 2 AWG, de cobre, para las fases y con cable tipo TTU, 2 AWG, de cobre el neutro.

2.4.7. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

Para el sistema de puesta a tierra, se ha previsto realizar un montaje con dos varillas copperweld de 15 mm, de diámetro y de 2.40 m de longitud de alta camada, con sueldas exotérmicas.

Los valores de medición estarán de acuerdo a los requerimientos de la EEQ y será menor a 25 Ω , para lo cual el constructor instalará GEM, para enriquecer el suelo y mejorar la resistividad de este, para lograr dicha medición.

Para el final de circuito de bajo voltaje, que viene a ser el medidor E1, se prevé instalar 1 varilla copperweld de 15 mm, de diámetro y de 2.40 m de longitud, con suelda exotérmica para conectar a la tierra del medidor de energía eléctrica.

2.4.8. MEDICIÓN ELÉCTRICA

Actualmente existe un medidor de energía eléctrica con número 1008412. Debido al incremento de carga, se planifica que instalar un nuevo medidor totalizador en el ingreso a la propiedad. Se proyecta construir una mocheta en el cerramiento, de libre ingreso por la calle pública, de tal modo de no necesitar pedir permiso, para las tomas de lecturas de consumo. El medidor lo proveerá la EEQ.

El detalle del montaje del tablero se muestra en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1108-A.

2.4.9. MATERIALES

En el anexo C-2, se presenta la lista de equipos y materiales, para el sistema de medio voltaje, la cual se realiza de acuerdo al proyecto aprobado por la Empresa Eléctrica Quito (EEQ), por lo que pueden existir variantes con respecto al presupuesto referencial.

2.5. PARTE II: SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO

En esta parte, se dispone de los criterios y diseños eléctricos a partir del medidor de energía eléctrica, en toda la parte interna de los tanques de almacenamiento.

2.5.1. CRITERIOS DE DISEÑO

En el presente Estudio de Diseño Eléctrico se establece los aspectos más importantes a ser tomados en cuenta para el sistema eléctrico. La alimentación del sistema eléctrico será construida bajo las normas generales del Código Eléctrico Ecuatoriano, el mismo está

apegado a las normas eléctricas National Electrical Code (NEC) y las normas de seguridad National Fire Protection Association (NFPA). Tomando en cuenta para su aplicación las características de los materiales y equipos disponibles en el mercado local.

- Gabinete para sistema eléctrico, sistema de control y sistema SCADA: Se tendrá un solo gabinete, dividido en tres cuerpos, el primero para el tablero de distribución principal del área eléctrica, el segundo para el sistema de respaldo baterías; y el tercero para el sistema de control y SCADA.
- Tablero de protección principal (TP): Se ubicará inmediatamente después del tablero de medidor (TM), y servirá como principal protección de las instalaciones eléctricas del tanque. La alimentación del medidor de energía eléctrica, llegará hasta éste tablero de protección principal.
- Tablero de distribución principal (TDP): Será el sistema principal de interrupción y protección de las instalaciones eléctricas del tanque, donde se proyecta centralizar todas las cargas que alimentaran al cuarto de válvulas principal y los diferentes subtableros de distribución (STD-X) del tanque “San Juan de Calderón Bajo”, y dispondrá de todas las protecciones necesarias para este fin. Esto permitirá garantizar la previsión del mantenimiento eléctrico, sin que se vea afectado el normal funcionamiento del tanque de agua, además posibilita un fácil reconocimiento de fallas eléctricas en caso de producirse.
- Centros de carga (STD-X): Los centros de carga corresponden a los tableros de donde se derivarán todos los circuitos de iluminación y fuerza que alimentaran a los equipos que se encuentren en áreas distintas al cuarto de válvulas principal.
- Alimentador red principal de bajo voltaje: Desde el tablero de protección principal (TP) se derivará, como alimentador principal, un circuito que alimentará el Tablero de Distribución Principal (TDP); de éste se derivarán los alimentadores de la red secundaria que alimentarán a los centros de carga o Subtableros de Distribución (STD-X).
- El presente proyecto contempla como máximo un 5% de caída de voltaje desde el tablero de medidores hasta los circuitos finales, teniendo como referencia para este propósito el nivel de voltaje en el centro de carga.
- Se contempla dos tipos de instalaciones internas, para los sistemas de iluminación y fuerza:
 - Para instalaciones que se encuentren dentro de los cuartos de válvulas, se utilizará tubería eléctrica intermedia (IMC). Las cuales están diseñado para proteger los cables eléctricos del ambiente corrosivo que existe en estas áreas.
 - Para las instalaciones en áreas donde no se tiene una alta exposición a la humedad, se utilizará tubería eléctrica metálica (EMT), la cual está diseñada especialmente para la conducción de cables eléctricos para zonas industriales, comerciales y residenciales; manteniendo el cableado aislado y protegiéndolo contra todo tipo de amenazas que pudieran dañarlo.

2.5.2. ACOMETIDA EN BAJO VOLTAJE.

- Retiro de cable de acometida actual desde el medidor hasta tablero principal ubicado en el cuarto de válvulas.
- Tendido y conexionado de cable de acometida eléctrica nuevo, desde el medidor de energía eléctrica hasta el Tablero de Distribución Principal TDP y Control TCP, ubicado en la adecuación del cuarto de válvulas y control.

Para el cálculo de los alimentadores se considera todos los circuitos que proveerán la potencia requerida en las diferentes áreas del tanque.

2.5.2.1. Alimentadores principales

En la sección correspondiente a la cámara de transformación se establece que el transformador que se instalará será de 25 kVA donde la acometida de bajo voltaje es considerada desde los fusibles NH hasta el Tablero de Medidor (TM), y posteriormente al Tablero de Protección principal (TP). Desde el TP se alimentará al Tablero de Distribución Principal (TDP) mediante el circuito denominado Circuito-TDP. Como se puede ver en el diagrama unifilar general presentado en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1102-A, así como en la red de bajo voltaje del plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1101-A.

Con la demanda total del tanque, tomada del anexo A-2, se realiza el cálculo de caída de voltaje, presentado en el anexo B-2. En la tabla 2.2 se especifica la capacidad y características de la acometida de bajo voltaje y el circuito-TDP, considerando que este ramal tendrá que alimentar todas las cargas del tanque “San Juan de Calderón Bajo”. La acometida de bajo voltaje se instalará de manera soterrada utilizando la canalización de tubería PVC de 110mm y pozos de bajo voltaje tipo B; por su parte el circuito-TDP se instalará utilizando la canalización de tubería PVC de 50mm, pozos de bajo voltaje tipo B y las cámaras eléctricas de revisión, tal como se puede apreciar en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1101-A.

Tabla 2.2 Alimentadores principales

Descripción	Demanda (kVA)	Conductores	In(A)	Protección
Acometida BV	20.22	2x2 AWG, TTU, Cu + 2 AWG, Cu Desn.	84.25	2Px100A
Circuito TDP	20.22	2x2(1x2), AWG, TTU, Cu.	84.25	2Px100A

2.5.2.2. Alimentadores Secundarios

Los alimentadores secundarios para se consideran los que se derivan desde el TDP hasta los centros de carga (STD-X), donde se distribuirán los circuitos de iluminación o fuerza de las áreas fuera del cuarto de válvulas principal de acuerdo a lo detallado en los diagramas unifilares presentados en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1102-A.

Se ha realizado el análisis de caída de voltaje, el cual se presenta en el anexo B-2, donde se ha tomado en cuenta que la caída de voltaje no supere el 5%, desde el tablero de medidor hasta cada centro de carga.

En la tabla 2.3 se resume el calibre del conductor que alimentará a los centros de carga.

Tabla 2.3 Alimentadores secundarios

Descripción	Potencia (kVA)	Alimentadores hasta los centros de carga de circuitos normales (STD-X)	In(A)	Factor de seguridad 1.25	Protección
CC-01	4.00	3x8 AWG, Concéntrico	33.33	41.67	1Px50A
STD-B	4.00	1x8(1x8)+1x8, AWG THHW, Cu	33.33	41.67	1Px50A
STD	7.50	4x8 AWG, Concéntrico	31.25	39.06	2Px50A
TCP-2	7.50	2x8(1x8)+1x8, AWG THHW, Cu	31.25	39.06	2Px50A

2.5.3. CUARTO DE VÁLVULAS Y CONTROL EDC:

- Retiro de tablero de distribución principal de iluminación y toma Corrientes existente.

- Instalación de nuevo tablero de iluminación y toma corrientes y conexionado de las cargas correspondientes TDP.
- Retiro de conductores eléctricos de los circuitos de iluminación interior, exterior, emergencia y toma corrientes, retiro de boquillas plafón, piezas de interruptor y tomacorrientes y luminarias de emergencia.
- Instalación de un Tablero de Distribución Principal de Control TCP CU-E y Gabinete de Baterías.

Como se muestra en los planos LTR-F3-CON-ELE-P-P-1104-A y LTR-F3-CON-ELE-P-P-1109-A

2.5.4. GABINETE GENERAL: SISTEMA ELÉCTRICO - SCADA - SISTEMA DE CONTROL

Se proyecta instalar un solo gabinete que unifica al sistema eléctrico y al sistema de control SCADA.

El gabinete será de doble fondo metálico, sujeción con pernos, ventilador, filtros, con las siguientes características:

- Tipo Modular
- Dimensiones: 250x160x50 cm
- Material: acero pintado color RAL7035
- Chapa de 2mm de espesor
- Grado de Protección: IP68 / Nema 12
- Certificado grado de protección mecánica a los choques: IK10.
- Dividido en tres sectores:
 - Área eléctrica: 40cm de ancho, una sola puerta de 40x160cm.
 - Área de baterías: 120 cm de ancho, dos puertas de 60x160cm
 - Área de SCADA: 90 cm de ancho, dos puertas de 45x160cm

2.5.5. DISEÑO DE TABLEROS PRINCIPALES

Para el diseño de los tableros eléctricos se considera todos aquellos que se alimentarán desde los bushings del secundario del transformador hasta cada tablero que se requiere para el funcionamiento del tanque “San Juan de Calderón Bajo”. En la tabla 2.4 se resume los tableros eléctricos, necesarios.

Tabla 2.4 Tableros Eléctricos.

Abreviatura	Descripción	Demanda (kVA)	Ubicación
TM	Tablero de Medidor	20.22	Fachada, ingreso de la propiedad
TP	Tablero de Protección principal	20.22	Posterior al Tablero de Medidor
TDP	Tablero de Distribución Principal	20.22	Cuarto de Válvulas

2.5.5.1. TABLERO DE DISTRIBUCION PRINCIPAL TDP:

En el primer sector del gabinete general se instalarán todos los elementos del TDP, el cual tendrá una altura de 160 cm, ancho de 40 cm, profundidad de 50 cm. Contendrá barras de cobre, capacidad de 180 A, para fases, neutro y tierra, un breaker principal 2Px100A, tipo caja moldeada y breakers tipo riel din de diferentes valores, como se indica en las especificaciones técnicas y en el plano de diagrama unifilar LTR-F3-CON-ELE-P-P-1102-A. La disposición general de los elementos se detalla en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1109-A.

Desde el TDP, se controla:

- a) Circuito de Iluminación Interior
- b) Circuito de Tomacorrientes.
- c) Iluminación perimetral y patios
- d) Subtablero de distribución del Baño
- e) Subtablero de distribución de la cuarto de control 2.

2.5.6. SISTEMA UPS.

Ubicado en el cuarto de control EDC, se alimentará desde las barras de distribución instalada en el TDP, para las fases y el neutro; la tierra viene directamente con cable TTU calibre 2 AWG desde la malla de tierra del área electrónica, nótese que no pasa por la protección principal del TDP.

El detalle interno de este segundo sector, así como del tercero correspondiente al sistema SCADA, se presenta en el sistema de control y SCADA.

2.5.7. TCP.

Este tablero es el destinado a Control, Instrumentación y Comunicaciones, dicho sistema se presenta en la ingeniería electrónica.

Se ha verificado que el máximo de caída de voltaje desde el tablero de medidor sea inferior al 5%, que es la norma permitida, cuyo anexo de caída de voltaje se muestra en el Anexo B-2.

2.5.8. CIRCUITOS ELÉCTRICOS

2.5.8.1. Circuitos eléctricos de iluminación y luces de emergencia

Serán todas las actividades para la instalación de tuberías (IMC / EMT), cajas metálicas, conductores y piezas eléctricas (interruptores simples, dobles, conmutadores, sensores, etc.) para dar servicio a una lámpara, un foco o luminarias en general.

Procedimiento:

La altura recomendada por el diseñador eléctrico, debe ser medida desde la parte inferior del cajetín hasta el nivel de piso terminado, salvo indicación contraria, los interruptores se colocarán a 130 cm de altura y los cajetines y piezas en posición vertical.

Los conductores serán tipo THHW-flexible calibre No. 14 AWG para fase y neutro, más No 14 AWG para tierra (color verde) de acuerdo a la distribución de los planos de diseño, la cantidad de conductores irá de acuerdo a lo establecido en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1105-A, correspondiente a las instalaciones eléctricas internas.

Para las lámparas de emergencia se instalará un punto de iluminación, la altura de instalación estará a criterio del fiscalizador, sin que ésta sea inferior a 180 cm. Dicho punto, se conectará directamente al circuito de iluminación más cercano sin ningún tipo de interruptor.

Existirán dos tipos de instalaciones:

- En el cuarto de válvulas, o áreas con ambientes de alta humedad, se utilizará tubería IMC, y todos los accesorios, como cajetines, uniones, codos, etc., deberán ser diseñados para tubería IMC. De igual manera, los interruptores simples y

dobles, a instalarse, deberán ser herméticos o tener una placa hermética con una protección IP66 o superior.

- En las demás áreas se utilizará tubería EMT, con sus accesorios correspondientes. Las placas serán decorativas del color que el promotor las requiera.

2.5.8.2. Circuito de Fuerza Normal

Serán todas las actividades que se requieran para la instalación de tuberías (IMC / EMT), cajas, conductores y piezas eléctricas (tomacorrientes) para dar servicio a los circuitos de tomacorrientes.

Procedimiento:

Para el tomacorriente normal en pared: la altura recomendada debe ser medida desde la parte inferior del cajetín hasta el nivel de piso terminado, existirán dos alturas $h_1=40\text{cm}$ y $h_2=130\text{cm}$, indicadas en los planos correspondientes, y se colocarán en posición horizontal.

La ubicación será de acuerdo al plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1105-A, los conductores serán tipo THHW-flexible calibre No. 12 AWG para fase y neutro, más N° 12 AWG para tierra (color verde). Los tomacorrientes serán del tipo doble polarizado.

Existirán dos tipos de instalaciones:

- En el cuarto de válvulas, o áreas con ambientes de alta humedad, se utilizará tubería IMC, y todos los accesorios, como cajetines, uniones, codos, etc., deberán ser diseñados para tubería IMC. De igual manera, para los tomacorrientes se utilizarán tapas herméticas con una protección IP66 o superior.
- En las demás áreas se utilizará tubería EMT, con sus accesorios correspondientes. Las tapas serán decorativas del mismo color de la pieza de tomacorriente respectivo.

2.5.9. ELEMENTOS ELÉCTRICOS DE LA INSTALACION

2.5.9.1. Luminaria LED hermética sobrepuesta, instalación interior.

Se utilizará en el techo del cuarto de válvulas y en el techo de la estructura de control, su instalación será hermética utilizando prensa estopas y cable concéntrico 3x14AWG, las características de las luminarias son:

- Potencia; 40 Watts tubo LED
- Tension 120-240Vac.
- Tipo de distribución; directo simétrico.
- Tipo de montaje; sobrepuesto
- Carcaza; policarbonato color blanco
- Junta de poliuretano.
- Protección IP 65 Temperatura de color 6 000K
- Apto para lugares húmedos.



2.5.9.2. Luminaria LED exterior, tipo hermética instalada sobre pared.

Características:

- Potencia: 70 Watt
- Flujo luminoso: 3200lm
- tipo LED 100-277Vac



2.5.9.3. Luminaria exterior para tumbado

Características:

- Tipo tortuga para exterior.
- Para instalar directamente en superficie techo o pared.
- Portalámparas focos E27 hasta 26W
- Tensión: 120Vac 60Hz
- Protección: IP 65 o superior
- Con difusor de vidrio



2.5.9.4. Luminaria tipo vías y patios

Estas luminarias se instalarán en el exterior de los edificios en las vías y en el perímetro del predio, se instalarán sobre postes hormigón de 9 metros de altura con brazo de 1 metro de longitud

Características:

- Tipo: LED
- Protección: IP 65
- Potencia: 70watt
- Tensión: 100-240V 60Hz.
- Temperatura de color: CCT(K) 5000
- Flujo luminoso: 7445 lm



2.5.9.5. Luminarias de emergencia

Con la finalidad de dar seguridad a las personas cuando ocurre un corte de energía, se han dispuesto dos luminarias de emergencia por edificio, tanto en el cuarto de válvulas como en la estructura de control y cuarto de control.

Características:

- Carcaza; termoplástica, color blanco
- Cabezales; cuadrados ajustables con dos lámparas de 1.6 Watt cada uno.
- Lámparas tipo: LED
- Distribución; Simétrica dirigible.
- Control: automático con botón de prueba e indicador de carga.
- Tensión de operación 120V- 277 Vac,
- Flujo luminoso Lm; 170
- Temp. De color (k) 6000 IRC 70
- Factor de potencia; 0.7
- Autonomía; 90 Minutos.

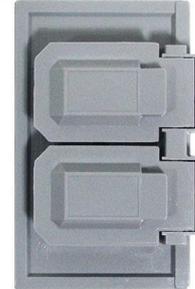


- Tipo de montaje; sobrepuesto sobre pared.

2.5.9.6. Tomacorrientes monofásicos 120Vac.

Las piezas de tomacorrientes serán de marca reconocida, conformada por el marco de dos tomacorrientes dobles polarizados fase, neutro más tierra, 15Amp. 120Vac, con conexión por medio de tornillos, con placa doble con tapas de protección de ingreso de agua.

La altura de montaje debe superar al nivel de inundación de tal manera que no ingrese agua a los bornes del tomacorriente.



2.5.9.7. Instalación de cables

Los cables eléctricos, serán tendidos de acuerdo; estructura del proyecto, al nivel de tensión, al sistema que corresponde; control, fuerza, etc.

Los tipos de instalación se describen a continuación.

El sistema de ductos para cables eléctricos a utilizar en este Proyecto será:

- Ductos.
- Tubos Conduit.
- Manguera negra reforzada

2.5.9.8. Ductos

Los bancos de ductos serán en PVC, cumpliendo los normativos de la EEQ, en áreas de circulación vehicular, obligatoriamente llevarán una capa de concreto, en el resto de áreas, su profundidad de enterramiento será 50 mm desde el piso terminado hasta la parte superior del ducto más cercano a la superficie.

Los bancos de ductos subterráneos deberán ser diseñados con una pendiente de 3 por mil como mínimo hacia los sótanos o drenajes para escurrir las aguas. En aquellos casos en los cuales el tubo deba aflorar a la superficie debe hacerse la transición PVC- Conduit metálico galvanizado en caliente. Las llegadas de los tubos de PVC a las cámaras se harán con campanas de remate. Las uniones en tuberías de PVC deberán ser ejecutadas con un cemento adecuado que provea un empalme firme y a prueba de agua.

Las cámaras eléctricas serán diseñadas en forma tal que su tamaño permita un adecuado manejo e instalación y mantenimiento de los cables. En los planos LTR-F3-CON-ELE-P-P-1107-A y LTR-F3-CON-ELE-P-P-1108-A, se aprecia, recorridos y tipos de ductos con sus detalles constructivo.

2.5.9.9. Tubos Conduit IMC

Los tubos Conduit serie intermedia (IMC), galvanizado electrolítico, se utilizarán, preferentemente, en instalaciones de edificaciones, embutidos o vistos en paredes o losas, para iluminación y toma corrientes.

Los tubos Conduit diámetro 3/4" instalados horizontalmente, adosados a edificios o estructuras, deberán tener soportes cada 1.5 m, los tubos Conduit diámetro 1" en adelante deberán tener soportes cada 1.2m. Los tramos rectos sujetos a cambios de temperatura ambiente tendrán juntas de expansión. Ningún tramo de Conduit entre cajas de empalme y salidas, etc., deberá tener más de tres curvas de 90.

Será utilizada en circuitos de alimentación a tableros de fuerza, y control utilizados para procesos, con todos los accesorios necesarios para conexión y continuidad de conducción, las cajas son de diferentes tipos con sus tapas correspondientes; cuadradas con salidas roscadas, cajas tipo LB, LR, T, LL, etc.

2.5.9.10. Tubería metálica EMT

Será utilizada en circuitos de iluminación y tomacorrientes, embebidos en hormigón o a la vista, con los accesorios de instalación completos como; uniones, conectores, coronas, en los circuitos exteriores, la tubería EMT debe ser sujeta por medio de abrazaderas doble aleta tipo omega.

2.5.9.11. Manguera negra reforzada

Manguera plástica reforzada, de polietileno de alta densidad, de 2" (50mm), clase C color negra, resistente a la intemperie, membrana rígida, para uso de acometidas eléctricas, tendido de cable para iluminación, servicios de video vigilancia, semaforización y de telecomunicaciones.

2.5.10. ILUMINACIÓN PERIMETRAL Y PATIOS.

- Luminarias perimetrales existentes; retiro de cable enterrado que alimentan las luminarias.
- Retiro de luminarias perimetrales existentes y cables de alimentación desde la lámpara hasta el cable principal.

El nuevo diseño, contempla postes de 9 m de longitud de hormigón centrifugado, con luminarias tipo LED de 100 w. En los casos donde no se puede acceder con grúa, se instalarán postes de postes de plástico reforzado con fibra de vidrio de 9 m de altura.

Los detalles se aprecian en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1106-A, la alimentación eléctrica se realizará con cable de cobre tipo TTU calibre 8 AWG, para las fases y conductor de cobre desnudo calibre 8 AWG para la tierra, embebido en manguera negra de 50 mm de diámetro, a través de los pozos indicados.

El control se realiza desde el TDP, mediante un selector de tres POSICIONES: ON, OFF/AUTOMATICO, en manual se prende directamente todo el grupo de luminarias, en off, se apaga todo y en automático, se controla con fotocélula según sea de día o de noche. La fotocélula de control se ubicará en la pared más cercana al TDP, para que opere con la luz del día. Como se aprecia en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1106-A.

Los conductores se instalarán de manera soterrada, a través de manguera negra reforzada de 50mm, utilizando las cámaras de revisión eléctricas, y pozos tipo A de 60x60x60cm. Los detalles de la obra civil de pozos se indican en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1108-A.

2.5.11. RESISTIVIDAD, MALLA DE TIERRA Y MEJORAMIENTO DEL SUELO

En el anexo D, se dispone de un estudio del sistema de puesta a tierra. La puesta a tierra tendrá una nueva configuración partiendo desde los valores de resistencia y resistividad del terreno. De acuerdo a la tabla abajo indicada.

Tabla 2.5 Medición De Resistencia - San Juan de Calderón Bajo

MEDICION DE RESISTENCIA Y RESISTIVIDAD CALCULADA		
Método de Wenner		
Resistencia medida (R) Ω	Distancia de electrodos d (m)	Resistividad $\rho = \pi \cdot 2 \cdot d \cdot R$ ($\Omega \cdot m$)
3	4	75.36

Del anexo D, se desprende, básicamente lo siguiente:

1. Las mallas de tierra que se van a construir, en su conformación topológica, se muestran en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1103-A.
2. Se utilizarán varillas copperweld de 2.4 m, la separación entre ellas, será de al menos 4.50 metros, como se muestra en el plano de tierras y en sus detalles en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1109-A.
3. El enriquecimiento de tierra es obligatorio en cada varilla, de acuerdo a la propuesta del anexo D.
4. El cable de tierra será de cobre calibre 2/0 AWG.
5. Las uniones hacia los puntos de tierra de las áreas a servirse, pueden ser de diferentes calibres, según se indican en los planos.
6. Todas las sueldas son exotérmicas.
7. Para el presente caso se define no instalar electrodos activos, si bien dan muy buen resultado en la medición de la tierra de la malla en un inicio, a la postre resultan un problema, pues requieren un mantenimiento regular cada 6 meses, en caso que no se realice dicho mantenimiento, los electrodos activos empiezan a perder sus características de baja resistencia, empezando a subir sus mediciones.
8. Para el caso de la mejora con GEM o ECUAGEM, los resultados son durables por lo menos durante los próximos 35 años, que es el tiempo de vida útil de las varillas copperweld. El carbón mineral no se deteriora, por lo que es la mejor opción de construir las mallas de tierra indicadas. Prácticamente su mantenimiento se reduce a mantener húmedo el terreno y en el peor de los casos, el carbón mineral tiene muy baja resistividad incluso si está seco, lo cual implica que, aunque no se humedezca a la malla de tierra, los resultados serán durables y sin mayor variación con el tiempo.

2.5.12. PARARRAYOS

Se montará una torre de 15 metros de altura para comunicaciones y en la parte superior se instalará un pararrayos tipo franklin, se presenta el estudio de protección contra descargas atmosféricas en el anexo E, y su área de protección se ha determinado que sea con las normas NFPA 780 e IEC 3205, definiendo un radio de esfera rodante de 60m, lo cual nos da un nivel de protección IV, que considerando que es un área libre de explosivos, y de poca concurrencia de personas, es lo más adecuado para su diseño.

En el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1110-A, se indica claramente las áreas de protección y nos hemos concentrado en el área de equipos. En este caso se encontró que el pararrayo en la torre de comunicaciones no es suficiente para proteger el área de equipos, por lo que es necesario instalar un segundo pararrayo, el cual se ubicará sobre un poste de fibra de vidrio circular de 12 metros de altura, tal como se muestra en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1110-A.

En la parte superior de la torre, además de un pararrayos, se encuentra una baliza para señalización de presencia para las naves aéreas. La baliza se ha diseñado del tipo fotovoltaica, lo cual le da independencia total de energía eléctrica, pues su sistema garantiza autonomía de 16 horas, con la carga solar y un tiempo de duración superior a los 10 años.

Los dos pararrayos cuentan con un contador de descargas, cada uno, ubicado en el pie de la torre y del poste; su conexión a tierra será a través de un cable aislado 2/0 AWG tipo TTU, a través de una caja metálica que contiene una barra de cobre, donde se unirá el cable que baja desde el pararrayos, los detalles constructivos se muestran en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1110-A.

2.6. Ruta de Cables

En el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1107-A, se presenta un resumen de todos los circuitos principales, secundarios e iluminación perimetral, donde se detalla tipo de tubería, número de ductos, circuito eléctrico, tipo de conductor y distancia.

2.7. RESUMEN DE PRESENTACIÓN ELÉCTRICA, EN PLANOS Y DIAGRAMAS

Todo lo anteriormente indicado se resume en lo siguiente:

CODIGO DE PLANO	CONTENIDO
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1100-A	SISTEMA ELÉCTRICO DEL TANQUE SAN JUAN DE CALDERÓN BAJO
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1101-A	RED DE MV Y CANALIZACIÓN DE BV
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1102-A	DIAGRAMA UNIFILAR
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1103-A	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1104-A	UBICACIÓN DE EQUIPOS
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1105-A	ILUMINACIÓN INTERNA Y FUERZA
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1106-A	ILUMINACIÓN EXTERNA Y PERIMETRAL
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1107-A	RUTA DE CABLES (PLANO DE DUCTOS)
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1108-A	DETALLES DE OBRA CIVIL
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1109-A	DETALLES MALLAS DE TIERRA Y TABLEROS
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1110-A	PROTECCION DE PARRAYO (INCLUYE DETALLES)

En el ANEXO H-2, se presenta todos los planos correspondientes al sistema eléctrico del Tanque de San Juan de calderón Bajo.

2.8. LISTA DE MATERIALES SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO

En el anexo F-2, se presenta el listado de materiales del sistema eléctrico interno, con sus cantidades, en lo que se refiere a:

- Tablero de distribución principal (TDP)
- Tableros de distribución varios.
- Instalaciones interiores de la edificación.
- Sistema de mallas a tierra
- Sistema de protección contra descargas atmosféricas
- Sistema de iluminación perimetral.

- Etc.

Nota: Este listado se realiza de acuerdo al proyecto aprobado por la Empresa Eléctrica Quito (EEQ), por lo que pueden existir variantes con respecto al presupuesto referencial.

2.9. PRESUPUESTO REFERENCIAL

El valor del presupuesto del sistema eléctrico del tanque San Juan de Calderón Bajo se encuentra en el Anexo G-2. Además, se presenta un resumen general del presupuesto de todos los tanques al final de la memoria como Anexo General 2.

2.10. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Las especificaciones técnicas de los elementos que forman parte el estudio del sistema de eléctrico se presentan de manera general para todos los tanques en el Anexo General 1. Dicho anexo se presenta una sola vez al final de las memorias.

2.11. ANEXOS

ANEXO A-2:	DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA
ANEXO B-2:	CÁLCULO DE CAÍDA DE VOLTAJE
ANEXO C-2:	LISTA DE MATERIALES MV, ACOMETIDA Y MEDIDOR.
ANEXO D:	RESISTIVIDAD, MALLA DE TIERRA Y MEJORAMIENTO DEL SUELO, DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE Y REDES DE CALDERÓN
ANEXO E:	SISTEMA DE PARARRAYOS, PROTECCIÓN CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE Y REDES DE CALDERÓN
ANEXO F-2:	LISTA DE MATERIALES SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO
ANEXO G-2:	PRESUPUESTO DEL PROYECTO
ANEXO H-2:	PLANOS

ANEXO “A-2”

DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA

ANEXO “B-2”

CÁLCULO DE CAÍDA DE VOLTAJE

ANEXO “C-2”

LISTA DE MATERIALES MV, ACOMETIDA Y MEDIDOR.

ANEXO “D”

RESISTIVIDAD, MALLA DE TIERRA Y MEJORAMIENTO DEL SUELO, DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE Y REDES DE CALDERÓN

ANEXO “E”

SISTEMA DE PARARRAYOS, PROTECCIÓN CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE Y REDES DE CALDERÓN

ANEXO “F-2”

LISTA DE MATERIALES SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO

ANEXO “G-2”

PRESUPUESTO DEL PROYECTO

ANEXO “H-2”

PLANOS

3. TANQUE DE AGUA POTABLE MARIANA DE JESÚS 1

3.1. GENERALIDADES

El tanque de agua potable de Mariana de Jesús No-1, forma parte del sistema de distribución Bellavista - Collaloma, con una capacidad de 2875m³, se encuentra situado en la parte alta de Calderón, de la ciudad de Quito.

A una altura de 2769 msnm.

Tabla 3.1 Coordenadas UTM-WGS84 ZONA 17

Coordenadas UTM-WGS84 ZONA 17	ESTE	NORTE
MARIANA DE JESÚS 1	785711.37	9991408.33

Fuente: INGECONSULT, 2019

La Empresa de Agua Potable de Quito, EPMAPS, se encuentra mejorando las instalaciones de agua potable para entregar un mejor servicio a la ciudadanía, para lo cual ha incrementado un conjunto de instalaciones hidráulicas llamadas Estructura de Control (EDC), supervisión al proceso, automatizando al sistema y mejorando las comunicaciones, este conjunto de mejoras determinan un mayor consumo de energía eléctrica y nuevas instalaciones en el sistema eléctrico de redes de agua potable de Calderón.

3.2. OBJETIVO

Este documento entrega los lineamientos generales que se realizarán para mejorar y adecuar las instalaciones eléctricas del predio y de proceso del Tanque Mariana de Jesús 1.

3.3. SISTEMA ELÉCTRICO

El Sistema eléctrico se divide en dos partes, la una corresponde a la provisión de energía por parte de la Empresa Eléctrica Quito (EEQ), en el Anexo General 3 se presenta el proyecto eléctrico del Tanque Mariana de Jesús 1, APROBADO por la EEQ.

La segunda parte, corresponde al sistema eléctrico a partir del medidor de energía eléctrica.

3.4. Parte I: RED DE MEDIO VOLTAJE, ACOMETIDA Y MEDICIÓN ELÉCTRICA

3.4.1. ANTECEDENTES

El tanque de agua potable de Mariana de Jesús 1, forma parte del sistema de distribución Bellavista - Collaloma, con una capacidad de 2875m³, se encuentra ubicado en la calle El centenario S/N en la parte alta de Calderón, que se denomina Mariana de Jesús 1 de la ciudad de Quito a una altura de 2769msnm y en las coordenadas UTM-WGS84 ZONA 17. Este 785711.37, Norte 9991408.33,

La Empresa de Agua Potable de Quito, EPMAPS, se encuentra mejorando las instalaciones de agua potable para entregar un mejor servicio a la ciudadanía. Para lo cual ha incrementado un conjunto de instalaciones hidráulicas, supervisión al proceso, automatizando al sistema y mejorando las comunicaciones.

Lo cual implica alterar el sistema eléctrico, reemplazando acometidas y medidor eléctrico.

Para lo que se requiere realizar el cambio del transformador trifásico de 75KVA existente con número 70351-C, por un transformador nuevo de las mismas características, con todos sus accesorios de protección primario y secundario de acuerdo al nuevo estudio de cargas realizado.

3.4.2. DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA

De acuerdo a la ubicación del tanque en cuestión, al ser un usuario atípico (bombas, equipos especiales de riego, controles, vivienda guardia, etc.), se estima disponer una demanda, presentada en el anexo A-3.

Del anexo A-3, tenemos el siguiente resumen:

CIR: 91.83 kW

DDt = Demanda de Diseño total = DD1+DD2+DD3+DD4 (kVA)

(%) = Porcentaje de sobrecarga (90%)

DDt = 78.77 kVA

DD = Demanda de diseño = DDt. 0.9

DD = 70.89 kVA

Por lo que se instalará un transformador de 75 kVA.

3.4.3. DESCRIPCIÓN RED DE MEDIO VOLTAJE

Actualmente existe una red aérea trifásica a 22.8 GRDY / 13.2 kV, que es de propiedad de la EEQ y desde donde se está alimentando al transformador trifásico convencional de 75 kVA existente con N° 70351-C, que da servicio a la propiedad en mención. Se proyecta realizar el cambio de transformador, por uno nuevo de la misma potencia.

Se realizará el cambio de: seccionadores portafusibles unipolares de 27kVA, 100A, pararrayos poliméricos con descargador de 18kV y se cambiará la cruceta de seccionamiento, el poste existente se encuentra en buenas condiciones, por lo que se mantiene; el detalle de la red de medio voltaje se aprecia en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1201-A.

3.4.4. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Para el diseño del sistema eléctrico, se utiliza los normativos de la EEQ y de acuerdo al estudio de la demanda del Anexo A-3, el centro de transformación proyectado será, trifásico de las siguientes características:

Centro de transformación CT-1:

Se instalará en el poste existente Pe1.

Tipo:	Convencional Trifásico
Potencia:	75 kVA
Voltaje primario:	22.8 / 13.2 kV, GRD-Y
Voltaje secundario:	220 / 127 V
Conexión:	Dyn5
Tap:	+1 / -3x2.5%

3.4.5. DESCRIPCIÓN RED DE BAJO VOLTAJE

Se partirá de los terminales de bajo voltaje del transformador, con conductor tipo TTU, de cobre, calibre 4/0 AWG, para las fases y conductor de cobre desnudo calibre 3/0 AWG para el neutro, soterrado, a través de un pozo tipo B, mediante ductos de 110 mm, de diámetro de PVC pesado, como se indica en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1201-A, desde el pozo Pz-1, se alimentará al tablero de medidor ubicado en el interior del lote.

Se ha verificado que el máximo de caída de voltaje sea inferior al 3%, que es el porcentaje máximo permitido según las Normas de la EEQ, para este tipo de usuario cuyo anexo de caída de voltaje se muestra en el Anexo B-3.

3.4.6. SECCIONAMIENTO Y PROTECCIONES

3.4.6.1. Medio voltaje:

Para la protección y seccionamiento del transformador, se prevé instalar tres seccionadores fusibles unipolares tipo abierto, 27kV, 100A, con tirafusibles de 5 A, tipo H, que irá ubicado en el poste Pe1, existente, como se aprecia en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1201-A. Su derivación de la red aérea, se la realizará con cable tipo TTU, Cobre, 2 AWG.

Para protección contra descargas atmosféricas se prevé tres pararrayos de 18 kV, que se fijarán en el transformador de 75 kVA.

3.4.6.2. Bajo voltaje:

El transformador diseñado es del tipo convencional, razón por la que se instalará una capaceta bajo el transformador, que tendrán tres cartuchos fusible tipo NH1, de 160 A, fijadas en base portafusibles NH1, 250 A. Desde las bases NH1, saldrá el circuito de bajo voltaje hacia el tablero de medidores, con cable tipo TTU, 4/0 AWG, de cobre, para las fases.

3.4.7. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

Para el sistema de puesta a tierra, se ha previsto realizar un montaje con dos varillas copperweld de 15 mm, de diámetro y de 2.40 m de longitud de alta camada, con sueldas exotérmicas.

Los valores de medición estarán de acuerdo a los requerimientos de la EEQ y será menor a 25 Ω , para lo cual el constructor instalará GEM, para enriquecer el suelo y mejorar la resistividad de este, para lograr dicha medición.

Para el final de circuito de bajo voltaje, que viene a ser el medidor E1, se prevé instalar 1 varilla copperweld de 15 mm, de diámetro y de 2.40 m de longitud, con suelda exotérmica para conectar a la tierra del medidor de energía eléctrica.

3.4.8. MEDICIÓN ELÉCTRICA

Actualmente existe un medidor de energía eléctrica con número 90000574. Debido a la remodelación, se planifica que instalar un nuevo medidor totalizador en el ingreso a la propiedad. Se proyecta construir una mocheta en el cerramiento, de libre ingreso por la calle pública, de tal modo de no necesitar pedir permiso, para las tomas de lecturas de consumo. El medidor lo proveerá la EEQ.

El detalle del montaje del tablero se muestra en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1208-A.

3.4.9. MATERIALES

En el anexo C-3, se presenta la lista de equipos y materiales, para el sistema de medio voltaje, la cual se realiza de acuerdo al proyecto aprobado por la Empresa Eléctrica Quito (EEQ), por lo que pueden existir variantes con respecto al presupuesto referencial.

3.5. PARTE II: SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO

En esta parte, se dispone de los criterios y diseños eléctricos a partir del medidor de energía eléctrica, en toda la parte interna de los tanques de almacenamiento.

3.5.1. CRITERIOS DE DISEÑO

En el presente Estudio de Diseño Eléctrico se establece los aspectos más importantes a ser tomados en cuenta para el sistema eléctrico. La alimentación del sistema eléctrico será construida bajo las normas generales del Código Eléctrico Ecuatoriano, el mismo está apegado a las normas eléctricas National Electrical Code (NEC) y las normas de seguridad National Fire Protection Association (NFPA). Tomando en cuenta para su aplicación las características de los materiales y equipos disponibles en el mercado local.

- Gabinete para sistema eléctrico, sistema de control y sistema SCADA: Se tendrá un solo gabinete, dividido en tres cuerpos, el primero para el tablero de distribución principal del área eléctrica, el segundo para el sistema de respaldo baterías; y el tercero para el sistema de control y SCADA.
- Tablero de protección principal (TP): Se ubicará inmediatamente después del tablero de medidor (TM), y servirá como principal protección de las instalaciones eléctricas del tanque. La alimentación del medidor de energía eléctrica, llegará hasta éste tablero de protección principal.
- Tablero de bombas (TB): Será el sistema principal de interrupción y protección de las bombas existentes en el tanque “Mariana de Jesús 1”, y dispondrá de todas las protecciones necesarias para este fin. Esto permitirá garantizar la previsión del mantenimiento eléctrico, sin que se vea afectado el normal funcionamiento de las demás áreas del tanque de agua.
- Tablero de distribución principal (TDP): Será el sistema principal de interrupción y protección de las instalaciones eléctricas del tanque, donde se proyecta centralizar todas las cargas que alimentaran al cuarto de válvulas principal y los diferentes subtableros de distribución (STD-X) del tanque “Mariana de Jesús 1”, y dispondrá de todas las protecciones necesarias para este fin. Esto permitirá garantizar la previsión del mantenimiento eléctrico, sin que se vea afectado el normal funcionamiento del tanque de agua, además posibilita un fácil reconocimiento de fallas eléctricas en caso de producirse.
- Centros de carga (STD-X): Los centros de carga corresponden a los tableros de donde se derivarán todos los circuitos de iluminación y fuerza que alimentaran a los equipos que se encuentren en áreas distintas al cuarto de válvulas principal.
- Alimentadores principales de bajo voltaje: Desde el tablero de protección principal (TP) se derivará a dos tableros. Un circuito alimentará al Tablero de Bombas (TB). El otro circuito alimentará al Tablero de Distribución Principal (TDP); de éste se derivarán los alimentadores de la red secundaria que alimentarán a los centros de carga o Subtableros de Distribución (STD-X).
- El presente proyecto contempla como máximo un 5% de caída de voltaje desde el tablero de medidores hasta los circuitos finales, teniendo como referencia para este propósito el nivel de voltaje en el centro de carga.
- Se contempla dos tipos de instalaciones internas, para los sistemas de iluminación y fuerza:
 - Para instalaciones que se encuentren dentro de los cuartos de válvulas, se utilizará tubería eléctrica intermedia (IMC). Las cuales están diseñado para proteger los cables eléctricos del ambiente corrosivo que existe en estas áreas.
 - Para las instalaciones en áreas donde no se tiene una alta exposición a la humedad, se utilizará tubería eléctrica metálica (EMT), la cual está diseñada especialmente para la conducción de cables eléctricos para zonas industriales, comerciales y residenciales; manteniendo el cableado aislado y protegiéndolo contra todo tipo de amenazas que pudieran dañarlo.

3.5.2. ACOMETIDA EN BAJO VOLTAJE.

- Retiro de cable de acometida actual desde el medidor hasta tablero principal ubicado en el cuarto de válvulas.
- Tendido y conexionado de cable de acometida eléctrica nuevo, desde el medidor de energía eléctrica hasta el Tablero de Distribución Principal TDP y Control TCP, ubicado en la adecuación del cuarto de válvulas y control.

Para el cálculo de los alimentadores se considera todos los circuitos que proveerán la potencia requerida en las diferentes áreas del tanque.

3.5.2.1. Alimentadores principales

En la sección correspondiente a la cámara de transformación se establece que el transformador que se instalará será de 75 kVA donde la acometida de bajo voltaje es considerada desde los fusibles NH hasta el Tablero de Medidor (TM), y posteriormente al Tablero de Protección principal (TP). Desde el TP se alimentará al Tablero de Bombas (TB) mediante el circuito denominado Circuito-TB y al Tablero de Distribución Principal (TDP) mediante el circuito denominado Circuito-TDP. Como se puede ver en el diagrama unifilar general presentado en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1202-A, así como en la red de bajo voltaje del plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1201-A.

Con la demanda total del tanque, tomada del anexo A-3, se realiza el cálculo de caída de voltaje, presentado en el anexo B-3. En la tabla 3.2 se especifica la capacidad y características de la acometida de bajo voltaje, el circuito-TB y el circuito-TDP, considerando que este último tendrá que alimentar todas las cargas del tanque “Mariana de Jesús 1”, excepto las bombas existentes. La acometida de bajo voltaje se instalará de manera soterrada utilizando la canalización de tubería PVC de 110mm y pozos de bajo voltaje tipo B; por su parte el circuito-TB y circuito-TDP se instalarán utilizando la canalización de tubería PVC de 50mm, pozos de bajo voltaje tipo B y las cámaras eléctricas de revisión, tal como se puede apreciar en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1201-A.

Tabla 3.2 Alimentadores principales

Descripción	Demanda (kVA)	Conductores	In(A)	Protección
Acometida BV	70.89	3x4/0 AWG, TTU, Cu + 3/0 AWG, Cu Desn.	186.04	3Px250A
Circuito TB	63.19	3x3/0(1x2/0), AWG, TTU, Cu.	165.84	3Px250A
Circuito TDP	15.58	3x2(1x2), AWG, TTU, Cu.	40.89	3Px50A

3.5.2.2. Alimentadores Secundarios

Los alimentadores secundarios para se consideran los que se derivan desde el TDP hasta los centros de carga (STD-X), donde se distribuirán los circuitos de iluminación o fuerza de las áreas fuera del cuarto de válvulas principal de acuerdo a lo detallado en los diagramas unifilares presentados en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1202-A.

Se ha realizado el análisis de caída de voltaje, el cual se presenta en el anexo B-3, donde se ha tomado en cuenta que la caída de voltaje no supere el 5%, desde el tablero de medidor hasta cada centro de carga.

En la tabla 3.3 se resume el calibre del conductor que alimentará a los centros de carga.

Tabla 3.3 Alimentadores secundarios

Descripción	Potencia (kVA)	Alimentadores hasta los centros de carga de circuitos normales (STD-X)	In(A)	Factor de seguridad 1.25	Protección
MONORIEL	3.00	2x8(1x8), AWG THHW, Cu	12.50	15.63	2Px20A
CC-01	4.00	3x8 AWG, Concéntrico	31.50	39.37	1Px50A
STD-B	4.00	1x8(1x8)+1x8, AWG THHW, Cu	31.50	39.37	1Px50A
CC-02	7.59	4x8 AWG, Concéntrico	31.85	39.77	2Px50A
STD-CG	7.59	2x8(1x8)+1x8, AWG THHW, Cu	31.85	39.77	2Px50A
CC-03	1.00	4x8 AWG, Concéntrico	4.55	5.68	2Px16A
STD-EH	1.00	2x8(1x8)+1x8, AWG THHW, Cu	4.55	5.68	2Px16A

3.5.3. CUARTO DE VÁLVULAS Y CONTROL EDC:

- Retiro de tablero de distribución principal de iluminación y toma Corrientes existente.
- Instalación de nuevo tablero de iluminación y toma corrientes y conexionado de las cargas correspondientes TDP.
- Retiro de conductores eléctricos de los circuitos de iluminación interior, exterior, emergencia y toma corrientes, retiro de boquillas plafón, piezas de interruptor y tomacorrientes y luminarias de emergencia.
- Instalación de un Tablero de Distribución Principal de Control TCP CU-E y Gabinete de Baterías.

Como se muestra en los planos LTR-F3-CON-ELE-P-P-1204-A y LTR-F3-CON-ELE-P-P-1209-A

3.5.4. GABINETE GENERAL: SISTEMA ELÉCTRICO - SCADA - SISTEMA DE CONTROL

Se proyecta instalar un solo gabinete que unifica al sistema eléctrico y al sistema de control SCADA.

El gabinete será de doble fondo metálico, sujeción con pernos, ventilador, filtros, con las siguientes características:

- Tipo Modular
- Dimensiones: 250x160x50 cm
- Material: acero pintado color RAL7035
- Chapa de 2mm de espesor
- Grado de Protección: IP68 / Nema 12
- Certificado grado de protección mecánica a los choques: IK10.
- Dividido en tres sectores:
 - Área eléctrica: 40cm de ancho, una sola puerta de 40x160cm.
 - Área de baterías: 120 cm de ancho, dos puertas de 60x160cm
 - Área de SCADA: 90 cm de ancho, dos puertas de 45x160cm

3.5.5. DISEÑO DE TABLEROS PRINCIPALES

Para el diseño de los tableros eléctricos se considera todos aquellos que se alimentarán desde los bushings del secundario del transformador hasta cada tablero que se requiere

para el funcionamiento del tanque “Mariana de Jesús 1”. En la tabla 3.4 se resume los tableros eléctricos, necesarios.

Tabla 3.4 Tableros Eléctricos.

Abreviatura	Descripción	Demanda (kVA)	Ubicación
TM	Tablero de Medidor	70.89	Fachada, ingreso de la propiedad
TP	Tablero de Protección principal	70.89	Posterior al Tablero de Medidor
TB	Tablero de Bombas	63.19	Cuarto de Válvulas
TDP	Tablero de Distribución Principal	15.58	Cuarto de Válvulas

3.5.5.1. TABLERO DE BOMBAS TB

El Tablero de Bombas TB será un gabinete metálico de tol de 1.5 mm de espesor, fabricado con lamina de acero estirado al frío, previo tratamiento de fosfatizado en caliente, curado al horno y terminado con pintura en polvo beige duna. Contendrá barras de cobre, capacidad de 300 A, para fases, neutro y tierra, un breaker principal 3Px250 A, tipo caja moldeada. Alimentará a tres cargas que son:

- 2 Arrancadores suaves para motores trifásicos de 40HP.
- Equipo corrector de factor de potencia de 25kVAR.

Los detalles de este tablero se pueden apreciar en el diagrama unifilar, el cual se presenta en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1202-A.

Se ha verificado que el máximo de caída de voltaje desde el tablero de medidor sea inferior al 5%, que es la norma permitida, cuyo anexo de caída de voltaje se muestra en el Anexo B-3.

3.5.5.2. TABLERO DE DISTRIBUCION PRINCIPAL TDP:

En el primer sector del gabinete general se instalarán todos los elementos del TDP, el cual tendrá una altura de 160 cm, ancho de 40 cm, profundidad de 50 cm. Contendrá barras de cobre, capacidad de 180 A, para fases, neutro y tierra, un breaker principal 3Px50A, tipo caja moldeada y breakers tipo riel din de diferentes valores, como se indica en las especificaciones técnicas y en el plano de diagrama unifilar LTR-F3-CON-ELE-P-P-1202-A. La disposición general de los elementos se detalla en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1209-A.

Desde el TDP, se controla:

- a) Circuito de Iluminación Interior
- b) Circuito de Tomacorrientes.
- c) Iluminación perimetral y patios
- d) Subtablero de distribución del Baño
- e) Subtablero de distribución de la Casa del Guardia
- f) Subtablero de distribución de la estación meteorológica.
- g) Monorriel con puente grúa

3.5.6. SISTEMA UPS.

Ubicado en el cuarto de control EDC, se alimentará desde las barras de distribución instalada en el TDP, para las fases y el neutro; la tierra vine directamente con cable TTU calibre 2 AWG desde la malla de tierra del área electrónica, nótese que no pasa por la protección principal del TDP.

El detalle interno de este segundo sector, así como del tercero correspondiente al sistema SCADA, se presenta en el sistema de control y SCADA.

3.5.7. TCP.

Este tablero es el destinado a Control, Instrumentación y Comunicaciones, dicho sistema se presenta en la ingeniería electrónica.

Se ha verificado que el máximo de caída de voltaje desde el tablero de medidor sea inferior al 5%, que es la norma permitida, cuyo anexo de caída de voltaje se muestra en el Anexo B-3.

3.5.8. CIRCUITOS ELÉCTRICOS

3.5.8.1. Circuitos eléctricos de iluminación y luces de emergencia

Serán todas las actividades para la instalación de tuberías (IMC / EMT), cajas metálicas, conductores y piezas eléctricas (interruptores simples, dobles, conmutadores, sensores, etc.) para dar servicio a una lámpara, un foco o luminarias en general.

Procedimiento:

La altura recomendada por el diseñador eléctrico, debe ser medida desde la parte inferior del cajetín hasta el nivel de piso terminado, salvo indicación contraria, los interruptores se colocarán a 130 cm de altura y los cajetines y piezas en posición vertical.

Los conductores serán tipo THHW-flexible calibre No. 14 AWG para fase y neutro, más No 14 AWG para tierra (color verde) de acuerdo a la distribución de los planos de diseño, la cantidad de conductores irá de acuerdo a lo establecido en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1205-A, correspondiente a las instalaciones eléctricas internas.

Para las lámparas de emergencia se instalará un punto de iluminación, la altura de instalación estará a criterio del fiscalizador, sin que ésta sea inferior a 180 cm. Dicho punto, se conectará directamente al circuito de iluminación más cercano sin ningún tipo de interruptor.

Existirán dos tipos de instalaciones:

- En el cuarto de válvulas, o áreas con ambientes de alta humedad, se utilizará tubería IMC, y todos los accesorios, como cajetines, uniones, codos, etc., deberán ser diseñados para tubería IMC. De igual manera, los interruptores simples y dobles, a instalarse, deberán ser herméticos o tener una placa hermética con una protección IP66 o superior.
- En las demás áreas se utilizará tubería EMT, con sus accesorios correspondientes. Las placas serán decorativas del color que el promotor las requiera.

3.5.8.2. Circuito de Fuerza Normal

Serán todas las actividades que se requieran para la instalación de tuberías (IMC / EMT), cajas, conductores y piezas eléctricas (tomacorrientes) para dar servicio a los circuitos de tomacorrientes.

Procedimiento:

Para el tomacorriente normal en pared: la altura recomendada debe ser medida desde la parte inferior del cajetín hasta el nivel de piso terminado, existirán dos alturas $h_1=40\text{cm}$ y $h_2=130\text{cm}$, indicadas en los planos correspondientes, y se colocarán en posición horizontal.

La ubicación será de acuerdo al plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1205-A, los conductores serán tipo THHW-flexible calibre No. 12 AWG para fase y neutro, más N° 12 AWG para tierra (color verde). Los tomacorrientes serán del tipo doble polarizado.

Existirán dos tipos de instalaciones:

- En el cuarto de válvulas, o áreas con ambientes de alta humedad, se utilizará tubería IMC, y todos los accesorios, como cajetines, uniones, codos, etc., deberán ser diseñados para tubería IMC. De igual manera, para los tomacorrientes se utilizarán tapas herméticas con una protección IP66 o superior.
- En las demás áreas se utilizará tubería EMT, con sus accesorios correspondientes. Las tapas serán decorativas del mismo color de la pieza de tomacorriente respectivo.

3.5.9. ELEMENTOS ELÉCTRICOS DE LA INSTALACION

3.5.9.1. Luminaria LED hermética sobrepuesta, instalación interior.

Se utilizará en el techo del cuarto de válvulas y en el techo de la estructura de control, su instalación será hermética utilizando prensa estopas y cable concéntrico 3x14AWG, las características de las luminarias son:

- Potencia; 40 Watts tubo LED
- Tension 120-240Vac.
- Tipo de distribución; directo simétrico.
- Tipo de montaje; sobrepuesto
- Carcaza; policarbonato color blanco
- Junta de poliuretano.
- Protección IP 65 Temperatura de color 6 000K
- Apto para lugares húmedos.



3.5.9.2. Luminaria LED exterior, tipo hermética instalada sobre pared.

Características:

- Potencia: 70 Watt
- Flujo luminoso: 3200lm
- tipo LED 100-277Vac



3.5.9.3. Luminaria exterior para tumbado

Características:

- Tipo tortuga para exterior.
- Para instalar directamente en superficie techo o pared.
- Portalámparas focos E27 hasta 26W
- Tensión: 120Vac 60Hz
- Protección: IP 65 o superior
- Con difusor de vidrio



3.5.9.4. Luminaria tipo vías y patios

Estas luminarias se instalarán en el exterior de los edificios en las vías y en el perímetro del predio, se instalarán sobre postes hormigón de 9 metros de altura con brazo de 1 metro de longitud

Características:

- Tipo: LED
- Protección: IP 65
- Potencia: 70watt
- Tensión: 100-240V 60Hz.
- Temperatura de color: CCT(K) 5000
- Flujo luminoso: 7445 lm



3.5.9.5. Luminarias de emergencia

Con la finalidad de dar seguridad a las personas cuando ocurre un corte de energía, se han dispuesto dos luminarias de emergencia por edificio, tanto en el cuarto de válvulas como en la estructura de control y cuarto de control.

Características:

- Carcaza; termoplástica, color blanco
- Cabezales; cuadrados ajustables con dos lámparas de 1.6 Watt cada uno.
- Lámparas tipo: LED
- Distribución; Simétrica dirigible.
- Control: automático con botón de prueba e indicador de carga.
- Tensión de operación 120V- 277 Vac,
- Flujo luminoso Lm; 170
- Temp. De color (k) 6000 IRC 70
- Factor de potencia; 0.7
- Autonomía; 90 Minutos.
- Tipo de montaje; sobrepuesto sobre pared.



3.5.9.6. Tomacorrientes monofásicos 120Vac.

Las piezas de tomacorrientes serán de marca reconocida, conformada por el marco de dos tomacorrientes dobles polarizados fase, neutro más tierra, 15Amp. 120Vac, con conexión por medio de tornillos, con placa doble con tapas de protección de ingreso de agua.

La altura de montaje debe superar al nivel de inundación de tal manera que no ingrese agua a los bornes del tomacorriente.



3.5.9.7. Instalación de cables

Los cables eléctricos, serán tendidos de acuerdo; estructura del proyecto, al nivel de tensión, al sistema que corresponde; control, fuerza, etc.

Los tipos de instalación se describen a continuación.

El sistema de ductos para cables eléctricos a utilizar en este Proyecto será:

- Ductos.
- Tubos Conduit.
- Manguera negra reforzada

3.5.9.8. Ductos

Los bancos de ductos serán en PVC, cumpliendo los normativos de la EEQ, en áreas de circulación vehicular, obligatoriamente llevarán una capa de concreto, en el resto de áreas, su profundidad de enterramiento será 50 mm desde el piso terminado hasta la parte superior del ducto más cercano a la superficie.

Los bancos de ductos subterráneos deberán ser diseñados con una pendiente de 3 por mil como mínimo hacia los sótanos o drenajes para escurrir las aguas. En aquellos casos en los cuales el tubo deba aflorar a la superficie debe hacerse la transición PVC- Conduit metálico galvanizado en caliente. Las llegadas de los tubos de PVC a las cámaras se harán con campanas de remate. Las uniones en tuberías de PVC deberán ser ejecutadas con un cemento adecuado que provea un empalme firme y a prueba de agua.

Las cámaras eléctricas serán diseñadas en forma tal que su tamaño permita un adecuado manejo e instalación y mantenimiento de los cables. En los planos LTR-F3-CON-ELE-P-P-1207-A y LTR-F3-CON-ELE-P-P-1208-A, se aprecia, recorridos y tipos de ductos con sus detalles constructivo.

3.5.9.9. Tubos Conduit IMC

Los tubos Conduit serie intermedia (IMC), galvanizado electrolítico, se utilizarán, preferentemente, en instalaciones de edificaciones, embutidos o vistos en paredes o losas, para iluminación y toma corrientes.

Los tubos Conduit diámetro 3/4" instalados horizontalmente, adosados a edificios o estructuras, deberán tener soportes cada 1.5 m, los tubos Conduit diámetro 1" en adelante deberán tener soportes cada 1.2m. Los tramos rectos sujetos a cambios de temperatura ambiente tendrán juntas de expansión. Ningún tramo de Conduit entre cajas de empalme y salidas, etc., deberá tener más de tres curvas de 90.

Será utilizada en circuitos de alimentación a tableros de fuerza, y control utilizados para procesos, con todos los accesorios necesarios para conexión y continuidad de conducción, las cajas son de diferentes tipos con sus tapas correspondientes; cuadradas con salidas roscadas, cajas tipo LB, LR, T, LL, etc.

3.5.9.10. Tubería metálica EMT

Será utilizada en circuitos de iluminación y tomacorrientes, embebidos en hormigón o a la vista, con los accesorios de instalación completos como; uniones, conectores, coronas, en los circuitos exteriores, la tubería EMT debe ser sujeta por medio de abrazaderas doble aleta tipo omega.

3.5.9.11. Manguera negra reforzada

Manguera plástica reforzada, de polietileno de alta densidad, de 2" (50mm), clase C

color negra, resistente a la intemperie, membrana rígida, para uso de acometidas eléctricas, tendido de cable para iluminación, servicios de video vigilancia, semaforización y de telecomunicaciones.

3.5.10. ILUMINACIÓN PERIMETRAL Y PATIOS.

- Luminarias perimetrales existentes; retiro de cable enterrado que alimentan las luminarias.
- Retiro de luminarias perimetrales existentes y cables de alimentación desde la lámpara hasta el cable principal.

El nuevo diseño, contempla postes de 9 m de longitud de hormigón centrifugado, con luminarias tipo LED de 100 w. En los casos donde no se puede acceder con grúa, se instalarán postes de postes de plástico reforzado con fibra de vidrio de 9 m de altura.

Los detalles se aprecian en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1206-A, la alimentación eléctrica se realizará con cable de cobre tipo TTU calibre 8 AWG, para las fases y conductor de cobre desnudo calibre 8 AWG para la tierra, embebido en manguera negra de 50 mm de diámetro, a través de los pozos indicados.

El control se realiza desde el TDP, mediante un selector de tres POSICIONES: ON, OFF/AUTOMATICO, en manual se prende directamente todo el grupo de luminarias, en off, se apaga todo y en automático, se controla con fotocélula según sea de día o de noche. La fotocélula de control se ubicará en la pared más cercana al TDP, para que opere con la luz del día. Como se aprecia en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1206-A.

Los conductores se instalarán de manera soterrada, a través de manguera negra reforzada de 50mm, utilizando las cámaras de revisión eléctricas, y pozos tipo A de 60x60x60cm. Los detalles de la obra civil de pozos se indican en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1208-A.

3.5.11. RESISTIVIDAD, MALLA DE TIERRA Y MEJORAMIENTO DEL SUELO

En el anexo D, se dispone de un estudio del sistema de puesta a tierra. La puesta a tierra tendrá una nueva configuración partiendo desde los valores de resistencia y resistividad del terreno. De acuerdo a la tabla abajo indicada.

Tabla 3.5 Medición De Resistencia - Mariana de Jesús 1

MEDICION DE RESISTENCIA Y RESISTIVIDAD CALCULADA		
Método de Wenner		
Resistencia medida (R) Ω	Distancia de electrodos d (m)	Resistividad $\rho = \pi \cdot 2 \cdot d \cdot R$ ($\Omega \cdot m$)
5.5	4	138.23

Del anexo D, se desprende, básicamente lo siguiente:

1. Las mallas de tierra que se van a construir, en su conformación topológica, se muestran en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1203-A.
2. Se utilizarán varillas copperweld de 2.4 m, la separación entre ellas, será de al menos 4.50 metros, como se muestra en el plano de tierras y en sus detalles en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1209-A.
3. El enriquecimiento de tierra es obligatorio en cada varilla, de acuerdo a la propuesta del anexo D.
4. El cable de tierra será de cobre calibre 2/0 AWG.

5. Las uniones hacia los puntos de tierra de las áreas a servirse, pueden ser de diferentes calibres, según se indican en los planos.
6. Todas las sueldas son exotérmicas.
7. Para el presente caso se define no instalar electrodos activos, si bien dan muy buen resultado en la medición de la tierra de la malla en un inicio, a la postre resultan un problema, pues requieren un mantenimiento regular cada 6 meses, en caso que no se realice dicho mantenimiento, los electrodos activos empiezan a perder sus características de baja resistencia, empezando a subir sus mediciones.
8. Para el caso de la mejora con GEM o ECUAGEM, los resultados son durables por lo menos durante los próximos 35 años, que es el tiempo de vida útil de las varillas copperweld. El carbón mineral no se deteriora, por lo que es la mejor opción de construir las mallas de tierra indicadas. Prácticamente su mantenimiento se reduce a mantener húmedo el terreno y en el peor de los casos, el carbón mineral tiene muy baja resistividad incluso si está seco, lo cual implica que, aunque no se humedezca a la malla de tierra, los resultados serán durables y sin mayor variación con el tiempo.

3.5.12. PARARRAYOS

Se montará una torre de 15 metros de altura para comunicaciones y en la parte superior se instalará un pararrayos tipo franklin, se presenta el estudio de protección contra descargas atmosféricas en el anexo E, y su área de protección se ha determinado que sea con las normas NFPA 780 e IEC 3205, definiendo un radio de esfera rodante de 60m, lo cual nos da un nivel de protección IV, que considerando que es un área libre de explosivos, y de poca concurrencia de personas, es lo más adecuado para su diseño.

En el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1210-A, se indica claramente las áreas de protección y nos hemos concentrado en el área de equipos. En este caso se encontró que el pararrayo en la torre de comunicaciones no es suficiente para proteger el área de equipos, por lo que es necesario instalar un segundo pararrayo, el cual se ubicará sobre un poste de fibra de vidrio circular de 12 metros de altura, tal como se muestra en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1210-A.

En la parte superior de la torre, además de un pararrayos, se encuentra una baliza para señalización de presencia para las naves aéreas. La baliza se ha diseñado del tipo fotovoltaica, lo cual le da independencia total de energía eléctrica, pues su sistema garantiza autonomía de 16 horas, con la carga solar y un tiempo de duración superior a los 10 años.

Los dos pararrayos cuentan con un contador de descargas, cada uno, ubicado en el pie de la torre y del poste; su conexión a tierra será a través de un cable aislado 2/0 AWG tipo TTU, a través de una caja metálica que contiene una barra de cobre, donde se unirá el cable que baja desde el pararrayos, los detalles constructivos se muestran en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1210-A.

3.6. Ruta de Cables

En el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1207-A, se presenta un resumen de todos los circuitos principales, secundarios e iluminación perimetral, donde se detalla tipo de tubería, número de ductos, circuito eléctrico, tipo de conductor y distancia.

3.7. RESUMEN DE PRESENTACIÓN ELÉCTRICA, EN PLANOS Y DIAGRAMAS

Todo lo anteriormente indicado se resume en lo siguiente:

CODIGO DE PLANO	CONTENIDO
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1200-A	SISTEMA ELÉCTRICO DEL TANQUE MARIANA DE JESÚS 1
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1201-A	RED DE MV Y CANALIZACIÓN DE BV
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1202-A	DIAGRAMA UNIFILAR
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1203-A	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1204-A	UBICACIÓN DE EQUIPOS
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1205-A	ILUMINACIÓN INTERNA Y FUERZA
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1206-A	ILUMINACIÓN EXTERNA Y PERIMETRAL
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1207-A	RUTA DE CABLES (PLANO DE DUCTOS)
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1208-A	DETALLES DE OBRA CIVIL
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1209-A	DETALLES MALLAS DE TIERRA Y TABLEROS
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1210-A	PROTECCION DE PARRAYO (INCLUYE DETALLES)

En el ANEXO H-3, se presenta todos los planos correspondientes al sistema eléctrico del Tanque Mariana de Jesús 1.

3.8. LISTA DE MATERIALES SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO

En el anexo F-3, se presenta el listado de materiales del sistema eléctrico interno, con sus cantidades, en lo que se refiere a:

- Tablero de distribución principal (TDP)
- Tableros de distribución varios.
- Instalaciones interiores de la edificación.
- Sistema de mallas a tierra
- Sistema de protección contra descargas atmosféricas
- Sistema de iluminación perimetral.
- Etc.

Nota: Este listado se realiza de acuerdo al proyecto aprobado por la Empresa Eléctrica Quito (EEQ), por lo que pueden existir variantes con respecto al presupuesto referencial.

3.9. PRESUPUESTO REFERENCIAL

El valor del presupuesto del sistema eléctrico del tanque Mariana de Jesús 1 se encuentra en el Anexo G-3. Además, se presenta un resumen general del presupuesto de todos los tanques al final de la memoria como Anexo General 2.

3.10. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Las especificaciones técnicas de los elementos que forman parte el estudio del sistema de eléctrico se presentan de manera general para todos los tanques en el Anexo General 1. Dicho anexo se presenta una sola vez al final de las memorias.

3.11. ANEXOS

- ANEXO A-3: DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA
- ANEXO B-3: CÁLCULO DE CAÍDA DE VOLTAJE
- ANEXO C-3: LISTA DE MATERIALES MV, ACOMETIDA Y MEDIDOR.

- ANEXO D: RESISTIVIDAD, MALLA DE TIERRA Y MEJORAMIENTO DEL SUELO, DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE Y REDES DE CALDERÓN
- ANEXO E: SISTEMA DE PARARRAYOS, PROTECCIÓN CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE Y REDES DE CALDERÓN
- ANEXO F-3: LISTA DE MATERIALES SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO
- ANEXO G-3: PRESUPUESTO DEL PROYECTO
- ANEXO H-3: PLANOS

ANEXO “A-3”

DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA

ANEXO “B-3”

CÁLCULO DE CAÍDA DE VOLTAJE

ANEXO “C-3”

LISTA DE MATERIALES MV, ACOMETIDA Y MEDIDOR.

ANEXO “D”

RESISTIVIDAD, MALLA DE TIERRA Y MEJORAMIENTO DEL SUELO, DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE Y REDES DE CALDERÓN

ANEXO “E”

SISTEMA DE PARARRAYOS, PROTECCIÓN CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE Y REDES DE CALDERÓN

ANEXO “F-3”

LISTA DE MATERIALES SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO

ANEXO “G-3”

PRESUPUESTO DEL PROYECTO

ANEXO “H-3”

PLANOS

4. TANQUE DE AGUA POTABLE LLANO GRANDE ALTO

4.1. GENERALIDADES

El tanque de agua potable de Llano Grande Alto, forma parte del sistema de distribución Collaloma, con una capacidad de 875m³, se encuentra situado en la Parroquia de Calderón, de la ciudad de Quito.

A una altura de 2848 msnm

Tabla 4.1 Coordenadas UTM-WGS84 ZONA 17

Coordenadas UTM-WGS84 ZONA 17.	ESTE	NORTE
Llano Grande Alto	785373.33	9987981.77

Fuente: INGECONSULT, 2019

La Empresa de Agua Potable de Quito, EPMAPS, se encuentra mejorando las instalaciones de agua potable para entregar un mejor servicio a la ciudadanía, para lo cual ha incrementado un conjunto de instalaciones hidráulicas llamadas Estructura de Control (EDC), supervisión al proceso, automatizando al sistema y mejorando las comunicaciones, este conjunto de mejoras determinan un mayor consumo de energía eléctrica y nuevas instalaciones en el sistema eléctrico de redes de agua potable de Calderón.

4.2. OBJETIVO

Este documento entrega los lineamientos generales que se realizarán para mejorar y adecuar las instalaciones eléctricas del predio y de proceso del Tanque Llano Grande Alto.

4.3. SISTEMA ELÉCTRICO

El Sistema eléctrico se divide en dos partes, la una corresponde a la provisión de energía por parte de la Empresa Eléctrica Quito (EEQ), en el Anexo General 3 se presenta el proyecto eléctrico del Tanque Llano Grande Alto, APROBADO por la EEQ.

La segunda parte, corresponde al sistema eléctrico a partir del medidor de energía eléctrica.

4.4. Parte I: RED DE MEDIO VOLTAJE, ACOMETIDA Y MEDICIÓN ELÉCTRICA

4.4.1. ANTECEDENTES

El tanque de agua potable de Llano Grande Alto, forma parte del sistema de distribución Collaloma, con una capacidad de 875m³, se encuentra ubicado en la calle Juana Becerra S/N, que se denomina Llano Grande Alto de la ciudad de Quito a una altura de 2848 msnm y en las coordenadas UTM-WGS84 ZONA 17. Este 785373.33, Norte 9987981.77.

La Empresa de Agua Potable de Quito, EPMAPS, se encuentra mejorando las instalaciones de agua potable para entregar un mejor servicio a la ciudadanía. Para lo cual ha incrementado un conjunto de instalaciones hidráulicas, supervisión al proceso, automatizando al sistema y mejorando las comunicaciones.

Lo cual implica alterar el sistema eléctrico, reemplazando acometidas y medidor eléctrico.

Para lo que se requiere realizar la instalación de un poste de 12m proyectado bajo la red, en donde se instalará un transformador monofásico de 25kVA, con todos sus accesorios de protección primario y secundario de acuerdo al nuevo estudio de cargas realizado. Para este requerimiento el constructor debe realizar la solicitud de cambio

de servicio a la Empresa Eléctrica Quito (EEQ).

4.4.2. DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA

De acuerdo a la ubicación del tanque en cuestión, al ser un usuario atípico (bombas, equipos especiales de riego, controles, vivienda guardia, etc.), se estima disponer una demanda, presentada en el anexo A-4.

Del anexo A-4, tenemos el siguiente resumen:

CIR: 45.79 kW

DDt = Demanda de Diseño total = DD1+DD2+DD3 (kVA)

(%) = Porcentaje de sobrecarga (90%)

DDt = 25.27 kVA

DD = Demanda de diseño = DDt. 0.9

DD = 22.74 kVA

Por lo que se instalará un transformador de 25 kVA.

4.4.3. DESCRIPCIÓN RED DE MEDIO VOLTAJE

La Empresa Eléctrica Quito dispone de una red trifásica de distribución 23,8/ 13,2KV en medio voltaje, la misma que servirá como punto de alimentación para el proyecto en mención.

La red de medio voltaje actualmente termina en el poste existente Pe1 (con coordenadas: X 785377; Y 9988034) de hormigón armado circular, por lo que se proyecta la instalación de un poste de hormigón de 12m de altura P1 y la extensión de red monofásica, con conductor ASC 2/0 AWG desde el poste Pe1 hasta el poste proyectado P1. En el poste proyectado P1 se instalará el transformador monofásico de 25 kVA, y el seccionador portafusible unipolar tipo abierto de 27kV, 100A, como se indica en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1301-A.

4.4.4. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Para el diseño del sistema eléctrico, se utiliza los normativos de la EEQ y de acuerdo al estudio de la demanda del Anexo A-4, el centro de transformación proyectado será, monofásico de las siguientes características:

Centro de transformación CT-1:

Se instalará en el poste proyectado P1.

Tipo: Convencional monofásico

Potencia: 25 kVA

Voltaje primario: 22.8 / 13.2 kV, GRD-Y

Voltaje secundario: 240 / 120 V

Tap: +1 / -3x2.5%

4.4.5. DESCRIPCIÓN RED DE BAJO VOLTAJE

Se partirá de los terminales de bajo voltaje del transformador, con conductor tipo TTU, de cobre, calibre 2 AWG, para las fases y conductor de cobre desnudo calibre 2AWG para el neutro, soterrados a través de un pozo tipo B, mediante ductos de 110 mm de diámetro, de PVC pesado, como se indica en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1301-A, desde el pozo Pz-1, se alimentará al tablero de medidor ubicado en el cerramiento del lote.

Se ha verificado que el máximo de caída de voltaje sea inferior al 3%, que es el porcentaje máximo permitido según las Normas de la EEQ, para este tipo de usuario cuyo anexo de caída de voltaje se muestra en el Anexo B-4.

4.4.6. SECCIONAMIENTO Y PROTECCIONES

4.4.6.1. Medio voltaje:

Para la protección y seccionamiento del transformador, se prevé instalar un seccionador fusible unipolar tipo abierto, 27kV, 100A, con tirafusible de 5 A, tipo H, que irá ubicado en el poste proyectado P1, como se aprecia en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1301-A. Su derivación de la red aérea, se la realizará con cable tipo TTU, Cobre, 2 AWG.

Para protección contra descargas atmosféricas se prevé un pararrayos de 18 kV, que se fijará en el transformador de 25 kVA.

4.4.6.2. Bajo voltaje:

El transformador diseñado es del tipo convencional, razón por la que se instalará una capaceta bajo el transformador, que tendrán dos cartuchos fusible tipo NH1, de 100 A, fijadas en base portafusibles NH1, 250 A. Desde las bases NH1, saldrá el circuito de bajo voltaje hacia el tablero de medidor, con cable tipo TTU, 2 AWG, de cobre, para las fases y con cable tipo TTU, 2 AWG, de cobre el neutro.

4.4.7. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

Para el sistema de puesta a tierra, se ha previsto realizar un montaje con dos varillas copperweld de 15 mm, de diámetro y de 2.40 m de longitud de alta camada, con sueldas exotérmicas.

Los valores de medición estarán de acuerdo a los requerimientos de la EEQ y será menor a 25 Ω , para lo cual el constructor instalará GEM, para enriquecer el suelo y mejorar la resistividad de este, para lograr dicha medición.

Para el final de circuito de bajo voltaje, que viene a ser el medidor E1, se prevé instalar 1 varilla copperweld de 15 mm, de diámetro y de 2.40 m de longitud, con suelda exotérmica para conectar a la tierra del medidor de energía eléctrica.

4.4.8. MEDICIÓN ELÉCTRICA

Actualmente existe un medidor de energía eléctrica con número 1021221. Debido al incremento de carga, se planifica que instalar un nuevo medidor totalizador en el ingreso a la propiedad. Se proyecta construir una mocheta en el cerramiento, de libre ingreso por la calle pública, de tal modo de no necesitar pedir permiso, para las tomas de lecturas de consumo. El medidor lo proveerá la EEQ.

El detalle del montaje del tablero se muestra en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1308-A.

4.4.9. MATERIALES

En el anexo C-4, se presenta la lista de equipos y materiales, para el sistema de medio voltaje, la cual se realiza de acuerdo al proyecto aprobado por la Empresa Eléctrica Quito (EEQ), por lo que pueden existir variantes con respecto al presupuesto referencial.

4.5. PARTE II: SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO

En esta parte, se dispone de los criterios y diseños eléctricos a partir del medidor de energía eléctrica, en toda la parte interna de los tanques de almacenamiento.

4.5.1. CRITERIOS DE DISEÑO

En el presente Estudio de Diseño Eléctrico se establece los aspectos más importantes a ser tomados en cuenta para el sistema eléctrico. La alimentación del sistema eléctrico será

construida bajo las normas generales del Código Eléctrico Ecuatoriano, el mismo está apegado a las normas eléctricas National Electrical Code (NEC) y las normas de seguridad National Fire Protection Association (NFPA). Tomando en cuenta para su aplicación las características de los materiales y equipos disponibles en el mercado local.

- Gabinete para sistema eléctrico, sistema de control y sistema SCADA: Se tendrá un solo gabinete, dividido en tres cuerpos, el primero para el tablero de distribución principal del área eléctrica, el segundo para el sistema de respaldo baterías; y el tercero para el sistema de control y SCADA.
- Tablero de protección principal (TP): Se ubicará inmediatamente después del tablero de medidor (TM), y servirá como principal protección de las instalaciones eléctricas del tanque. La alimentación del medidor de energía eléctrica, llegará hasta éste tablero de protección principal.
- Tablero de distribución principal (TDP): Será el sistema principal de interrupción y protección de las instalaciones eléctricas del tanque, donde se proyecta centralizar todas las cargas que alimentaran al cuarto de válvulas principal y los diferentes subtableros de distribución (STD-X) del tanque “Llano Grande Alto”, y dispondrá de todas las protecciones necesarias para este fin. Esto permitirá garantizar la previsión del mantenimiento eléctrico, sin que se vea afectado el normal funcionamiento del tanque de agua, además posibilita un fácil reconocimiento de fallas eléctricas en caso de producirse.
- Centros de carga (STD-X): Los centros de carga corresponden a los tableros de donde se derivarán todos los circuitos de iluminación y fuerza que alimentaran a los equipos que se encuentren en áreas distintas al cuarto de válvulas principal.
- Alimentador red principal de bajo voltaje: Desde el tablero de protección principal (TP) se derivará, como alimentador principal, un circuito que alimentará el Tablero de Distribución Principal (TDP); de éste se derivarán los alimentadores de la red secundaria que alimentarán a los centros de carga o Subtableros de Distribución (STD-X).
- El presente proyecto contempla como máximo un 5% de caída de voltaje desde el tablero de medidores hasta los circuitos finales, teniendo como referencia para este propósito el nivel de voltaje en el centro de carga.
- Se contempla dos tipos de instalaciones internas, para los sistemas de iluminación y fuerza:
 - Para instalaciones que se encuentren dentro de los cuartos de válvulas, se utilizará tubería eléctrica intermedia (IMC). Las cuales están diseñado para proteger los cables eléctricos del ambiente corrosivo que existe en estas áreas.
 - Para las instalaciones en áreas donde no se tiene una alta exposición a la humedad, se utilizará tubería eléctrica metálica (EMT), la cual está diseñada especialmente para la conducción de cables eléctricos para zonas industriales, comerciales y residenciales; manteniendo el cableado aislado y protegiéndolo contra todo tipo de amenazas que pudieran dañarlo.

4.5.2. ACOMETIDA EN BAJO VOLTAJE.

- Retiro de cable de acometida actual desde el medidor hasta tablero principal ubicado en el cuarto de válvulas.
- Tendido y conexionado de cable de acometida eléctrica nuevo, desde el medidor de energía eléctrica hasta el Tablero de Distribución Principal TDP y Control TCP, ubicado en la adecuación del cuarto de válvulas y control.

Para el cálculo de los alimentadores se considera todos los circuitos que proveerán la potencia requerida en las diferentes áreas del tanque.

4.5.2.1. Alimentadores principales

En la sección correspondiente a la cámara de transformación se establece que el transformador que se instalará será de 25 kVA donde la acometida de bajo voltaje es considerada desde los fusibles NH hasta el Tablero de Medidor (TM), y posteriormente al Tablero de Protección principal (TP). Desde el TP se alimentará al Tablero de Distribución Principal (TDP) mediante el circuito denominado Circuito-TDP. Como se puede ver en el diagrama unifilar general presentado en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1302-A, así como en la red de bajo voltaje del plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1301-A.

Con la demanda total del tanque, tomada del anexo A-4, se realiza el cálculo de caída de voltaje, presentado en el anexo B-4. En la tabla 4.2 se especifica la capacidad y características de la acometida de bajo voltaje y el circuito-TDP, considerando que este ramal tendrá que alimentar todas las cargas del tanque “Llano Grande Alto”. La acometida de bajo voltaje se instalará de manera soterrada utilizando la canalización de tubería PVC de 110mm y pozos de bajo voltaje tipo B; por su parte el circuito-TDP se instalará utilizando la canalización de tubería PVC de 50mm, pozos de bajo voltaje tipo B y las cámaras eléctricas de revisión, tal como se puede apreciar en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1301-A.

Tabla 4.2 Alimentadores principales

Descripción	Demanda (kVA)	Conductores	In(A)	Protección
Acometida BV	22.74	2x2 AWG, TTU, Cu + 2 AWG, Cu Desn.	94.75	2Px100A
Circuito TDP	22.74	2x2(1x2), AWG, TTU, Cu.	94.75	2Px100A

4.5.2.2. Alimentadores Secundarios

Los alimentadores secundarios para se consideran los que se derivan desde el TDP hasta los centros de carga (STD-X), donde se distribuirán los circuitos de iluminación o fuerza de las áreas fuera del cuarto de válvulas principal de acuerdo a lo detallado en los diagramas unifilares presentados en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1302-A.

Se ha realizado el análisis de caída de voltaje, el cual se presenta en el anexo B-4, donde se ha tomado en cuenta que la caída de voltaje no supere el 5%, desde el tablero de medidor hasta cada centro de carga.

En la tabla 4.3 se resume el calibre del conductor que alimentará a los centros de carga.

Tabla 4.3 Alimentadores secundarios

Descripción	Potencia (kVA)	Alimentadores hasta los centros de carga de circuitos normales (STD-X)	In(A)	Factor de seguridad 1.25	Protección
CC-01	4.00	3x4 AWG, Concéntrico	33.33	41.67	1Px50A
STD-B	4.00	1x4(1x4)+1x4, AWG THHW, Cu	33.33	41.67	1Px50A
CC-02	7.60	4x8 AWG, Concéntrico	31.67	39.58	2Px50A
STD-CG	7.60	2x8(1x8)+1x8, AWG THHW, Cu	31.67	39.58	2Px50A

4.5.3. CUARTO DE VÁLVULAS Y CONTROL EDC:

- Retiro de tablero de distribución principal de iluminación y toma Corrientes existente.
- Instalación de nuevo tablero de iluminación y toma corrientes y conexionado de las cargas correspondientes TDP.
- Retiro de conductores eléctricos de los circuitos de iluminación interior, exterior, emergencia y toma corrientes, retiro de boquillas plafón, piezas de interruptor y tomacorrientes y luminarias de emergencia.
- Instalación de un Tablero de Distribución Principal de Control TCP CU-E y Gabinete de Baterías.

Como se muestra en los planos LTR-F3-CON-ELE-P-P-1304-A y LTR-F3-CON-ELE-P-P-1309-A

4.5.4. GABINETE GENERAL: SISTEMA ELÉCTRICO - SCADA - SISTEMA DE CONTROL

Se proyecta instalar un solo gabinete que unifica al sistema eléctrico y al sistema de control SCADA.

El gabinete será de doble fondo metálico, sujeción con pernos, ventilador, filtros, con las siguientes características:

- Tipo Modular
- Dimensiones: 250x160x50 cm
- Material: acero pintado color RAL7035
- Chapa de 2mm de espesor
- Grado de Protección: IP68 / Nema 12
- Certificado grado de protección mecánica a los choques: IK10.
- Dividido en tres sectores:
 - Área eléctrica: 40cm de ancho, una sola puerta de 40x160cm.
 - Área de baterías: 120 cm de ancho, dos puertas de 60x160cm
 - Área de SCADA: 90 cm de ancho, dos puertas de 45x160cm

4.5.5. DISEÑO DE TABLEROS PRINCIPALES

Para el diseño de los tableros eléctricos se considera todos aquellos que se alimentarán desde los bushings del secundario del transformador hasta cada tablero que se requiere para el funcionamiento del tanque “Llano Grande Alto”. En la tabla 4.4 se resume los tableros eléctricos, necesarios.

Tabla 4.4 Tableros Eléctricos.

Abreviatura	Descripción	Demanda (kVA)	Ubicación
TM	Tablero de Medidor	22.74	Fachada, ingreso de la propiedad
TP	Tablero de Protección principal	22.74	Posterior al Tablero de Medidor
TDP	Tablero de Distribución Principal	22.74	Cuarto de Válvulas

4.5.5.1. TABLERO DE DISTRIBUCION PRINCIPAL TDP:

En el primer sector del gabinete general se instalarán todos los elementos del TDP, el cual tendrá una altura de 160 cm, ancho de 40 cm, profundidad de 50 cm. Contendrá barras de cobre, capacidad de 180 A, para fases, neutro y tierra, un breaker principal 2Px100A, tipo

caja moldeada y breakers tipo riel din de diferentes valores, como se indica en las especificaciones técnicas y en el plano de diagrama unifilar LTR-F3-CON-ELE-P-P-1302-A. La disposición general de los elementos se detalla en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1309-A.

Desde el TDP, se controla:

- a) Circuito de Iluminación Interior
- b) Circuito de Tomacorrientes.
- c) Iluminación perimetral y patios
- d) Subtablero de distribución del Baño
- e) Subtablero de distribución de la Casa del Guardia

4.5.6. SISTEMA UPS.

Ubicado en el cuarto de control EDC, se alimentará desde las barras de distribución instalada en el TDP, para las fases y el neutro; la tierra viene directamente con cable TTU calibre 2 AWG desde la malla de tierra del área electrónica, nótese que no pasa por la protección principal del TDP.

El detalle interno de este segundo sector, así como del tercero correspondiente al sistema SCADA, se presenta en el sistema de control y SCADA.

4.5.7. TCP.

Este tablero es el destinado a Control, Instrumentación y Comunicaciones, dicho sistema se presenta en la ingeniería electrónica.

Se ha verificado que el máximo de caída de voltaje desde el tablero de medidor sea inferior al 5%, que es la norma permitida, cuyo anexo de caída de voltaje se muestra en el Anexo B-4.

4.5.8. CIRCUITOS ELÉCTRICOS

4.5.8.1. Circuitos eléctricos de iluminación y luces de emergencia

Serán todas las actividades para la instalación de tuberías (IMC / EMT), cajas metálicas, conductores y piezas eléctricas (interruptores simples, dobles, conmutadores, sensores, etc.) para dar servicio a una lámpara, un foco o luminarias en general.

Procedimiento:

La altura recomendada por el diseñador eléctrico, debe ser medida desde la parte inferior del cajetín hasta el nivel de piso terminado, salvo indicación contraria, los interruptores se colocarán a 130 cm de altura y los cajetines y piezas en posición vertical.

Los conductores serán tipo THHW-flexible calibre No. 14 AWG para fase y neutro, más No 14 AWG para tierra (color verde) de acuerdo a la distribución de los planos de diseño, la cantidad de conductores irá de acuerdo a lo establecido en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1305-A, correspondiente a las instalaciones eléctricas internas.

Para las lámparas de emergencia se instalará un punto de iluminación, la altura de instalación estará a criterio del fiscalizador, sin que ésta sea inferior a 180 cm. Dicho punto, se conectará directamente al circuito de iluminación más cercano sin ningún tipo de interruptor.

Existirán dos tipos de instalaciones:

- En el cuarto de válvulas, o áreas con ambientes de alta humedad, se utilizará tubería IMC, y todos los accesorios, como cajetines, uniones, codos, etc., deberán ser diseñados para tubería IMC. De igual manera, los interruptores simples y dobles, a instalarse, deberán ser herméticos o tener una placa hermética con una protección IP66 o superior.
- En las demás áreas se utilizará tubería EMT, con sus accesorios correspondientes. Las placas serán decorativas del color que el promotor las requiera.

4.5.8.2. Circuito de Fuerza Normal

Serán todas las actividades que se requieran para la instalación de tuberías (IMC / EMT), cajas, conductores y piezas eléctricas (tomacorrientes) para dar servicio a los circuitos de tomacorrientes.

Procedimiento:

Para el tomacorriente normal en pared: la altura recomendada debe ser medida desde la parte inferior del cajetín hasta el nivel de piso terminado, existirán dos alturas $h_1=40\text{cm}$ y $h_2=130\text{cm}$, indicadas en los planos correspondientes, y se colocarán en posición horizontal.

La ubicación será de acuerdo al plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1305-A, los conductores serán tipo THHW-flexible calibre No. 12 AWG para fase y neutro, más N° 12 AWG para tierra (color verde). Los tomacorrientes serán del tipo doble polarizado.

Existirán dos tipos de instalaciones:

- En el cuarto de válvulas, o áreas con ambientes de alta humedad, se utilizará tubería IMC, y todos los accesorios, como cajetines, uniones, codos, etc., deberán ser diseñados para tubería IMC. De igual manera, para los tomacorrientes se utilizarán tapas herméticas con una protección IP66 o superior.
- En las demás áreas se utilizará tubería EMT, con sus accesorios correspondientes. Las tapas serán decorativas del mismo color de la pieza de tomacorriente respectivo.

4.5.9. ELEMENTOS ELÉCTRICOS DE LA INSTALACION

4.5.9.1. Luminaria LED hermética sobrepuesta, instalación interior.

Se utilizará en el techo del cuarto de válvulas y en el techo de la estructura de control, su instalación será hermética utilizando prensa estopas y cable concéntrico 3x14AWG, las características de las luminarias son:

- Potencia; 40 Watts tubo LED
- Tension 120-240Vac.
- Tipo de distribución; directo simétrico.
- Tipo de montaje; sobrepuesto
- Carcaza; policarbonato color blanco
- Junta de poliuretano.
- Protección IP 65 Temperatura de color 6 000K
- Apto para lugares húmedos.



4.5.9.2. Luminaria LED exterior, tipo hermética instalada sobre pared.

Características:

- Potencia: 70 Watt
- Flujo luminoso: 3200lm
- tipo LED 100-277Vac



4.5.9.3. Luminaria exterior para tumbado

Características:

- Tipo tortuga para exterior.
- Para instalar directamente en superficie techo o pared.
- Portalámparas focos E27 hasta 26W
- Tensión: 120Vac 60Hz
- Protección: IP 65 o superior
- Con difusor de vidrio



4.5.9.4. Luminaria tipo vías y patios

Estas luminarias se instalarán en el exterior de los edificios en las vías y en el perímetro del predio, se instalarán sobre postes hormigón de 9 metros de altura con brazo de 1 metro de longitud

Características:

- Tipo: LED
- Protección: IP 65
- Potencia: 70watt
- Tensión: 100-240V 60Hz.
- Temperatura de color: CCT(K) 5000
- Flujo luminoso: 7445 lm



4.5.9.5. Luminarias de emergencia

Con la finalidad de dar seguridad a las personas cuando ocurre un corte de energía, se han dispuesto dos luminarias de emergencia por edificio, tanto en el cuarto de válvulas como en la estructura de control y cuarto de control.

Características:

- Carcaza; termoplástica, color blanco
- Cabezales; cuadrados ajustables con dos lámparas de 1.6 Watt cada uno.
- Lámparas tipo: LED
- Distribución; Simétrica dirigible.
- Control: automático con botón de prueba e indicador de carga.
- Tensión de operación 120V- 277 Vac,
- Flujo luminoso Lm; 170
- Temp. De color (k) 6000 IRC 70
- Factor de potencia; 0.7
- Autonomía; 90 Minutos.

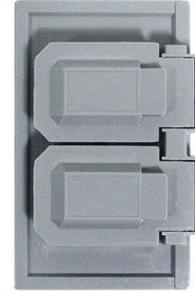


- Tipo de montaje; sobrepuesto sobre pared.

4.5.9.6. Tomacorrientes monofásicos 120Vac.

Las piezas de tomacorrientes serán de marca reconocida, conformada por el marco de dos tomacorrientes dobles polarizados fase, neutro más tierra, 15Amp. 120Vac, con conexión por medio de tornillos, con placa doble con tapas de protección de ingreso de agua.

La altura de montaje debe superar al nivel de inundación de tal manera que no ingrese agua a los bornes del tomacorriente.



4.5.9.7. Instalación de cables

Los cables eléctricos, serán tendidos de acuerdo; estructura del proyecto, al nivel de tensión, al sistema que corresponde; control, fuerza, etc.

Los tipos de instalación se describen a continuación.

El sistema de ductos para cables eléctricos a utilizar en este Proyecto será:

- Ductos.
- Tubos Conduit.
- Manguera negra reforzada

4.5.9.8. Ductos

Los bancos de ductos serán en PVC, cumpliendo los normativos de la EEQ, en áreas de circulación vehicular, obligatoriamente llevarán una capa de concreto, en el resto de áreas, su profundidad de enterramiento será 50 mm desde el piso terminado hasta la parte superior del ducto más cercano a la superficie.

Los bancos de ductos subterráneos deberán ser diseñados con una pendiente de 3 por mil como mínimo hacia los sótanos o drenajes para escurrir las aguas. En aquellos casos en los cuales el tubo deba aflorar a la superficie debe hacerse la transición PVC- Conduit metálico galvanizado en caliente. Las llegadas de los tubos de PVC a las cámaras se harán con campanas de remate. Las uniones en tuberías de PVC deberán ser ejecutadas con un cemento adecuado que provea un empalme firme y a prueba de agua.

Las cámaras eléctricas serán diseñadas en forma tal que su tamaño permita un adecuado manejo e instalación y mantenimiento de los cables. En los planos LTR-F3-CON-ELE-P-P-1307-A y LTR-F3-CON-ELE-P-P-1308-A, se aprecia, recorridos y tipos de ductos con sus detalles constructivo.

4.5.9.9. Tubos Conduit IMC

Los tubos Conduit serie intermedia (IMC), galvanizado electrolítico, se utilizarán, preferentemente, en instalaciones de edificaciones, embutidos o vistos en paredes o losas, para iluminación y toma corrientes.

Los tubos Conduit diámetro 3/4" instalados horizontalmente, adosados a edificios o estructuras, deberán tener soportes cada 1.5 m, los tubos Conduit diámetro 1" en adelante deberán tener soportes cada 1.2m. Los tramos rectos sujetos a cambios de temperatura ambiente tendrán juntas de expansión. Ningún tramo de Conduit entre cajas de empalme y salidas, etc., deberá tener más de tres curvas de 90.

Será utilizada en circuitos de alimentación a tableros de fuerza, y control utilizados para procesos, con todos los accesorios necesarios para conexión y continuidad de conducción, las cajas son de diferentes tipos con sus tapas correspondientes; cuadradas con salidas roscadas, cajas tipo LB, LR, T, LL, etc.

4.5.9.10. Tubería metálica EMT

Será utilizada en circuitos de iluminación y tomacorrientes, embebidos en hormigón o a la vista, con los accesorios de instalación completos como; uniones, conectores, coronas, en los circuitos exteriores, la tubería EMT debe ser sujeta por medio de abrazaderas doble aleta tipo omega.

4.5.9.11. Manguera negra reforzada

Manguera plástica reforzada, de polietileno de alta densidad, de 2" (50mm), clase C color negra, resistente a la intemperie, membrana rígida, para uso de acometidas eléctricas, tendido de cable para iluminación, servicios de video vigilancia, semaforización y de telecomunicaciones.

4.5.10. ILUMINACIÓN PERIMETRAL Y PATIOS.

- Luminarias perimetrales existentes; retiro de cable enterrado que alimentan las luminarias.
- Retiro de luminarias perimetrales existentes y cables de alimentación desde la lámpara hasta el cable principal.

El nuevo diseño, contempla postes de 9 m de longitud de hormigón centrifugado, con luminarias tipo LED de 100 w. En los casos donde no se puede acceder con grúa, se instalarán postes de postes de plástico reforzado con fibra de vidrio de 9 m de altura.

Los detalles se aprecian en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1306-A, la alimentación eléctrica se realizará con cable de cobre tipo TTU calibre 8 AWG, para las fases y conductor de cobre desnudo calibre 8 AWG para la tierra, embebido en manguera negra de 50 mm de diámetro, a través de los pozos indicados.

El control se realiza desde el TDP, mediante un selector de tres POSICIONES: ON, OFF/AUTOMATICO, en manual se prende directamente todo el grupo de luminarias, en off, se apaga todo y en automático, se controla con fotocélula según sea de día o de noche. La fotocélula de control se ubicará en la pared más cercana al TDP, para que opere con la luz del día. Como se aprecia en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1306-A.

Los conductores se instalarán de manera soterrada, a través de manguera negra reforzada de 50mm, utilizando las cámaras de revisión eléctricas, y pozos tipo A de 60x60x60cm. Los detalles de la obra civil de pozos se indican en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1308-A.

4.5.11. RESISTIVIDAD, MALLA DE TIERRA Y MEJORAMIENTO DEL SUELO

En el anexo D, se dispone de un estudio del sistema de puesta a tierra. La puesta a tierra tendrá una nueva configuración partiendo desde los valores de resistencia y resistividad del terreno. De acuerdo a la tabla abajo indicada.

Tabla 4.5 Medición De Resistencia – Llano Grande Alto

MEDICION DE RESISTENCIA Y RESISTIVIDAD CALCULADA		
Método de Wenner		
Resistencia medida (R) Ω	Distancia de electrodos d (m)	Resistividad $\rho = \pi \cdot 2 \cdot d \cdot R$ ($\Omega \cdot m$)
1.8	4	45.23

Del anexo D, se desprende, básicamente lo siguiente:

1. Las mallas de tierra que se van a construir, en su conformación topológica, se muestran en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1303-A.
2. Se utilizarán varillas copperweld de 2.4 m, la separación entre ellas, será de al menos 4.50 metros, como se muestra en el plano de tierras y en sus detalles en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1309-A.
3. El enriquecimiento de tierra es obligatorio en cada varilla, de acuerdo a la propuesta del anexo D.
4. El cable de tierra será de cobre calibre 2/0 AWG.
5. Las uniones hacia los puntos de tierra de las áreas a servirse, pueden ser de diferentes calibres, según se indican en los planos.
6. Todas las soldas son exotérmicas.
7. Para el presente caso se define no instalar electrodos activos, si bien dan muy buen resultado en la medición de la tierra de la malla en un inicio, a la postre resultan un problema, pues requieren un mantenimiento regular cada 6 meses, en caso que no se realice dicho mantenimiento, los electrodos activos empiezan a perder sus características de baja resistencia, empezando a subir sus mediciones.
8. Para el caso de la mejora con GEM o ECUAGEM, los resultados son durables por lo menos durante los próximos 35 años, que es el tiempo de vida útil de las varillas copperweld. El carbón mineral no se deteriora, por lo que es la mejor opción de construir las mallas de tierra indicadas. Prácticamente su mantenimiento se reduce a mantener húmedo el terreno y en el peor de los casos, el carbón mineral tiene muy baja resistividad incluso si está seco, lo cual implica que, aunque no se humedezca a la malla de tierra, los resultados serán durables y sin mayor variación con el tiempo.

4.5.12. PARARRAYOS

Se montará una torre de 15 metros de altura para comunicaciones y en la parte superior se instalará un pararrayos tipo franklin, se presenta el estudio de protección contra descargas atmosféricas en el anexo E, y su área de protección se ha determinado que sea con las normas NFPA 780 e IEC 3205, definiendo un radio de esfera rodante de 60m, lo cual nos da un nivel de protección IV, que considerando que es un área libre de explosivos, y de poca concurrencia de personas, es lo más adecuado para su diseño.

En el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1310-A, se indica claramente las áreas de protección y nos hemos concentrado en el área de equipos. En este caso se encontró que el pararrayo en la torre de comunicaciones no es suficiente para proteger el área de equipos, por lo que es necesario instalar un segundo pararrayo, el cual se ubicará sobre un poste de hormigón circular de 12 metros de altura, tal como se muestra en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1310-A.

En la parte superior de la torre, además de un pararrayos, se encuentra una baliza para señalización de presencia para las naves aéreas. La baliza se ha diseñado del tipo

fotovoltaica, lo cual le da independencia total de energía eléctrica, pues su sistema garantiza autonomía de 16 horas, con la carga solar y un tiempo de duración superior a los 10 años.

Los dos pararrayos cuentan con un contador de descargas, cada uno, ubicado en el pie de la torre y del poste; su conexión a tierra será a través de un cable aislado 2/0 AWG tipo TTU, a través de una caja metálica que contiene una barra de cobre, donde se unirá el cable que baja desde el pararrayos, los detalles constructivos se muestran en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1310-A.

4.6. Ruta de Cables

En el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1307-A, se presenta un resumen de todos los circuitos principales, secundarios e iluminación perimetral, donde se detalla tipo de tubería, número de ductos, circuito eléctrico, tipo de conductor y distancia.

4.7. RESUMEN DE PRESENTACIÓN ELÉCTRICA, EN PLANOS Y DIAGRAMAS

Todo lo anteriormente indicado se resume en lo siguiente:

CODIGO DE PLANO	CONTENIDO
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1300-A	SISTEMA ELÉCTRICO DEL TANQUE LLANO GRANDE ALTO
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1301-A	RED DE MV Y CANALIZACIÓN DE BV
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1302-A	DIAGRAMA UNIFILAR
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1303-A	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1304-A	UBICACIÓN DE EQUIPOS
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1305-A	ILUMINACIÓN INTERNA Y FUERZA
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1306-A	ILUMINACIÓN EXTERNA Y PERIMETRAL
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1307-A	RUTA DE CABLES (PLANO DE DUCTOS)
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1308-A	DETALLES DE OBRA CIVIL
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1309-A	DETALLES MALLAS DE TIERRA Y TABLEROS
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1310-A	PROTECCION DE PARRAYO (INCLUYE DETALLES)

En el ANEXO H-4, se presenta todos los planos correspondientes al sistema eléctrico del Tanque de Llano Grande Alto.

4.8. LISTA DE MATERIALES SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO

En el anexo F-4, se presenta el listado de materiales del sistema eléctrico interno, con sus cantidades, en lo que se refiere a:

- Tablero de distribución principal (TDP)
- Tableros de distribución varios.
- Instalaciones interiores de la edificación.
- Sistema de mallas a tierra
- Sistema de protección contra descargas atmosféricas
- Sistema de iluminación perimetral.
- Etc.

Nota: Este listado se realiza de acuerdo al proyecto aprobado por la Empresa Eléctrica Quito (EEQ), por lo que pueden existir variantes con respecto al presupuesto referencial.

4.9. PRESUPUESTO REFERENCIAL

El valor del presupuesto del sistema eléctrico del tanque Llano Grande Alto se encuentra en el Anexo G-4. Además, se presenta un resumen general del presupuesto de todos los tanques al final de la memoria como Anexo General 2.

4.10. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Las especificaciones técnicas de los elementos que forman parte el estudio del sistema de eléctrico se presentan de manera general para todos los tanques en el Anexo General 1. Dicho anexo se presenta una sola vez al final de las memorias.

4.11. ANEXOS

- ANEXO A-4: DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA
- ANEXO B-4: CÁLCULO DE CAÍDA DE VOLTAJE
- ANEXO C-4: LISTA DE MATERIALES MV, ACOMETIDA Y MEDIDOR.
- ANEXO D: RESISTIVIDAD, MALLA DE TIERRA Y MEJORAMIENTO DEL SUELO, DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE Y REDES DE CALDERÓN
- ANEXO E: SISTEMA DE PARARRAYOS, PROTECCIÓN CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE Y REDES DE CALDERÓN
- ANEXO F-4: LISTA DE MATERIALES SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO
- ANEXO G-4: PRESUPUESTO DEL PROYECTO
- ANEXO H-4: PLANOS

ANEXO “A-4”

DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA

ANEXO “B-4”

CÁLCULO DE CAÍDA DE VOLTAJE

ANEXO “C-4”

LISTA DE MATERIALES MV, ACOMETIDA Y MEDIDOR.

ANEXO “D”

RESISTIVIDAD, MALLA DE TIERRA Y MEJORAMIENTO DEL SUELO, DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE Y REDES DE CALDERÓN

ANEXO “E”

SISTEMA DE PARARRAYOS, PROTECCIÓN CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE Y REDES DE CALDERÓN

ANEXO “F-4”

LISTA DE MATERIALES SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO

ANEXO “G-4”

PRESUPUESTO DEL PROYECTO

ANEXO “H-4”

PLANOS

5. TANQUE DE AGUA POTABLE LLANO GRANDE BAJO

5.1. GENERALIDADES

El tanque de agua potable de Llano Grande Bajo, forma parte del sistema de distribución Collaloma - Bellavista, con una capacidad de 875m³, se encuentra situado en la parte este de Calderón, de la ciudad de Quito.

A una altura de 2609 msnm

Tabla 5.1 Coordenadas UTM-WGS84 ZONA 17

Coordenadas UTM-WGS84 ZONA 17	ESTE	NORTE
LLANO GRANDE BAJO	786530.01	9987058.35

Fuente: INGECONSULT, 2019

La Empresa de Agua Potable de Quito, EPMAPS, se encuentra mejorando las instalaciones de agua potable para entregar un mejor servicio a la ciudadanía, para lo cual ha incrementado un conjunto de instalaciones hidráulicas llamadas Estructura de Control (EDC), supervisión al proceso, automatizando al sistema y mejorando las comunicaciones, este conjunto de mejoras determinan un mayor consumo de energía eléctrica y nuevas instalaciones en el sistema eléctrico de redes de agua potable de Calderón.

5.2. OBJETIVO

Este documento entrega los lineamientos generales que se realizarán para mejorar y adecuar las instalaciones eléctricas del predio y de proceso del Tanque Llano Grande Bajo.

5.3. SISTEMA ELÉCTRICO

El Sistema eléctrico se divide en dos partes, la una corresponde a la provisión de energía por parte de la Empresa Eléctrica Quito (EEQ), en el Anexo General 3 se presenta el proyecto eléctrico del Tanque Llano Grande Bajo, APROBADO por la EEQ.

La segunda parte, corresponde al sistema eléctrico a partir del medidor de energía eléctrica.

5.4. Parte I: RED DE MEDIO VOLTAJE, ACOMETIDA Y MEDICIÓN ELÉCTRICA

5.4.1. ANTECEDENTES

El tanque de agua potable de Llano Grande Bajo, forma parte del sistema de distribución Collaloma, con una capacidad de 875m³, se encuentra ubicado en la calle Fe y Alegría S/N en la parte este de Calderón, que se denomina Llano Grande Bajo de la ciudad de Quito a una cota de 2609ms y en las coordenadas UTM-WGS84 ZONA 17. Este 786530.01, Norte 9987058.35,

La Empresa de Agua Potable de Quito, EPMAPS, se encuentra mejorando las instalaciones de agua potable para entregar un mejor servicio a la ciudadanía. Para lo cual ha incrementado un conjunto de instalaciones hidráulicas, supervisión al proceso, automatizando al sistema y mejorando las comunicaciones.

Lo cual implica alterar el sistema eléctrico, reemplazando acometidas y medidor eléctrico.

Para lo cual se requiere la instalación de un transformador de 25kVA en el poste existente, con todos sus accesorios de protección primario y secundario de acuerdo al nuevo estudio de cargas realizado. Para este requerimiento el constructor debe realizar la solicitud de cambio de servicio a la Empresa Eléctrica Quito (EEQ).

5.4.2. DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA

De acuerdo a la ubicación del tanque en cuestión, al ser un usuario atípico (bombas, equipos especiales de riego, controles, vivienda guardia, etc.), se estima disponer una demanda, presentada en el anexo A-5.

Del anexo A-5, tenemos el siguiente resumen:

CIR: 36.11 kW

DDt = Demanda de Diseño total = DD1+DD2 (kVA)

(%) = Porcentaje de sobrecarga (90%)

DDt = 22.48 kVA

DD = Demanda de diseño = DDt. 0.9

DD = 20.23 kVA

Por lo que se instalará un transformador de 25 kVA.

5.4.3. DESCRIPCIÓN RED DE MEDIO VOLTAJE

Actualmente existe una red aérea monofásica a 22.8 GRDY / 13.2 kV, que es de propiedad de la EEQ, en la misma dirección que el Tanque Llano Grande Bajo, en la vereda del frente.

En el poste existente Pe1 (con coordenadas: X 786565.464; Y 9987035.224) de hormigón armado circular de 12m de altura se proyecta instalar el transformador monofásico de 25 kVA, y el seccionador portafusible unipolar tipo abierto de 27kV, 100A, como se indica en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1401-A.

5.4.4. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Para el diseño del sistema eléctrico, se utiliza los normativos de la EEQ y de acuerdo al estudio de la demanda del Anexo A-5, el centro de transformación proyectado será, monofásico de las siguientes características:

Centro de transformación CT-1:

Se instalará en el poste existente Pe1.

Tipo: Convencional monofásico

Potencia: 25 kVA

Voltaje primario: 22.8 / 13.2 kV, GRD-Y

Voltaje secundario: 240 / 120 V

Tap: +1 / -3x2.5%

5.4.5. DESCRIPCIÓN RED DE BAJO VOLTAJE

Se partirá de los terminales de bajo voltaje del transformador, con conductor tipo TTU, de cobre, calibre 2 AWG, para las fases y conductor de cobre desnudo calibre 2AWG para el neutro, soterrados a través de dos pozos tipo B, mediante ductos de 110 mm de diámetro, de PVC pesado, como se indica en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1401-A, desde el pozo Pz-2, se alimentará al tablero de medidor ubicado en el cerramiento del lote.

Se ha verificado que el máximo de caída de voltaje sea inferior al 3%, que es el porcentaje máximo permitido según las Normas de la EEQ, para este tipo de usuario cuyo anexo de caída de voltaje se muestra en el Anexo B-5.

5.4.6. SECCIONAMIENTO Y PROTECCIONES

5.4.6.1. Medio voltaje:

Para la protección y seccionamiento del transformador, se prevé instalar un seccionador fusible unipolar tipo abierto, 27kV, 100A, con tirafusible de 5 A, tipo H, que irá ubicado en el poste existente Pe1, como se aprecia en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1401-A. Su derivación de la red aérea, se la realizará con cable tipo TTU, Cobre, 2 AWG.

Para protección contra descargas atmosféricas se prevé un pararrayos de 18 kV, que se fijará en el transformador de 25 kVA.

5.4.6.2. Bajo voltaje:

El transformador diseñado es del tipo convencional, razón por la que se instalará una capaceta bajo el transformador, que tendrán dos cartuchos fusible tipo NH1, de 100 A, fijadas en base portafusibles NH1, 250 A. Desde las bases NH1, saldrá el circuito de bajo voltaje hacia el tablero de medidor, con cable tipo TTU, 2 AWG, de cobre, para las fases y con cable tipo TTU, 2 AWG, de cobre el neutro.

5.4.7. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

Para el sistema de puesta a tierra, se ha previsto realizar un montaje con dos varillas copperweld de 15 mm, de diámetro y de 2.40 m de longitud de alta camada, con sueldas exotérmicas.

Los valores de medición estarán de acuerdo a los requerimientos de la EEQ y será menor a 25 Ω , para lo cual el constructor instalará GEM, para enriquecer el suelo y mejorar la resistividad de este, para lograr dicha medición.

Para el final de circuito de bajo voltaje, que viene a ser el medidor E1, se prevé instalar 1 varilla copperweld de 15 mm, de diámetro y de 2.40 m de longitud, con suelda exotérmica para conectar a la tierra del medidor de energía eléctrica.

5.4.8. MEDICIÓN ELÉCTRICA

Actualmente existe un medidor de energía eléctrica con número 1017347. Debido al incremento de carga, se planifica que instalar un nuevo medidor totalizador en el ingreso a la propiedad. Se proyecta construir una mocheta en el cerramiento, de libre ingreso por la calle pública, de tal modo de no necesitar pedir permiso, para las tomas de lecturas de consumo. El medidor lo proveerá la EEQ.

El detalle del montaje del tablero se muestra en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1408-A.

5.4.9. MATERIALES

En el anexo C-5, se presenta la lista de equipos y materiales, para el sistema de medio voltaje, la cual se realiza de acuerdo al proyecto aprobado por la Empresa Eléctrica Quito (EEQ), por lo que pueden existir variantes con respecto al presupuesto referencial.

5.5. PARTE II: SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO

En esta parte, se dispone de los criterios y diseños eléctricos a partir del medidor de energía eléctrica, en toda la parte interna de los tanques de almacenamiento.

5.5.1. CRITERIOS DE DISEÑO

En el presente Estudio de Diseño Eléctrico se establece los aspectos más importantes a ser tomados en cuenta para el sistema eléctrico. La alimentación del sistema eléctrico será construida bajo las normas generales del Código Eléctrico Ecuatoriano, el mismo está

apegado a las normas eléctricas National Electrical Code (NEC) y las normas de seguridad National Fire Protection Association (NFPA). Tomando en cuenta para su aplicación las características de los materiales y equipos disponibles en el mercado local.

- Gabinete para sistema eléctrico, sistema de control y sistema SCADA: Se tendrá un solo gabinete, dividido en tres cuerpos, el primero para el tablero de distribución principal del área eléctrica, el segundo para el sistema de respaldo baterías; y el tercero para el sistema de control y SCADA.
- Tablero de protección principal (TP): Se ubicará inmediatamente después del tablero de medidor (TM), y servirá como principal protección de las instalaciones eléctricas del tanque. La alimentación del medidor de energía eléctrica, llegará hasta éste tablero de protección principal.
- Tablero de distribución principal (TDP): Será el sistema principal de interrupción y protección de las instalaciones eléctricas del tanque, donde se proyecta centralizar todas las cargas que alimentaran al cuarto de válvulas principal y los diferentes subtableros de distribución (STD-X) del tanque “Llano Grande Bajo”, y dispondrá de todas las protecciones necesarias para este fin. Esto permitirá garantizar la previsión del mantenimiento eléctrico, sin que se vea afectado el normal funcionamiento del tanque de agua, además posibilita un fácil reconocimiento de fallas eléctricas en caso de producirse.
- Centros de carga (STD-X): Los centros de carga corresponden a los tableros de donde se derivarán todos los circuitos de iluminación y fuerza que alimentaran a los equipos que se encuentren en áreas distintas al cuarto de válvulas principal.
- Alimentador red principal de bajo voltaje: Desde el tablero de protección principal (TP) se derivará, como alimentador principal, un circuito que alimentará el Tablero de Distribución Principal (TDP); de éste se derivarán los alimentadores de la red secundaria que alimentarán a los centros de carga o Subtableros de Distribución (STD-X).
- El presente proyecto contempla como máximo un 5% de caída de voltaje desde el tablero de medidores hasta los circuitos finales, teniendo como referencia para este propósito el nivel de voltaje en el centro de carga.
- Se contempla dos tipos de instalaciones internas, para los sistemas de iluminación y fuerza:
 - Para instalaciones que se encuentren dentro de los cuartos de válvulas, se utilizará tubería eléctrica intermedia (IMC). Las cuales están diseñado para proteger los cables eléctricos del ambiente corrosivo que existe en estas áreas.
 - Para las instalaciones en áreas donde no se tiene una alta exposición a la humedad, se utilizará tubería eléctrica metálica (EMT), la cual está diseñada especialmente para la conducción de cables eléctricos para zonas industriales, comerciales y residenciales; manteniendo el cableado aislado y protegiéndolo contra todo tipo de amenazas que pudieran dañarlo.

5.5.2. ACOMETIDA EN BAJO VOLTAJE.

- Retiro de cable de acometida actual desde el medidor hasta tablero principal ubicado en el cuarto de válvulas.
- Tendido y conexionado de cable de acometida eléctrica nuevo, desde el medidor de energía eléctrica hasta el Tablero de Distribución Principal TDP y Control TCP, ubicado en la adecuación del cuarto de válvulas y control.

Para el cálculo de los alimentadores se considera todos los circuitos que proveerán la potencia requerida en las diferentes áreas del tanque.

5.5.2.1. Alimentadores principales

En la sección correspondiente a la cámara de transformación se establece que el transformador que se instalará será de 25 kVA donde la acometida de bajo voltaje es considerada desde los fusibles NH hasta el Tablero de Medidor (TM), y posteriormente al Tablero de Protección principal (TP). Desde el TP se alimentará al Tablero de Distribución Principal (TDP) mediante el circuito denominado Circuito-TDP. Como se puede ver en el diagrama unifilar general presentado en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1402-A, así como en la red de bajo voltaje del plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1401-A.

Con la demanda total del tanque, tomada del anexo A-5, se realiza el cálculo de caída de voltaje, presentado en el anexo B-5. En la tabla 5.2 se especifica la capacidad y características de la acometida de bajo voltaje y el circuito-TDP, considerando que este ramal tendrá que alimentar todas las cargas del tanque “Llano Grande Bajo”. La acometida de bajo voltaje se instalará de manera soterrada utilizando la canalización de tubería PVC de 110mm y pozos de bajo voltaje tipo B; por su parte el circuito-TDP se instalará utilizando la canalización de tubería PVC de 50mm, pozos de bajo voltaje tipo B y las cámaras eléctricas de revisión, tal como se puede apreciar en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1401-A.

Tabla 5.2 Alimentadores principales

Descripción	Demanda (kVA)	Conductores	In(A)	Protección
Acometida BV	20.23	2x2 AWG, TTU, Cu + 2 AWG, Cu Desn.	84.29	2Px100A
Circuito TDP	20.23	2x2(1x2), AWG, TTU, Cu.	84.29	2Px100A

5.5.2.2. Alimentadores Secundarios

Los alimentadores secundarios para se consideran los que se derivan desde el TDP hasta los centros de carga (STD-X), donde se distribuirán los circuitos de iluminación o fuerza de las áreas fuera del cuarto de válvulas principal de acuerdo a lo detallado en los diagramas unifilares presentados en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1402-A.

Se ha realizado el análisis de caída de voltaje, el cual se presenta en el anexo B-5, donde se ha tomado en cuenta que la caída de voltaje no supere el 5%, desde el tablero de medidor hasta cada centro de carga.

En la tabla 5.3 se resume el calibre del conductor que alimentará a los centros de carga.

Tabla 5.3 Alimentadores secundarios

Descripción	Potencia (kVA)	Alimentadores hasta los centros de carga de circuitos normales (STD-X)	In(A)	Factor de seguridad 1.25	Protección
CC-01	4.00	3x4 AWG, Concéntrico	33.33	41.67	1Px50A
STD-B	4.00	1x4(1x4)+1x4, AWG THHW, Cu	33.33	41.67	1Px50A

5.5.3. CUARTO DE VÁLVULAS Y CONTROL EDC:

- Retiro de tablero de distribución principal de iluminación y toma Corrientes existente.
- Instalación de nuevo tablero de iluminación y toma corrientes y conexionado de las cargas correspondientes TDP.

- Retiro de conductores eléctricos de los circuitos de iluminación interior, exterior, emergencia y toma corrientes, retiro de boquillas plafón, piezas de interruptor y tomacorrientes y luminarias de emergencia.
- Instalación de un Tablero de Distribución Principal de Control TCP CU-E y Gabinete de Baterías.

Como se muestra en los planos LTR-F3-CON-ELE-P-P-1404-A y LTR-F3-CON-ELE-P-P-1409-A

5.5.4. GABINETE GENERAL: SISTEMA ELÉCTRICO - SCADA - SISTEMA DE CONTROL

Se proyecta instalar un solo gabinete que unifica al sistema eléctrico y al sistema de control SCADA.

El gabinete será de doble fondo metálico, sujeción con pernos, ventilador, filtros, con las siguientes características:

- Tipo Modular
- Dimensiones: 250x160x50 cm
- Material: acero pintado color RAL7035
- Chapa de 2mm de espesor
- Grado de Protección: IP68 / Nema 12
- Certificado grado de protección mecánica a los choques: IK10.
- Dividido en tres sectores:
 - Área eléctrica: 40cm de ancho, una sola puerta de 40x160cm.
 - Área de baterías: 120 cm de ancho, dos puertas de 60x160cm
 - Área de SCADA: 90 cm de ancho, dos puertas de 45x160cm

5.5.5. DISEÑO DE TABLEROS PRINCIPALES

Para el diseño de los tableros eléctricos se considera todos aquellos que se alimentarán desde los bushings del secundario del transformador hasta cada tablero que se requiere para el funcionamiento del tanque “Llano Grande Bajo”. En la tabla 5.4 se resume los tableros eléctricos, necesarios.

Tabla 5.4 Tableros Eléctricos.

Abreviatura	Descripción	Demanda (kVA)	Ubicación
TM	Tablero de Medidor	20.23	Fachada, ingreso de la propiedad
TP	Tablero de Protección principal	20.23	Posterior al Tablero de Medidor
TDP	Tablero de Distribución Principal	20.23	Cuarto de Válvulas

5.5.5.1. TABLERO DE DISTRIBUCION PRINCIPAL TDP:

En el primer sector del gabinete general se instalarán todos los elementos del TDP, el cual tendrá una altura de 160 cm, ancho de 40 cm, profundidad de 50 cm. Contendrá barras de cobre, capacidad de 180 A, para fases, neutro y tierra, un breaker principal 2Px100A, tipo caja moldeada y breakers tipo riel din de diferentes valores, como se indica en las especificaciones técnicas y en el plano de diagrama unifilar LTR-F3-CON-ELE-P-P-1402-A. La disposición general de los elementos se detalla en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1409-A.

Desde el TDP, se controla:

- a) Circuito de Iluminación Interior

- b) Circuito de Tomacorrientes.
- c) Iluminación perimetral y patios
- d) Subtablero de distribución del Baño

5.5.6. SISTEMA UPS.

Ubicado en el cuarto de control EDC, se alimentará desde las barras de distribución instalada en el TDP, para las fases y el neutro; la tierra vine directamente con cable TTU calibre 2 AWG desde la malla de tierra del área electrónica, nótese que no pasa por la protección principal del TDP.

El detalle interno de este segundo sector, así como del tercero correspondiente al sistema SCADA, se presenta en el sistema de control y SCADA.

5.5.7. TCP.

Este tablero es el destinado a Control, Instrumentación y Comunicaciones, dicho sistema se presenta en la ingeniería electrónica.

Se ha verificado que el máximo de caída de voltaje desde el tablero de medidor sea inferior al 5%, que es la norma permitida, cuyo anexo de caída de voltaje se muestra en el Anexo B-5.

5.5.8. CIRCUITOS ELÉCTRICOS

5.5.8.1. Circuitos eléctricos de iluminación y luces de emergencia

Serán todas las actividades para la instalación de tuberías (IMC / EMT), cajas metálicas, conductores y piezas eléctricas (interruptores simples, dobles, conmutadores, sensores, etc.) para dar servicio a una lámpara, un foco o luminarias en general.

Procedimiento:

La altura recomendada por el diseñador eléctrico, debe ser medida desde la parte inferior del cajetín hasta el nivel de piso terminado, salvo indicación contraria, los interruptores se colocarán a 130 cm de altura y los cajetines y piezas en posición vertical.

Los conductores serán tipo THHW-flexible calibre No. 14 AWG para fase y neutro, más No 14 AWG para tierra (color verde) de acuerdo a la distribución de los planos de diseño, la cantidad de conductores irá de acuerdo a lo establecido en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1405-A, correspondiente a las instalaciones eléctricas internas.

Para las lámparas de emergencia se instalará un punto de iluminación, la altura de instalación estará a criterio del fiscalizador, sin que ésta sea inferior a 180 cm. Dicho punto, se conectará directamente al circuito de iluminación más cercano sin ningún tipo de interruptor.

Existirán dos tipos de instalaciones:

- En el cuarto de válvulas, o áreas con ambientes de alta humedad, se utilizará tubería IMC, y todos los accesorios, como cajetines, uniones, codos, etc., deberán ser diseñados para tubería IMC. De igual manera, los interruptores simples y dobles, a instalarse, deberán ser herméticos o tener una placa hermética con una protección IP66 o superior.
- En las demás áreas se utilizará tubería EMT, con sus accesorios correspondientes. Las placas serán decorativas del color que el promotor las requiera.

5.5.8.2. Circuito de Fuerza Normal

Serán todas las actividades que se requieran para la instalación de tuberías (IMC / EMT), cajas, conductores y piezas eléctricas (tomacorrientes) para dar servicio a los circuitos de tomacorrientes.

Procedimiento:

Para el tomacorriente normal en pared: la altura recomendada debe ser medida desde la parte inferior del cajetín hasta el nivel de piso terminado, existirán dos alturas $h_1=40\text{cm}$ y $h_2=130\text{cm}$, indicadas en los planos correspondientes, y se colocarán en posición horizontal.

La ubicación será de acuerdo al plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1405-A, los conductores serán tipo THHW-flexible calibre No. 12 AWG para fase y neutro, más N° 12 AWG para tierra (color verde). Los tomacorrientes serán del tipo doble polarizado.

Existirán dos tipos de instalaciones:

- En el cuarto de válvulas, o áreas con ambientes de alta humedad, se utilizará tubería IMC, y todos los accesorios, como cajetines, uniones, codos, etc., deberán ser diseñados para tubería IMC. De igual manera, para los tomacorrientes se utilizarán tapas herméticas con una protección IP66 o superior.
- En las demás áreas se utilizará tubería EMT, con sus accesorios correspondientes. Las tapas serán decorativas del mismo color de la pieza de tomacorriente respectivo.

5.5.9. ELEMENTOS ELÉCTRICOS DE LA INSTALACION

5.5.9.1. Luminaria LED hermética sobrepuesta, instalación interior.

Se utilizará en el techo del cuarto de válvulas y en el techo de la estructura de control, su instalación será hermética utilizando prensa estopas y cable concéntrico 3x14AWG, las características de las luminarias son:

- Potencia; 40 Watts tubo LED
- Tension 120-240Vac.
- Tipo de distribución; directo simétrico.
- Tipo de montaje; sobrepuesto
- Carcaza; policarbonato color blanco
- Junta de poliuretano.
- Protección IP 65 Temperatura de color 6 000K
- Apto para lugares húmedos.



5.5.9.2. Luminaria LED exterior, tipo hermética instalada sobre pared.

Características:

- Potencia: 70 Watt
- Flujo luminoso: 3200lm
- tipo LED 100-277Vac



5.5.9.3. Luminaria exterior para tumbado

Características:

- Tipo tortuga para exterior.
- Para instalar directamente en superficie techo o pared.
- Portalámparas focos E27 hasta 26W
- Tensión: 120Vac 60Hz
- Protección: IP 65 o superior
- Con difusor de vidrio



5.5.9.4. Luminaria tipo vías y patios

Estas luminarias se instalarán en el exterior de los edificios en las vías y en el perímetro del predio, se instalarán sobre postes hormigón de 9 metros de altura con brazo de 1 metro de longitud

Características:

- Tipo: LED
- Protección: IP 65
- Potencia: 70watt
- Tensión: 100-240V 60Hz.
- Temperatura de color: CCT(K) 5000
- Flujo luminoso: 7445 lm



5.5.9.5. Luminarias de emergencia

Con la finalidad de dar seguridad a las personas cuando ocurre un corte de energía, se han dispuesto dos luminarias de emergencia por edificio, tanto en el cuarto de válvulas como en la estructura de control y cuarto de control.

Características:

- Carcaza; termoplástica, color blanco
- Cabezales; cuadrados ajustables con dos lámparas de 1.6 Watt cada uno.
- Lámparas tipo: LED
- Distribución; Simétrica dirigible.
- Control: automático con botón de prueba e indicador de carga.
- Tensión de operación 120V- 277 Vac,
- Flujo luminoso Lm; 170
- Temp. De color (k) 6000 IRC 70
- Factor de potencia; 0.7
- Autonomía; 90 Minutos.
- Tipo de montaje; sobrepuesto sobre pared.



5.5.9.6. Tomacorrientes monofásicos 120Vac.

Las piezas de tomacorrientes serán de marca reconocida, conformada por el marco de dos tomacorrientes dobles polarizados fase, neutro más tierra, 15Amp. 120Vac, con conexión por medio de tornillos, con placa doble con tapas de protección de ingreso de agua.

La altura de montaje debe superar al nivel de inundación de tal manera que no ingrese agua a los bornes del tomacorriente.



5.5.9.7. Instalación de cables

Los cables eléctricos, serán tendidos de acuerdo; estructura del proyecto, al nivel de tensión, al sistema que corresponde; control, fuerza, etc.

Los tipos de instalación se describen a continuación.

El sistema de ductos para cables eléctricos a utilizar en este Proyecto será:

- Ductos.
- Tubos Conduit.
- Manguera negra reforzada

5.5.9.8. Ductos

Los bancos de ductos serán en PVC, cumpliendo los normativos de la EEQ, en áreas de circulación vehicular, obligatoriamente llevarán una capa de concreto, en el resto de áreas, su profundidad de enterramiento será 50 mm desde el piso terminado hasta la parte superior del ducto más cercano a la superficie.

Los bancos de ductos subterráneos deberán ser diseñados con una pendiente de 3 por mil como mínimo hacia los sótanos o drenajes para escurrir las aguas. En aquellos casos en los cuales el tubo deba aflorar a la superficie debe hacerse la transición PVC- Conduit metálico galvanizado en caliente. Las llegadas de los tubos de PVC a las cámaras se harán con campanas de remate. Las uniones en tuberías de PVC deberán ser ejecutadas con un cemento adecuado que provea un empalme firme y a prueba de agua.

Las cámaras eléctricas serán diseñadas en forma tal que su tamaño permita un adecuado manejo e instalación y mantenimiento de los cables. En los planos LTR-F3-CON-ELE-P-P-1407-A y LTR-F3-CON-ELE-P-P-1408-A, se aprecia, recorridos y tipos de ductos con sus detalles constructivo.

5.5.9.9. Tubos Conduit IMC

Los tubos Conduit serie intermedia (IMC), galvanizado electrolítico, se utilizarán, preferentemente, en instalaciones de edificaciones, embutidos o vistos en paredes o losas, para iluminación y toma corrientes.

Los tubos Conduit diámetro 3/4" instalados horizontalmente, adosados a edificios o estructuras, deberán tener soportes cada 1.5 m, los tubos Conduit diámetro 1" en adelante deberán tener soportes cada 1.2m. Los tramos rectos sujetos a cambios de temperatura ambiente tendrán juntas de expansión. Ningún tramo de Conduit entre cajas de empalme y salidas, etc., deberá tener más de tres curvas de 90.

Será utilizada en circuitos de alimentación a tableros de fuerza, y control utilizados para procesos, con todos los accesorios necesarios para conexión y continuidad de

conducción, las cajas son de diferentes tipos con sus tapas correspondientes; cuadradas con salidas roscadas, cajas tipo LB, LR, T, LL, etc.

5.5.9.10. Tubería metálica EMT

Será utilizada en circuitos de iluminación y tomacorrientes, embebidos en hormigón o a la vista, con los accesorios de instalación completos como; uniones, conectores, coronas, en los circuitos exteriores, la tubería EMT debe ser sujeta por medio de abrazaderas doble aleta tipo omega.

5.5.9.11. Manguera negra reforzada

Manguera plástica reforzada, de polietileno de alta densidad, de 2" (50mm), clase C color negra, resistente a la intemperie, membrana rígida, para uso de acometidas eléctricas, tendido de cable para iluminación, servicios de video vigilancia, semaforización y de telecomunicaciones.

5.5.10. ILUMINACIÓN PERIMETRAL Y PATIOS.

- Luminarias perimetrales existentes; retiro de cable enterrado que alimentan las luminarias.
- Retiro de luminarias perimetrales existentes y cables de alimentación desde la lámpara hasta el cable principal.

El nuevo diseño, contempla postes de 9 m de longitud de hormigón centrifugado, con luminarias tipo LED de 100 w. En los casos donde no se puede acceder con grúa, se instalarán postes de postes de plástico reforzado con fibra de vidrio de 9 m de altura.

Los detalles se aprecian en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1406-A, la alimentación eléctrica se realizará con cable de cobre tipo TTU calibre 8 AWG, para las fases y conductor de cobre desnudo calibre 8 AWG para la tierra, embebido en manguera negra de 50 mm de diámetro, a través de los pozos indicados.

El control se realiza desde el TDP, mediante un selector de tres POSICIONES: ON, OFF/AUTOMATICO, en manual se prende directamente todo el grupo de luminarias, en off, se apaga todo y en automático, se controla con fotocélula según sea de día o de noche. La fotocélula de control se ubicará en la pared más cercana al TDP, para que opere con la luz del día. Como se aprecia en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1406-A.

Los conductores se instalarán de manera soterrada, a través de manguera negra reforzada de 50mm, utilizando las cámaras de revisión eléctricas, y pozos tipo A de 60x60x60cm. Los detalles de la obra civil de pozos se indican en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1408-A.

5.5.11. RESISTIVIDAD, MALLA DE TIERRA Y MEJORAMIENTO DEL SUELO

En el anexo D, se dispone de un estudio del sistema de puesta a tierra. La puesta a tierra tendrá una nueva configuración partiendo desde los valores de resistencia y resistividad del terreno. De acuerdo a la tabla abajo indicada.

Tabla 5.5 Medición De Resistencia - Llano Grande Bajo

MEDICION DE RESISTENCIA Y RESISTIVIDAD CALCULADA		
Método de Wenner		
Resistencia medida (R) Ω	Distancia de electrodos d (m)	Resistividad $\rho = \pi \cdot 2 \cdot d \cdot R$ (Ω.m)
2.77	4	69.67

Del anexo D, se desprende, básicamente lo siguiente:

1. Las mallas de tierra que se van a construir, en su conformación topológica, se muestran en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1403-A.
2. Se utilizarán varillas copperweld de 2.4 m, la separación entre ellas, será de al menos 4.50 metros, como se muestra en el plano de tierras y en sus detalles en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1409-A.
3. El enriquecimiento de tierra es obligatorio en cada varilla, de acuerdo a la propuesta del anexo D.
4. El cable de tierra será de cobre calibre 2/0 AWG.
5. Las uniones hacia los puntos de tierra de las áreas a servirse, pueden ser de diferentes calibres, según se indican en los planos.
6. Todas las sueldas son exotérmicas.
7. Para el presente caso se define no instalar electrodos activos, si bien dan muy buen resultado en la medición de la tierra de la malla en un inicio, a la postre resultan un problema, pues requieren un mantenimiento regular cada 6 meses, en caso que no se realice dicho mantenimiento, los electrodos activos empiezan a perder sus características de baja resistencia, empezando a subir sus mediciones.
8. Para el caso de la mejora con GEM o ECUAGEM, los resultados son durables por lo menos durante los próximos 35 años, que es el tiempo de vida útil de las varillas copperweld. El carbón mineral no se deteriora, por lo que es la mejor opción de construir las mallas de tierra indicadas. Prácticamente su mantenimiento se reduce a mantener húmedo el terreno y en el peor de los casos, el carbón mineral tiene muy baja resistividad incluso si está seco, lo cual implica que, aunque no se humedezca a la malla de tierra, los resultados serán durables y sin mayor variación con el tiempo.

5.5.12. PARARRAYOS

Se montará una torre de 15 metros de altura para comunicaciones y en la parte superior se instalará un pararrayos tipo franklin, se presenta el estudio de protección contra descargas atmosféricas en el anexo E, y su área de protección se ha determinado que sea con las normas NFPA 780 e IEC 3205, definiendo un radio de esfera rodante de 60m, lo cual nos da un nivel de protección IV, que considerando que es un área libre de explosivos, y de poca concurrencia de personas, es lo más adecuado para su diseño.

En el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1410-A, se indica claramente las áreas de protección y nos hemos concentrado en el área de equipos.

En la parte superior de la torre se encuentra el pararrayos y además una baliza para señalización de presencia para las naves aéreas. La baliza se ha diseñado del tipo fotovoltaica, lo cual le da independencia total de energía eléctrica, pues su sistema garantiza autonomía de 16 horas, con la carga solar y un tiempo de duración superior a los 10 años.

El pararrayos cuenta con un contador de descargas ubicado en el pie de la torre y su conexión a tierra será a través de un cable aislado 2/0 AWG tipo TTU, a través de una caja metálica que contiene una barra de cobre, donde se unirá el cable que baja desde el pararrayos, los detalles constructivos se muestran en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1410-A.

5.6. Ruta de Cables

En el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1407-A, se presenta un resumen de todos los

circuitos principales, secundarios e iluminación perimetral, donde se detalla tipo de tubería, número de ductos, circuito eléctrico, tipo de conductor y distancia.

5.7. RESUMEN DE PRESENTACIÓN ELÉCTRICA, EN PLANOS Y DIAGRAMAS

Todo lo anteriormente indicado se resume en lo siguiente:

CODIGO DE PLANO	CONTENIDO
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1400-A	SISTEMA ELÉCTRICO DEL TANQUE LLANO GRANDE BAJO
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1401-A	RED DE MV Y CANALIZACIÓN DE BV
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1402-A	DIAGRAMA UNIFILAR
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1403-A	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1404-A	UBICACIÓN DE EQUIPOS
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1405-A	ILUMINACIÓN INTERNA Y FUERZA
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1406-A	ILUMINACIÓN EXTERNA Y PERIMETRAL
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1407-A	RUTA DE CABLES (PLANO DE DUCTOS)
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1408-A	DETALLES DE OBRA CIVIL
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1409-A	DETALLES MALLAS DE TIERRA Y TABLEROS
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1410-A	PROTECCION DE PARRAYO (INCLUYE DETALLES)

En el ANEXO H-5, se presenta todos los planos correspondientes al sistema eléctrico del Tanque de Llano Grande Bajo.

5.8. LISTA DE MATERIALES SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO

En el anexo F-5, se presenta el listado de materiales del sistema eléctrico interno, con sus cantidades, en lo que se refiere a:

- Tablero de distribución principal (TDP)
- Tableros de distribución varios.
- Instalaciones interiores de la edificación.
- Sistema de mallas a tierra
- Sistema de protección contra descargas atmosféricas
- Sistema de iluminación perimetral.
- Etc.

Nota: Este listado se realiza de acuerdo al proyecto aprobado por la Empresa Eléctrica Quito (EEQ), por lo que pueden existir variantes con respecto al presupuesto referencial.

5.9. PRESUPUESTO REFERENCIAL

El valor del presupuesto del sistema eléctrico del tanque Llano Grande Bajo se encuentra en el Anexo G-5. Además, se presenta un resumen general del presupuesto de todos los tanques al final de la memoria como Anexo General 2.

5.10. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Las especificaciones técnicas de los elementos que forman parte el estudio del sistema de eléctrico se presentan de manera general para todos los tanques en el Anexo General 1. Dicho anexo se presenta una sola vez al final de las memorias.

5.11. ANEXOS

- ANEXO A-5: DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA
- ANEXO B-5: CÁLCULO DE CAÍDA DE VOLTAJE
- ANEXO C-5: LISTA DE MATERIALES MV, ACOMETIDA Y MEDIDOR.
- ANEXO D: RESISTIVIDAD, MALLA DE TIERRA Y MEJORAMIENTO DEL SUELO, DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE Y REDES DE CALDERÓN
- ANEXO E: SISTEMA DE PARARRAYOS, PROTECCIÓN CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE Y REDES DE CALDERÓN
- ANEXO F-5: LISTA DE MATERIALES SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO
- ANEXO G-5: PRESUPUESTO DEL PROYECTO
- ANEXO H-5: PLANOS

ANEXO “A-5”

DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA

ANEXO “B-5”

CÁLCULO DE CAÍDA DE VOLTAJE

ANEXO “C-5”

LISTA DE MATERIALES MV, ACOMETIDA Y MEDIDOR.

ANEXO “D”

RESISTIVIDAD, MALLA DE TIERRA Y MEJORAMIENTO DEL SUELO, DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE Y REDES DE CALDERÓN

ANEXO “E”

SISTEMA DE PARARRAYOS, PROTECCIÓN CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE Y REDES DE CALDERÓN

ANEXO “F-5”

LISTA DE MATERIALES SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO

ANEXO “G-5”

PRESUPUESTO DEL PROYECTO

ANEXO “H-5”

PLANOS

6. TANQUE DE AGUA POTABLE EL ARENAL

6.1. GENERALIDADES

El tanque de agua potable de El Arenal 1 y 2, forma parte del sistema de distribución Collaloma, con una capacidad de 1000 y 2000m³, en dos tanques respectivamente se encuentra situado en el sector Panamericana Norte, de la ciudad de Quito.

A una altura de 2697msnm

Tabla 6.1 Coordenadas UTM-WGS84 ZONA 17

Coordenadas UTM-WGS84 ZONA 17	ESTE	NORTE
El Arenal 1	782717.76	9988002.79
El Arenal 2	782720.85	9987965.97

Fuente: INGECONSULT, 2019

La Empresa de Agua Potable de Quito, EPMAPS, se encuentra mejorando las instalaciones de agua potable para entregar un mejor servicio a la ciudadanía, para lo cual ha incrementado un conjunto de instalaciones hidráulicas llamadas Estructura de Control (EDC), supervisión al proceso, automatizando al sistema y mejorando las comunicaciones, este conjunto de mejoras determinan un mayor consumo de energía eléctrica y nuevas instalaciones en el sistema eléctrico de redes de agua potable de Calderón.

6.2. OBJETIVO

Este documento entrega los lineamientos generales que se realizarán para mejorar y adecuar las instalaciones eléctricas del predio y de proceso del Tanque El Arenal

6.3. SISTEMA ELÉCTRICO

El Sistema eléctrico se divide en dos partes, la una corresponde a la provisión de energía por parte de la Empresa Eléctrica Quito (EEQ), en el Anexo General 3 se presenta el proyecto eléctrico del Tanque El Arenal, APROBADO por la EEQ.

La segunda parte, corresponde al sistema eléctrico a partir del medidor de energía eléctrica.

6.4. Parte I: RED DE MEDIO VOLTAJE, ACOMETIDA Y MEDICIÓN ELÉCTRICA

6.4.1. ANTECEDENTES

El tanque de agua potable de El Arenal 1 y 2, forma parte del sistema de distribución Collaloma, con una capacidad de 1000 y 2000m³ respectivamente, se encuentra ubicado en la Panamericana Norte, que se denomina El Arenal de la ciudad de Quito a una altura de 2697msnm y en las coordenadas UTM-WGS84 ZONA 17. El Arenal 1, Este 782817.76, Norte 9988002.79, El Arenal 2, Este 782720.85, Norte 9987965.97.

La Empresa de Agua Potable de Quito, EPMAPS, se encuentra mejorando las instalaciones de agua potable para entregar un mejor servicio a la ciudadanía. Para lo cual ha incrementado un conjunto de instalaciones hidráulicas, supervisión al proceso, automatizando al sistema y mejorando las comunicaciones.

Lo cual implica alterar el sistema eléctrico, reemplazando acometidas y medidor eléctrico.

Para lo que se prevé la instalación de una celda de medio voltaje de donde se derivará una red de MV subterránea, a través de pozos existentes tipo C, la cual alimentará a

un transformador monofásico padmounted de 25kVA proyectado, con todos sus accesorios de protección primario y secundario de acuerdo al nuevo estudio de cargas realizado. Para este requerimiento el constructor debe realizar la solicitud de cambio de servicio a la Empresa Eléctrica Quito (EEQ).

6.4.2. DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA

De acuerdo a la ubicación del tanque en cuestión, al ser un usuario atípico (bombas, equipos especiales de riego, controles, vivienda guardia, etc.), se estima disponer una demanda, presentada en el anexo A-6.

Del anexo A-6, tenemos el siguiente resumen:

CIR: 36.88 kW

DDt = Demanda de Diseño total = DD1+DD2 (kVA)

(%) = Porcentaje de sobrecarga (90%)

DDt = 23.77 kVA

DD = Demanda de diseño = DDt. 0.9

DD = 21.39 kVA

Por lo que se instalará un transformador de 25 kVA.

6.4.3. DESCRIPCIÓN RED DE MEDIO VOLTAJE

Actualmente existe una red subterránea trifásica a 22.8 GRDY / 13.2 kV, que es de propiedad de la EEQ, la cual llega hasta la Celda N°5 (con coordenadas: X 782680.114; Y 9987963.581) que se encuentra aproximadamente a 30 metros del tanque El Arenal, en la misma vereda.

Se debe tomar en cuenta que la celda existente es de marca Schneider RM6 tipo D, por lo cual se sugiere que la celda que se proyecta instalar debe tener las mismas características, para su correcto funcionamiento dentro del gabinete.

Se proyecta utilizar las reservas que existen en la Celda N°5, donde se instalara una nueva celda en MV para alimentar al transformador tipo Padmounted, ubicado en la propiedad del Tanque.

Desde la Celda N° 5, se ira en forma subterránea, a través de los pozos de revisión existentes Pze1 y Pze2, desde donde se instalará un pozo adicional tipo C Pz1 por donde se llevará la red de medio voltaje subterránea hasta el transformador tipo Padmounted Radial Modificado proyectado, que será instalado tras la cerca de la propiedad, como se aprecia en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1501-A.

De acuerdo a la planificación se prevé instalar un transformador monofásico tipo padmounted de 25kVA, en el área tras el cerramiento, para desde allí distribuir en bajo voltaje la energía eléctrica.

El cable de medio voltaje será de aluminio calibre 1/0 AWG, tipo XLPE, apantallado a 25 kV para la fase y 2 AWG, cobre desnudo para el neutro.

6.4.4. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Para el diseño del sistema eléctrico, se utiliza los normativos de la EEQ y de acuerdo al estudio de la demanda del Anexo A-6, el centro de transformación proyectado será, monofásico de las siguientes características:

Centro de transformación CT-1:

Se instalará sobre una base de hormigón, como se muestra en el plano anexo LTR-F3-CON-ELE-P-P-1508-A.

Tipo:	PADMOUNTED RADIAL MODIFICADO
Potencia:	25 kVA
Voltaje primario:	22.8 / 13.2 kV, GRD-Y
Voltaje secundario:	240 / 120 V
Tap:	+1 / -3x2.5%

6.4.5. DESCRIPCIÓN RED DE BAJO VOLTAJE

Se partirá de los terminales de bajo voltaje del transformador, con cable tipo TTU, calibre 2 AWG, para las fases y conductor de cobre desnudo calibre 2 AWG para el neutro, soterrado, a través de un pozo tipo C, mediante ductos de 110 mm, de diámetro de PVC pesado, como se indica en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1501-A, desde el pozo Pz-2, se alimentará al tablero de medidor ubicado en el cerramiento del lote.

Se ha verificado que el máximo de caída de voltaje sea inferior al 3%, que es el porcentaje máximo permitido según las Normas de la EEQ, para este tipo de usuario cuyo anexo de caída de voltaje se muestra en el Anexo B-6.

6.4.6. SECCIONAMIENTO Y PROTECCIONES

6.4.6.1. Medio voltaje:

Para la protección de la red de medio voltaje, se encuentra dentro de la celda de MV proyectada.

De allí irá hacia el transformador tipo padmounted de 25kVA, con cables apantallados tipo XLPE, 25 kV, 2 AWG, Cu, hasta el fusible tipo bayoneta y limitadores propios del transformador padmounted.

Para protección contra descargas atmosféricas, se instalará un pararrayos tipo Elbow Arrester que irá instalado a la salida H1B del transformador padmounted.

6.4.6.2. Bajo voltaje:

El transformador diseñado es del tipo Padmounted, razón por la que se instalará junto a los bushings de bajo voltaje, un termomagnético de 2Px100A, tipo caja moldeada, para protección total en caso de falla en B.V.

Desde este breaker saldrá el circuito de bajo voltaje hacia el tablero de medidores, con cable tipo TTU, 2 AWG, de cobre, para las fases y el neutro.

6.4.7. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

En el área del transformador, se prevé instalar una malla de tierra cuadrada de 5 m de lado, como se indica en el plano de mallas LTR-F3-CON-ELE-P-P-1503-A. Los valores de medición estarán de acuerdo a los requerimientos de la EEQ y será menor a 5 Ω , para lo cual el constructor instalará GEM, para enriquecer el suelo y lograr dicha medición.

Para el final de circuito de bajo voltaje, que viene a ser el medidor E1, se prevé instalar 1 varilla copperweld de 15 mm, de diámetro y de 2.40 m de longitud, con suelda exotérmica para conectar a la tierra del medidor de energía eléctrica.

6.4.8. MEDICIÓN ELÉCTRICA

Actualmente existe un medidor de energía eléctrica con número 803087. Debido al incremento de carga, se planifica que instalar un nuevo medidor totalizador en el ingreso a la propiedad. Se proyecta construir una mocheta en el cerramiento, de libre ingreso por la calle pública, de tal modo de no necesitar pedir permiso, para las tomas de lecturas de consumo. El medidor lo proveerá la EEQ.

El detalle del montaje del tablero se muestra en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1508-A.

6.4.9. MATERIALES

En el anexo C-6, se presenta la lista de equipos y materiales, para el sistema de medio voltaje, la cual se realiza de acuerdo al proyecto aprobado por la Empresa Eléctrica Quito (EEQ), por lo que pueden existir variantes con respecto al presupuesto referencial.

6.5. PARTE II: SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO

En esta parte, se dispone de los criterios y diseños eléctricos a partir del medidor de energía eléctrica, en toda la parte interna de los tanques de almacenamiento.

6.5.1. CRITERIOS DE DISEÑO

En el presente Estudio de Diseño Eléctrico se establece los aspectos más importantes a ser tomados en cuenta para el sistema eléctrico. La alimentación del sistema eléctrico será construida bajo las normas generales del Código Eléctrico Ecuatoriano, el mismo está apegado a las normas eléctricas National Electrical Code (NEC) y las normas de seguridad National Fire Protection Association (NFPA). Tomando en cuenta para su aplicación las características de los materiales y equipos disponibles en el mercado local.

- Gabinete para sistema eléctrico, sistema de control y sistema SCADA: Se tendrá un solo gabinete, dividido en tres cuerpos, el primero para el tablero de distribución principal del área eléctrica, el segundo para el sistema de respaldo baterías; y el tercero para el sistema de control y SCADA.
- Tablero de protección principal (TP): Se ubicará inmediatamente después del tablero de medidor (TM), y servirá como principal protección de las instalaciones eléctricas del tanque. La alimentación del medidor de energía eléctrica, llegará hasta éste tablero de protección principal.
- Tablero de distribución principal (TDP): Será el sistema principal de interrupción y protección de las instalaciones eléctricas del tanque, donde se proyecta centralizar todas las cargas que alimentaran al cuarto de válvulas principal y los diferentes subtableros de distribución (STD-X) del tanque "El Arenal", y dispondrá de todas las protecciones necesarias para este fin. Esto permitirá garantizar la previsión del mantenimiento eléctrico, sin que se vea afectado el normal funcionamiento del tanque de agua, además posibilita un fácil reconocimiento de fallas eléctricas en caso de producirse.
- Centros de carga (STD-X): Los centros de carga corresponden a los tableros de donde se derivarán todos los circuitos de iluminación y fuerza que alimentaran a los equipos que se encuentren en áreas distintas al cuarto de válvulas principal.
- Alimentador red principal de bajo voltaje: Desde el tablero de protección principal (TP) se derivará, como alimentador principal, un circuito que alimentará el Tablero de Distribución Principal (TDP); de éste se derivarán los alimentadores de la red secundaria que alimentarán a los centros de carga o Subtableros de Distribución (STD-X).
- El presente proyecto contempla como máximo un 5% de caída de voltaje desde el tablero de medidores hasta los circuitos finales, teniendo como referencia para este propósito el nivel de voltaje en el centro de carga.

- Se contempla dos tipos de instalaciones internas, para los sistemas de iluminación y fuerza:
 - Para instalaciones que se encuentren dentro de los cuartos de válvulas, se utilizará tubería eléctrica intermedia (IMC). Las cuales están diseñado para proteger los cables eléctricos del ambiente corrosivo que existe en estas áreas.
 - Para las instalaciones en áreas donde no se tiene una alta exposición a la humedad, se utilizará tubería eléctrica metálica (EMT), la cual está diseñada especialmente para la conducción de cables eléctricos para zonas industriales, comerciales y residenciales; manteniendo el cableado aislado y protegiéndolo contra todo tipo de amenazas que pudieran dañarlo.

6.5.2. ACOMETIDA EN BAJO VOLTAJE.

- Retiro de cable de acometida actual desde el medidor hasta tablero principal ubicado en el cuarto de válvulas.
- Tendido y conexionado de cable de acometida eléctrica nuevo, desde el medidor de energía eléctrica hasta el Tablero de Distribución Principal TDP y Control TCP, ubicado en la adecuación del cuarto de válvulas y control.

Para el cálculo de los alimentadores se considera todos los circuitos que proveerán la potencia requerida en las diferentes áreas del tanque.

6.5.2.1. Alimentadores principales

En la sección correspondiente a la cámara de transformación se establece que el transformador que se instalará será de un tipo padmounted monofásico 25 kVA donde la acometida de bajo voltaje es considerada desde el interruptor termo magnético instalado en el interior del transformador hasta el Tablero de Medidor (TM), y posteriormente al Tablero de Protección principal (TP). Desde el TP se alimentará al Tablero de Distribución Principal (TDP) mediante el circuito denominado Circuito-TDP. Como se puede ver en el diagrama unifilar general presentado en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1502-A, así como en la red de bajo voltaje del plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1501-A.

Con la demanda total del tanque, tomada del anexo A-6, se realiza el cálculo de caída de voltaje, presentado en el anexo B-6. En la tabla 6.2 se especifica la capacidad y características de la acometida de bajo voltaje y el circuito-TDP, considerando que este ramal tendrá que alimentar todas las cargas del tanque "El Arenal". La acometida de bajo voltaje se instalará de manera soterrada utilizando la canalización de tubería PVC de 110mm y pozos de bajo voltaje tipo B; por su parte el circuito-TDP se instalará utilizando la canalización de tubería PVC de 50mm, pozos de bajo voltaje tipo B y las cámaras eléctricas de revisión, tal como se puede apreciar en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1501-A.

Tabla 6.2 Alimentadores principales

Descripción	Demanda (kVA)	Conductores	In(A)	Protección
Acometida BV	21.39	2x2(2) AWG, TTU, Cu.	89.13	2Px100A
Circuito TDP	21.39	2x2(1x2), AWG, TTU, Cu.	89.13	2Px100A

6.5.2.2. Alimentadores Secundarios

Los alimentadores secundarios para se consideran los que se derivan desde el TDP hasta los centros de carga (STD-X), donde se distribuirán los circuitos de iluminación o fuerza de

las áreas fuera del cuarto de válvulas principal de acuerdo a lo detallado en los diagramas unifilares presentados en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1502-A.

Se ha realizado el análisis de caída de voltaje, el cual se presenta en el anexo B-6, donde se ha tomado en cuenta que la caída de voltaje no supere el 5%, desde el tablero de medidor hasta cada centro de carga.

En la tabla 6.3 se resume el calibre del conductor que alimentará a los centros de carga.

Tabla 6.3 Alimentadores secundarios

Descripción	Potencia (kVA)	Alimentadores hasta los centros de carga de circuitos normales (STD-X)	In(A)	Factor de seguridad 1.25	Protección
CC-01	4.00	3x8 AWG, Concéntrico	33.33	41.67	1Px50A
STD-B	4.00	1x8(1x8)+1x8, AWG THHW, Cu	33.33	41.67	1Px50A
CC-02	1.00	3x12 AWG, Concéntrico	8.33	10.42	1Px32A
STD-CV	1.00	3x12 AWG, Concéntrico	8.33	10.42	1Px32A

6.5.3. CUARTO DE VÁLVULAS Y CONTROL EDC:

- Retiro de tablero de distribución principal de iluminación y toma Corrientes existente.
- Instalación de nuevo tablero de iluminación y toma corrientes y conexionado de las cargas correspondientes TDP.
- Retiro de conductores eléctricos de los circuitos de iluminación interior, exterior, emergencia y toma corrientes, retiro de boquillas plafón, piezas de interruptor y tomacorrientes y luminarias de emergencia.
- Instalación de un Tablero de Distribución Principal de Control TCP CU-E y Gabinete de Baterías.

Como se muestra en los planos LTR-F3-CON-ELE-P-P-1504-A y LTR-F3-CON-ELE-P-P-1509-A

6.5.4. GABINETE GENERAL: SISTEMA ELÉCTRICO - SCADA - SISTEMA DE CONTROL

Se proyecta instalar un solo gabinete que unifica al sistema eléctrico y al sistema de control SCADA.

El gabinete será de doble fondo metálico, sujeción con pernos, ventilador, filtros, con las siguientes características:

- Tipo Modular
- Dimensiones: 250x160x50 cm
- Material: acero pintado color RAL7035
- Chapa de 2mm de espesor
- Grado de Protección: IP68 / Nema 12
- Certificado grado de protección mecánica a los choques: IK10.
- Dividido en tres sectores:
 - Área eléctrica: 40cm de ancho, una sola puerta de 40x160cm.
 - Área de baterías: 120 cm de ancho, dos puertas de 60x160cm
 - Área de SCADA: 90 cm de ancho, dos puertas de 45x160cm

6.5.5. DISEÑO DE TABLEROS PRINCIPALES

Para el diseño de los tableros eléctricos se considera todos aquellos que se alimentarán desde los bushings del secundario del transformador hasta cada tablero que se requiere

para el funcionamiento del tanque “El Arenal”. En la tabla 6.4 se resume los tableros eléctricos, necesarios.

Tabla 6.4 Tableros Eléctricos.

Abreviatura	Descripción	Demanda (kVA)	Ubicación
TM	Tablero de Medidor	21.39	Fachada, ingreso de la propiedad
TP	Tablero de Protección principal	21.39	Posterior al Tablero de Medidor
TDP	Tablero de Distribución Principal	21.39	Cuarto de Válvulas

6.5.5.1. TABLERO DE DISTRIBUCION PRINCIPAL TDP:

En el primer sector del gabinete general se instalarán todos los elementos del TDP, el cual tendrá una altura de 160 cm, ancho de 40 cm, profundidad de 50 cm. Contendrá barras de cobre, capacidad de 180 A, para fases, neutro y tierra, un breaker principal 2Px100A, tipo caja moldeada y breakers tipo riel din de diferentes valores, como se indica en las especificaciones técnicas y en el plano de diagrama unifilar LTR-F3-CON-ELE-P-P-1502-A. La disposición general de los elementos se detalla en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1509-A.

Desde el TDP, se controla:

- Circuito de Iluminación Interior
- Circuito de Tomacorrientes.
- Iluminación perimetral y patios
- Subtablero de distribución del Baño
- Subtablero de distribución de Cámara de Válvulas

6.5.6. SISTEMA UPS.

Ubicado en el cuarto de control EDC, se alimentará desde las barras de distribución instalada en el TDP, para las fases y el neutro; la tierra vine directamente con cable TTU calibre 2 AWG desde la malla de tierra del área electrónica, nótese que no pasa por la protección principal del TDP.

El detalle interno de este segundo sector, así como del tercero correspondiente al sistema SCADA, se presenta en el sistema de control y SCADA.

6.5.7. TCP.

Este tablero es el destinado a Control, Instrumentación y Comunicaciones, dicho sistema se presenta en la ingeniería electrónica.

Se ha verificado que el máximo de caída de voltaje desde el tablero de medidor sea inferior al 5%, que es la norma permitida, cuyo anexo de caída de voltaje se muestra en el Anexo B-6.

6.5.8. CIRCUITOS ELÉCTRICOS

6.5.8.1. Circuitos eléctricos de iluminación y luces de emergencia

Serán todas las actividades para la instalación de tuberías (IMC / EMT), cajas metálicas, conductores y piezas eléctricas (interruptores simples, dobles, conmutadores, sensores, etc.) para dar servicio a una lámpara, un foco o luminarias en general.

Procedimiento:

La altura recomendada por el diseñador eléctrico, debe ser medida desde la parte inferior del cajetín hasta el nivel de piso terminado, salvo indicación contraria, los interruptores se colocarán a 130 cm de altura y los cajetines y piezas en posición vertical.

Los conductores serán tipo THHW-flexible calibre No. 14 AWG para fase y neutro, más No 14 AWG para tierra (color verde) de acuerdo a la distribución de los planos de diseño, la cantidad de conductores irá de acuerdo a lo establecido en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1505-A, correspondiente a las instalaciones eléctricas internas.

Para las lámparas de emergencia se instalará un punto de iluminación, la altura de instalación estará a criterio del fiscalizador, sin que ésta sea inferior a 180 cm. Dicho punto, se conectará directamente al circuito de iluminación más cercano sin ningún tipo de interruptor.

Existirán dos tipos de instalaciones:

- En el cuarto de válvulas, o áreas con ambientes de alta humedad, se utilizará tubería IMC, y todos los accesorios, como cajetines, uniones, codos, etc., deberán ser diseñados para tubería IMC. De igual manera, los interruptores simples y dobles, a instalarse, deberán ser herméticos o tener una placa hermética con una protección IP66 o superior.
- En las demás áreas se utilizará tubería EMT, con sus accesorios correspondientes. Las placas serán decorativas del color que el promotor las requiera.

6.5.8.2. Circuito de Fuerza Normal

Serán todas las actividades que se requieran para la instalación de tuberías (IMC / EMT), cajas, conductores y piezas eléctricas (tomacorrientes) para dar servicio a los circuitos de tomacorrientes.

Procedimiento:

Para el tomacorriente normal en pared: la altura recomendada debe ser medida desde la parte inferior del cajetín hasta el nivel de piso terminado, existirán dos alturas $h_1=40\text{cm}$ y $h_2=130\text{cm}$, indicadas en los planos correspondientes, y se colocarán en posición horizontal.

La ubicación será de acuerdo al plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1505-A, los conductores serán tipo THHW-flexible calibre No. 12 AWG para fase y neutro, más N° 12 AWG para tierra (color verde). Los tomacorrientes serán del tipo doble polarizado.

Existirán dos tipos de instalaciones:

- En el cuarto de válvulas, o áreas con ambientes de alta humedad, se utilizará tubería IMC, y todos los accesorios, como cajetines, uniones, codos, etc., deberán ser diseñados para tubería IMC. De igual manera, para los tomacorrientes se utilizarán tapas herméticas con una protección IP66 o superior.
- En las demás áreas se utilizará tubería EMT, con sus accesorios correspondientes. Las tapas serán decorativas del mismo color de la pieza de tomacorriente respectivo.

6.5.9. ELEMENTOS ELÉCTRICOS DE LA INSTALACION

6.5.9.1. Luminaria LED hermética sobrepuesta, instalación interior.

Se utilizará en el techo del cuarto de válvulas y en el techo de la estructura de control,

su instalación será hermética utilizando prensa estopas y cable concéntrico 3x14AWG, las características de las luminarias son:

- Potencia; 40 Watts tubo LED
- Tension 120-240Vac.
- Tipo de distribución; directo simétrico.
- Tipo de montaje; sobrepuesto
- Carcaza; policarbonato color blanco
- Junta de poliuretano.
- Protección IP 65 Temperatura de color 6 000K
- Apto para lugares húmedos.



6.5.9.2. Luminaria LED exterior, tipo hermética instalada sobre pared.

Características:

- Potencia: 70 Watt
- Flujo luminoso: 3200lm
- tipo LED 100-277Vac



6.5.9.3. Luminaria exterior para tumbado

Características:

- Tipo tortuga para exterior.
- Para instalar directamente en superficie techo o pared.
- Portalámparas focos E27 hasta 26W
- Tensión: 120Vac 60Hz
- Protección: IP 65 o superior
- Con difusor de vidrio



6.5.9.4. Luminaria tipo vías y patios

Estas luminarias se instalarán en el exterior de los edificios en las vías y en el perímetro del predio, se instalarán sobre postes hormigón de 9 metros de altura con brazo de 1 metro de longitud

Características:

- Tipo: LED
- Protección: IP 65
- Potencia: 70watt
- Tensión: 100-240V 60Hz.
- Temperatura de color: CCT(K) 5000
- Flujo luminoso: 7445 lm



6.5.9.5. Luminarias de emergencia

Con la finalidad de dar seguridad a las personas cuando ocurre un corte de energía, se

han dispuesto dos luminarias de emergencia por edificio, tanto en el cuarto de válvulas como en la estructura de control y cuarto de control.

Características:

- Carcaza; termoplástica, color blanco
- Cabezales; cuadrados ajustables con dos lámparas de 1.6 Watt cada uno.
- Lámparas tipo: LED
- Distribución; Simétrica dirigible.
- Control: automático con botón de prueba e indicador de carga.
- Tensión de operación 120V- 277 Vac,
- Flujo luminoso Lm; 170
- Temp. De color (k) 6000 IRC 70
- Factor de potencia; 0.7
- Autonomía; 90 Minutos.
- Tipo de montaje; sobrepuesto sobre pared.



6.5.9.6. Tomacorrientes monofásicos 120Vac.

Las piezas de tomacorrientes serán de marca reconocida, conformada por el marco de dos tomacorrientes dobles polarizados fase, neutro más tierra, 15Amp. 120Vac, con conexión por medio de tornillos, con placa doble con tapas de protección de ingreso de agua.

La altura de montaje debe superar al nivel de inundación de tal manera que no ingrese agua a los bornes del tomacorriente.



6.5.9.7. Instalación de cables

Los cables eléctricos, serán tendidos de acuerdo; estructura del proyecto, al nivel de tensión, al sistema que corresponde; control, fuerza, etc.

Los tipos de instalación se describen a continuación.

El sistema de ductos para cables eléctricos a utilizar en este Proyecto será:

- Ductos.
- Tubos Conduit.
- Manguera negra reforzada

6.5.9.8. Ductos

Los bancos de ductos serán en PVC, cumpliendo los normativos de la EEQ, en áreas de circulación vehicular, obligatoriamente llevarán una capa de concreto, en el resto de áreas, su profundidad de enterramiento será 50 mm desde el piso terminado hasta la parte superior del ducto más cercano a la superficie.

Los bancos de ductos subterráneos deberán ser diseñados con una pendiente de 3 por mil como mínimo hacia los sótanos o drenajes para escurrir las aguas. En aquellos casos en los cuales el tubo deba aflorar a la superficie debe hacerse la transición PVC- Conduit

metálico galvanizado en caliente. Las llegadas de los tubos de PVC a las cámaras se harán con campanas de remate. Las uniones en tuberías de PVC deberán ser ejecutadas con un cemento adecuado que provea un empalme firme y a prueba de agua.

Las cámaras eléctricas serán diseñadas en forma tal que su tamaño permita un adecuado manejo e instalación y mantenimiento de los cables. En los planos LTR-F3-CON-ELE-P-P-1507-A y LTR-F3-CON-ELE-P-P-1508-A, se aprecia, recorridos y tipos de ductos con sus detalles constructivo.

6.5.9.9. Tubos Conduit IMC

Los tubos Conduit serie intermedia (IMC), galvanizado electrolítico, se utilizarán, preferentemente, en instalaciones de edificaciones, embutidos o vistos en paredes o losas, para iluminación y toma corrientes.

Los tubos Conduit diámetro 3/4" instalados horizontalmente, adosados a edificios o estructuras, deberán tener soportes cada 1.5 m, los tubos Conduit diámetro 1" en adelante deberán tener soportes cada 1.2m. Los tramos rectos sujetos a cambios de temperatura ambiente tendrán juntas de expansión. Ningún tramo de Conduit entre cajas de empalme y salidas, etc., deberá tener más de tres curvas de 90.

Será utilizada en circuitos de alimentación a tableros de fuerza, y control utilizados para procesos, con todos los accesorios necesarios para conexión y continuidad de conducción, las cajas son de diferentes tipos con sus tapas correspondientes; cuadradas con salidas roscadas, cajas tipo LB, LR, T, LL, etc.

6.5.9.10. Tubería metálica EMT

Será utilizada en circuitos de iluminación y tomacorrientes, embebidos en hormigón o a la vista, con los accesorios de instalación completos como; uniones, conectores, coronas, en los circuitos exteriores, la tubería EMT debe ser sujeta por medio de abrazaderas doble aleta tipo omega.

6.5.9.11. Manguera negra reforzada

Manguera plástica reforzada, de polietileno de alta densidad, de 2" (50mm), clase C color negra, resistente a la intemperie, membrana rígida, para uso de acometidas eléctricas, tendido de cable para iluminación, servicios de video vigilancia, semaforización y de telecomunicaciones.

6.5.10. ILUMINACIÓN PERIMETRAL Y PATIOS.

- Luminarias perimetrales existentes; retiro de cable enterrado que alimentan las luminarias.
- Retiro de luminarias perimetrales existentes y cables de alimentación desde la lámpara hasta el cable principal.

El nuevo diseño, contempla postes de 9 m de longitud de hormigón centrifugado, con luminarias tipo LED de 100 w. En los casos donde no se puede acceder con grúa, se instalarán postes de postes de plástico reforzado con fibra de vidrio de 9 m de altura.

Los detalles se aprecian en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1506-A, la alimentación eléctrica se realizará con cable de cobre tipo TTU calibre 8 AWG, para las fases y conductor de cobre desnudo calibre 8 AWG para la tierra, embebido en manguera negra de 50 mm de diámetro, a través de los pozos indicados.

El control se realiza desde el TDP, mediante un selector de tres POSICIONES: ON, OFF/AUTOMATICO, en manual se prende directamente todo el grupo de luminarias, en off, se apaga todo y en automático, se controla con fotocélula según sea de día o de noche. La fotocélula de control se ubicará en la pared más cercana al TDP, para que opere con la luz del día. Como se aprecia en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1506-A.

Los conductores se instalarán de manera soterrada, a través de manguera negra reforzada de 50mm, utilizando las cámaras de revisión eléctricas, y pozos tipo A de 60x60x60cm. Los detalles de la obra civil de pozos se indican en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1508-A.

6.5.11. RESISTIVIDAD, MALLA DE TIERRA Y MEJORAMIENTO DEL SUELO

En el anexo D, se dispone de un estudio del sistema de puesta a tierra. La puesta a tierra tendrá una nueva configuración partiendo desde los valores de resistencia y resistividad del terreno. De acuerdo a la tabla abajo indicada.

Tabla 6.5 Medición De Resistencia – El Arenal

MEDICION DE RESISTENCIA Y RESISTIVIDAD CALCULADA		
Método de Wenner		
Resistencia medida (R) Ω	Distancia de electrodos d (m)	Resistividad $\rho = \pi \cdot 2 \cdot d \cdot R$ ($\Omega \cdot m$)
7	4	175.84

Del anexo D, se desprende, básicamente lo siguiente:

1. Las mallas de tierra que se van a construir, en su conformación topológica, se muestran en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1503-A.
2. Se utilizarán varillas copperweld de 2.4 m, la separación entre ellas, será de al menos 4.50 metros, como se muestra en el plano de tierras y en sus detalles en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1509-A.
3. El enriquecimiento de tierra es obligatorio en cada varilla, de acuerdo a la propuesta del anexo D.
4. El cable de tierra será de cobre calibre 2/0 AWG.
5. Las uniones hacia los puntos de tierra de las áreas a servirse, pueden ser de diferentes calibres, según se indican en los planos.
6. Todas las soldas son exotérmicas.
7. Para el presente caso se define no instalar electrodos activos, si bien dan muy buen resultado en la medición de la tierra de la malla en un inicio, a la postre resultan un problema, pues requieren un mantenimiento regular cada 6 meses, en caso que no se realice dicho mantenimiento, los electrodos activos empiezan a perder sus características de baja resistencia, empezando a subir sus mediciones.
8. Para el caso de la mejora con GEM o ECUAGEM, los resultados son durables por lo menos durante los próximos 35 años, que es el tiempo de vida útil de las varillas copperweld. El carbón mineral no se deteriora, por lo que es la mejor opción de construir las mallas de tierra indicadas. Prácticamente su mantenimiento se reduce a mantener húmedo el terreno y en el peor de los casos, el carbón mineral tiene muy baja resistividad incluso si está seco, lo cual implica que, aunque no se humedezca a la malla de tierra, los resultados serán durables y sin mayor variación con el tiempo.

6.5.12. PARARRAYOS

Se montará una torre de 15 metros de altura para comunicaciones y en la parte superior se instalará un pararrayos tipo franklin, se presenta el estudio de protección contra

descargas atmosféricas en el anexo E, y su área de protección se ha determinado que sea con las normas NFPA 780 e IEC 3205, definiendo un radio de esfera rodante de 60m, lo cual nos da un nivel de protección IV, que considerando que es un área libre de explosivos, y de poca concurrencia de personas, es lo más adecuado para su diseño.

En el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1510-A, se indica claramente las áreas de protección y nos hemos concentrado en el área de equipos. En este caso se encontró que el pararrayo en la torre de comunicaciones no es suficiente para proteger el área de equipos, por lo que es necesario instalar un segundo pararrayo, el cual se ubicará sobre un poste de hormigón circular de 12 metros de altura, tal como se muestra en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1510-A.

En la parte superior de la torre, además de un pararrayos, se encuentra una baliza para señalización de presencia para las naves aéreas. La baliza se ha diseñado del tipo fotovoltaica, lo cual le da independencia total de energía eléctrica, pues su sistema garantiza autonomía de 16 horas, con la carga solar y un tiempo de duración superior a los 10 años.

Los dos pararrayos cuentan con un contador de descargas, cada uno, ubicado en el pie de la torre y del poste; su conexión a tierra será a través de un cable aislado 2/0 AWG tipo TTU, a través de una caja metálica que contiene una barra de cobre, donde se unirá el cable que baja desde el pararrayos, los detalles constructivos se muestran en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1510-A.

6.6. Ruta de Cables

En el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1507-A, se presenta un resumen de todos los circuitos principales, secundarios e iluminación perimetral, donde se detalla tipo de tubería, número de ductos, circuito eléctrico, tipo de conductor y distancia.

6.7. RESUMEN DE PRESENTACIÓN ELÉCTRICA, EN PLANOS Y DIAGRAMAS

Todo lo anteriormente indicado se resume en lo siguiente:

CODIGO DE PLANO	CONTENIDO
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1500-A	SISTEMA ELÉCTRICO DEL TANQUE EL ARENAL
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1501-A	Red De Mv Y Canalización De Bv
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1502-A	Diagrama Unifilar
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1503-A	Sistema De Puesta A Tierra
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1504-A	Ubicación De Equipos
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1505-A	Iluminación Interna Y Fuerza
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1506-A	Iluminación Externa Y Perimetral
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1507-A	Ruta De Cables (Plano De Ductos)
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1508-A	Detalles De Obra Civil
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1509-A	Detalles Mallas De Tierra Y Tableros
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1510-A	Proteccion De Parrayo (Incluye Detalles)

En el ANEXO H-6, se presenta todos los planos correspondientes al sistema eléctrico del Tanque de "El Arenal".

6.8. LISTA DE MATERIALES SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO

En el anexo F-6, se presenta el listado de materiales del sistema eléctrico interno, con sus cantidades, en lo que se refiere a:

- Tablero de distribución principal (TDP)
- Tableros de distribución varios.
- Instalaciones interiores de la edificación.
- Sistema de mallas a tierra
- Sistema de protección contra descargas atmosféricas
- Sistema de iluminación perimetral.
- Etc.

Nota: Este listado se realiza de acuerdo al proyecto aprobado por la Empresa Eléctrica Quito (EEQ), por lo que pueden existir variantes con respecto al presupuesto referencial.

6.9. PRESUPUESTO REFERENCIAL

El valor del presupuesto del sistema eléctrico del tanque El Arenal se encuentra en el Anexo G-6. Además, se presenta un resumen general del presupuesto de todos los tanques al final de la memoria como Anexo General 2.

6.10. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Las especificaciones técnicas de los elementos que forman parte el estudio del sistema de eléctrico se presentan de manera general para todos los tanques en el Anexo General 1. Dicho anexo se presenta una sola vez al final de las memorias.

6.11. ANEXOS

- ANEXO A-6: DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA
- ANEXO B-6: CÁLCULO DE CAÍDA DE VOLTAJE
- ANEXO C-6: LISTA DE MATERIALES MV, ACOMETIDA Y MEDIDOR.
- ANEXO D: RESISTIVIDAD, MALLA DE TIERRA Y MEJORAMIENTO DEL SUELO, DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE Y REDES DE CALDERÓN
- ANEXO E: SISTEMA DE PARARRAYOS, PROTECCIÓN CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE Y REDES DE CALDERÓN
- ANEXO F-6: LISTA DE MATERIALES SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO
- ANEXO G-6: PRESUPUESTO DEL PROYECTO
- ANEXO H-6: PLANOS

ANEXO “A-6”

DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA

ANEXO “B-6”

CÁLCULO DE CAÍDA DE VOLTAJE

ANEXO “C-6”

LISTA DE MATERIALES MV, ACOMETIDA Y MEDIDOR.

ANEXO “D”

RESISTIVIDAD, MALLA DE TIERRA Y MEJORAMIENTO DEL SUELO, DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE Y REDES DE CALDERÓN

ANEXO “E”

SISTEMA DE PARARRAYOS, PROTECCIÓN CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE Y REDES DE CALDERÓN

ANEXO “F-6”

LISTA DE MATERIALES SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO

ANEXO “G-6”

PRESUPUESTO DEL PROYECTO

ANEXO “H-6”

PLANOS

7. TANQUE DE AGUA POTABLE OYACOTO

7.1. GENERALIDADES

El tanque de agua potable de Oyacoto, forma parte del sistema de distribución Collaloma, con una capacidad de 100m³, se encuentra situado en la parte este de Calderón, de la ciudad de Quito.

A una altura de 2490msnm

Tabla 7.1 Coordenadas UTM-WGS84 ZONA 17

Coordenadas UTM-WGS84 ZONA 17	ESTE	NORTE
OYACOTO	788700.01	9988672.50

Fuente: INGECONSULT, 2019

La Empresa de Agua Potable de Quito, EPMAPS, se encuentra mejorando las instalaciones de agua potable para entregar un mejor servicio a la ciudadanía, para lo cual ha incrementado un conjunto de instalaciones hidráulicas llamadas Estructura de Control (EDC), supervisión al proceso, automatizando al sistema y mejorando las comunicaciones, este conjunto de mejoras determinan un mayor consumo de energía eléctrica y nuevas instalaciones en el sistema eléctrico de redes de agua potable de Calderón.

7.2. OBJETIVO

Este documento entrega los lineamientos generales que se realizarán para mejorar y adecuar las instalaciones eléctricas del predio y de proceso del Tanque Oyacoto

7.3. SISTEMA ELÉCTRICO

El Sistema eléctrico se divide en dos partes, la una corresponde a la provisión de energía por parte de la Empresa Eléctrica Quito (EEQ), en el Anexo General 3 se presenta el proyecto eléctrico del Tanque Oyacoto, APROBADO por la EEQ.

La segunda parte, corresponde al sistema eléctrico a partir del medidor de energía eléctrica.

7.4. Parte I: RED DE MEDIO VOLTAJE, ACOMETIDA Y MEDICIÓN ELÉCTRICA

7.4.1. ANTECEDENTES

El tanque de agua potable de Oyacoto, forma parte del sistema de distribución Collaloma, con una capacidad de 100m³, se encuentra ubicado en la calle Carapungo y Paqueloma S/N, que se denomina Oyacoto de la ciudad de Quito a una altura de 2490msnm y en las coordenadas UTM-WGS84 ZONA 17. Este 788700.01, Norte 9988672.50.

La Empresa de Agua Potable de Quito, EPMAPS, se encuentra mejorando las instalaciones de agua potable para entregar un mejor servicio a la ciudadanía. Para lo cual ha incrementado un conjunto de instalaciones hidráulicas, supervisión al proceso, automatizando al sistema y mejorando las comunicaciones.

Lo cual implica alterar el sistema eléctrico, reemplazando acometidas y medidor eléctrico.

Para lo que se prevé la instalación de una transición aéreo-subterránea de medio voltaje, la cual alimentara al transformador padmounted monofásico de 25kVA proyectado, con todos sus accesorios de protección primario y secundario de acuerdo al nuevo estudio de cargas realizado. Para este requerimiento el constructor debe realizar la solicitud de cambio de servicio a la Empresa Eléctrica Quito (EEQ).

7.4.2. DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA

De acuerdo a la ubicación del tanque en cuestión, al ser un usuario atípico (bombas, equipos especiales de riego, controles, vivienda guardia, etc.), se estima disponer una demanda, presentada en el anexo A-7.

Del anexo A-7, tenemos el siguiente resumen:

CIR: 36.05 kW

DDt = Demanda de Diseño total = DD1+DD2 (kVA)

(%) = Porcentaje de sobrecarga (90%)

DDt = 22.59 kVA

DD = Demanda de diseño = DDt. 0.9

DD = 20.33 kVA

Por lo que se instalará un transformador de 25 kVA.

7.4.3. DESCRIPCIÓN RED DE MEDIO VOLTAJE

La Empresa Eléctrica Quito dispone en el sector de una red primaria aérea trifásica de 22.8/13.2 KV, en la misma dirección que el Tanque Oyacoto, en la vereda de al frente.

En el poste existente Pe1 con coordenadas X: 788703.791 Y: 9988634.108, se instalará un seccionador unipolar tipo abierto con dispositivo rompearcos de 27kV, 100A, para ingresar al predio EPMAPS TANQUE OYACOTO.

Desde el poste Pe1, se irá en forma subterránea, a través de tres pozos de revisión tipo C proyectados, por donde se llevará la red de medio voltaje hasta el transformador tipo Padmounted Radial Modificado proyectado, que será instalado tras la cerca de la propiedad, como se aprecia en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1601-A.

De acuerdo a la planificación se prevé instalar un transformador monofásico tipo Padmounted de 25kVA, en el área tras el cerramiento, para desde allí distribuir en bajo voltaje la energía eléctrica.

El cable de medio voltaje será de aluminio calibre 2/0 AWG, tipo XLPE, apantallado a 25 kV para la fase y 2 AWG, cobre desnudo para el neutro.

7.4.4. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Para el diseño del sistema eléctrico, se utiliza los normativos de la EEQ y de acuerdo al estudio de la demanda del Anexo A-14, el centro de transformación proyectado será, monofásico de las siguientes características:

Centro de transformación CT-1: Se instalará sobre una base de hormigón, como se muestra en el plano anexo LTR-F3-CON-ELE-P-P-1608-A.

Tipo:	PADMOUNTED RADIAL MODIFICADO
Potencia:	25 kVA
Voltaje primario:	22.8 / 13.2 kV, GRD-Y
Voltaje secundario:	240 / 120 V
Tap:	+1 / -3x2.5%

7.4.5. DESCRIPCIÓN RED DE BAJO VOLTAJE

Se partirá de los terminales de bajo voltaje del transformador, con conductor tipo TTU, de cobre, calibre 2 AWG, para las fases y para el neutro, soterrados a través de un pozo tipo

C, mediante ductos de 110 mm de diámetro, de PVC pesado, como se indica en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1601-A, desde el pozo Pz-3, se alimentará al tablero de medidor ubicado en el cerramiento del lote.

Se ha verificado que el máximo de caída de voltaje sea inferior al 3%, que es el porcentaje máximo permitido según las Normas de la EEQ, para este tipo de usuario cuyo anexo de caída de voltaje se muestra en el Anexo B-7.

7.4.6. SECCIONAMIENTO Y PROTECCIONES

7.4.6.1. Medio voltaje:

Para la protección de la red de medio voltaje, se prevé instalar un seccionador portafusibles tipo abierto con dispositivo rompearcos de 27kV, 100A, con tirafusible de 5 A, tipo H, que irá ubicado en el poste Pe1, existente, como se aprecia en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1602-A.

De allí se irá hacia el transformador tipo padmounted de 25kVA, con cable apantallado tipo XLPE, 25 kV, 2/0 AWG, Cu, hasta el fusible tipo bayoneta y limitadores propios del transformador padmounted.

Para protección contra descargas atmosféricas, se instalará un pararrayos tipo polimérico de 18 kV, que irá instalado en el poste existente Pe1, y un pararrayos tipo Elbow Arrester que irá instalado a la salida H1B del transformador padmounted.

7.4.6.2. Bajo voltaje:

El transformador diseñado es del tipo Padmounted, razón por la que se instalará junto a los bushings de bajo voltaje, un termomagnético de 2Px100A, tipo caja moldeada, para protección total en caso de falla en B.V.

Desde este breaker saldrá el circuito de bajo voltaje hacia el tablero de medidores, con cable tipo TTU, 2 AWG, de cobre, para las fases y el neutro.

7.4.7. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

Para el sistema de puesta a tierra de la transición aérea subterránea, se ha previsto realizar un montaje con dos varillas copperweld de 15 mm, de diámetro y de 2.40 m de longitud de alta camada, con sueldas exotérmicas. Los valores de medición estarán de acuerdo a los requerimientos de la EEQ y será menor a 25 Ω , para lo cual el constructor instalará GEM, para enriquecer el suelo y mejorar la resistividad de este, para lograr dicha medición.

En el área del transformador, se prevé instalar una malla de tierra cuadrada de 5 m de lado, como se indica en el plano de mallas LTR-F3-CON-ELE-P-P-1603-A. Los valores de medición estarán de acuerdo a los requerimientos de la EEQ y será menor a 5 Ω , para lo cual el constructor instalará GEM, para enriquecer el suelo y lograr dicha medición.

Para el final de circuito de bajo voltaje, que viene a ser el medidor E1, se prevé instalar 1 varilla copperweld de 15 mm, de diámetro y de 2.40 m de longitud, con suelda exotérmica para conectar a la tierra del medidor de energía eléctrica.

7.4.8. MEDICIÓN ELÉCTRICA

Actualmente existe un medidor de energía eléctrica con número 1001916285. Debido al incremento de carga, se planifica que instalar un nuevo medidor totalizador en el ingreso a la propiedad. Se proyecta construir una mocheta en el cerramiento, de libre ingreso por la

calle pública, de tal modo de no necesitar pedir permiso, para las tomas de lecturas de consumo. El medidor lo proveerá la EEQ.

El detalle del montaje del tablero se muestra en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1608-A.

7.4.9. MATERIALES

En el anexo C-7, se presenta la lista de equipos y materiales, para el sistema de medio voltaje, la cual se realiza de acuerdo al proyecto aprobado por la Empresa Eléctrica Quito (EEQ), por lo que pueden existir variantes con respecto al presupuesto referencial.

7.5. PARTE II: SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO

En esta parte, se dispone de los criterios y diseños eléctricos a partir del medidor de energía eléctrica, en toda la parte interna de los tanques de almacenamiento.

7.5.1. CRITERIOS DE DISEÑO

En el presente Estudio de Diseño Eléctrico se establece los aspectos más importantes a ser tomados en cuenta para el sistema eléctrico. La alimentación del sistema eléctrico será construida bajo las normas generales del Código Eléctrico Ecuatoriano, el mismo está apegado a las normas eléctricas National Electrical Code (NEC) y las normas de seguridad National Fire Protection Association (NFPA). Tomando en cuenta para su aplicación las características de los materiales y equipos disponibles en el mercado local.

- Gabinete para sistema eléctrico, sistema de control y sistema SCADA: Se tendrá un solo gabinete, dividido en tres cuerpos, el primero para el tablero de distribución principal del área eléctrica, el segundo para el sistema de respaldo baterías; y el tercero para el sistema de control y SCADA.
- Tablero de protección principal (TP): Se ubicará inmediatamente después del tablero de medidor (TM), y servirá como principal protección de las instalaciones eléctricas del tanque. La alimentación del medidor de energía eléctrica, llegará hasta éste tablero de protección principal.
- Tablero de distribución principal (TDP): Será el sistema principal de interrupción y protección de las instalaciones eléctricas del tanque, donde se proyecta centralizar todas las cargas que alimentaran al cuarto de válvulas principal y los diferentes subtableros de distribución (STD-X) del tanque “Oyacoto”, y dispondrá de todas las protecciones necesarias para este fin. Esto permitirá garantizar la previsión del mantenimiento eléctrico, sin que se vea afectado el normal funcionamiento del tanque de agua, además posibilita un fácil reconocimiento de fallas eléctricas en caso de producirse.
- Centros de carga (STD-X): Los centros de carga corresponden a los tableros de donde se derivarán todos los circuitos de iluminación y fuerza que alimentaran a los equipos que se encuentren en áreas distintas al cuarto de válvulas principal.
- Alimentador red principal de bajo voltaje: Desde el tablero de protección principal (TP) se derivará, como alimentador principal, un circuito que alimentará el Tablero de Distribución Principal (TDP); de éste se derivarán los alimentadores de la red secundaria que alimentarán a los centros de carga o Subtableros de Distribución (STD-X).
- El presente proyecto contempla como máximo un 5% de caída de voltaje desde el tablero de medidores hasta los circuitos finales, teniendo como referencia para este propósito el nivel de voltaje en el centro de carga.
- Se contempla dos tipos de instalaciones internas, para los sistemas de iluminación y fuerza:
 - Para instalaciones que se encuentren dentro de los cuartos de válvulas, se utilizará tubería eléctrica intermedia (IMC). Las cuales están diseñado para

proteger los cables eléctricos del ambiente corrosivo que existe en estas áreas.

- Para las instalaciones en áreas donde no se tiene una alta exposición a la humedad, se utilizará tubería eléctrica metálica (EMT), la cual está diseñada especialmente para la conducción de cables eléctricos para zonas industriales, comerciales y residenciales; manteniendo el cableado aislado y protegiéndolo contra todo tipo de amenazas que pudieran dañarlo.

7.5.2. ACOMETIDA EN BAJO VOLTAJE.

- Retiro de cable de acometida actual desde el medidor hasta tablero principal ubicado en el cuarto de válvulas.
- Tendido y conexión de cable de acometida eléctrica nuevo, desde el medidor de energía eléctrica hasta el Tablero de Distribución Principal TDP y Control TCP, ubicado en la adecuación del cuarto de válvulas y control.

Para el cálculo de los alimentadores se considera todos los circuitos que proveerán la potencia requerida en las diferentes áreas del tanque.

7.5.2.1. Alimentadores principales

En la sección correspondiente a la cámara de transformación se establece que el transformador que se instalará será de 25 kVA donde la acometida de bajo voltaje es considerada desde los fusibles NH hasta el Tablero de Medidor (TM), y posteriormente al Tablero de Protección principal (TP). Desde el TP se alimentará al Tablero de Distribución Principal (TDP) mediante el circuito denominado Circuito-TDP. Como se puede ver en el diagrama unifilar general presentado en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1602-A, así como en la red de bajo voltaje del plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1601-A.

Con la demanda total del tanque, tomada del anexo A-7, se realiza el cálculo de caída de voltaje, presentado en el anexo B-7. En la tabla 7.2 se especifica la capacidad y características de la acometida de bajo voltaje y el circuito-TDP, considerando que este ramal tendrá que alimentar todas las cargas del tanque "Oyacoto". La acometida de bajo voltaje se instalará de manera soterrada utilizando la canalización de tubería PVC de 110mm y pozos de bajo voltaje tipo B; por su parte el circuito-TDP se instalará utilizando la canalización de tubería PVC de 50mm, pozos de bajo voltaje tipo B y las cámaras eléctricas de revisión, tal como se puede apreciar en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1601-A.

Tabla 7.2 Alimentadores principales

Descripción	Demanda (kVA)	Conductores	In(A)	Protección
Acometida BV	20.33	2x2(2) AWG, TTU, Cu.	84.71	2Px100A
Circuito TDP	20.33	2x2(1x2), AWG, TTU, Cu.	84.71	2Px100A

7.5.2.2. Alimentadores Secundarios

Los alimentadores secundarios para se consideran los que se derivan desde el TDP hasta los centros de carga (STD-X), donde se distribuirán los circuitos de iluminación o fuerza de las áreas fuera del cuarto de válvulas principal de acuerdo a lo detallado en los diagramas unifilares presentados en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1602-A.

Se ha realizado el análisis de caída de voltaje, el cual se presenta en el anexo B-7, donde se ha tomado en cuenta que la caída de voltaje no supere el 5%, desde el tablero de medidor hasta cada centro de carga.

En la tabla 7.3 se resume el calibre del conductor que alimentará a los centros de carga.

Tabla 7.3 Alimentadores secundarios

Descripción	Potencia (kVA)	Alimentadores hasta los centros de carga de circuitos normales (STD-X)	In(A)	Factor de seguridad 1.25	Protección
CC-01	4.00	3x8 AWG, Concéntrico	33.33	41.67	1Px50A
STD-B	4.00	1x8(1x8)+1x8, AWG THHW, Cu	33.33	41.67	1Px50A

7.5.3. CUARTO DE VÁLVULAS Y CONTROL EDC:

- Retiro de tablero de distribución principal de iluminación y toma Corrientes existente.
- Instalación de nuevo tablero de iluminación y toma corrientes y conexionado de las cargas correspondientes TDP.
- Retiro de conductores eléctricos de los circuitos de iluminación interior, exterior, emergencia y toma corrientes, retiro de boquillas plafón, piezas de interruptor y tomacorrientes y luminarias de emergencia.
- Instalación de un Tablero de Distribución Principal de Control TCP CU-E y Gabinete de Baterías.

Como se muestra en los planos LTR-F3-CON-ELE-P-P-1604-A y LTR-F3-CON-ELE-P-P-1609-A

7.5.4. GABINETE GENERAL: SISTEMA ELÉCTRICO - SCADA - SISTEMA DE CONTROL

Se proyecta instalar un solo gabinete que unifica al sistema eléctrico y al sistema de control SCADA.

El gabinete será de doble fondo metálico, sujeción con pernos, ventilador, filtros, con las siguientes características:

- Tipo Modular
- Dimensiones: 250x160x50 cm
- Material: acero pintado color RAL7035
- Chapa de 2mm de espesor
- Grado de Protección: IP68 / Nema 12
- Certificado grado de protección mecánica a los choques: IK10.
- Dividido en tres sectores:
 - Área eléctrica: 40cm de ancho, una sola puerta de 40x160cm.
 - Área de baterías: 120 cm de ancho, dos puertas de 60x160cm
 - Área de SCADA: 90 cm de ancho, dos puertas de 45x160cm

7.5.5. DISEÑO DE TABLEROS PRINCIPALES

Para el diseño de los tableros eléctricos se considera todos aquellos que se alimentarán desde los bushings del secundario del transformador hasta cada tablero que se requiere para el funcionamiento del tanque "Oyacoto". En la tabla 7.4 se resume los tableros eléctricos, necesarios.

Tabla 7.4 Tableros Eléctricos.

Abreviatura	Descripción	Demanda (kVA)	Ubicación
TM	Tablero de Medidor	20.33	Fachada, ingreso de la propiedad
TP	Tablero de Protección principal	20.33	Posterior al Tablero de Medidor
TDP	Tablero de Distribución Principal	20.33	Cuarto de Válvulas

7.5.5.1. TABLERO DE DISTRIBUCION PRINCIPAL TDP:

En el primer sector del gabinete general se instalarán todos los elementos del TDP, el cual tendrá una altura de 160 cm, ancho de 40 cm, profundidad de 50 cm. Contendrá barras de cobre, capacidad de 180 A, para fases, neutro y tierra, un breaker principal 2Px100A, tipo caja moldeada y breakers tipo riel din de diferentes valores, como se indica en las especificaciones técnicas y en el plano de diagrama unifilar LTR-F3-CON-ELE-P-P-1602-A. La disposición general de los elementos se detalla en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1609-A.

Desde el TDP, se controla:

- a) Circuito de Iluminación Interior
- b) Circuito de Tomacorrientes.
- c) Iluminación perimetral y patios
- d) Subtablero de distribución del Baño

7.5.6. SISTEMA UPS.

Ubicado en el cuarto de control EDC, se alimentará desde las barras de distribución instalada en el TDP, para las fases y el neutro; la tierra viene directamente con cable TTU calibre 2 AWG desde la malla de tierra del área electrónica, nótese que no pasa por la protección principal del TDP.

El detalle interno de este segundo sector, así como del tercero correspondiente al sistema SCADA, se presenta en el sistema de control y SCADA.

7.5.7. TCP.

Este tablero es el destinado a Control, Instrumentación y Comunicaciones, dicho sistema se presenta en la ingeniería electrónica.

Se ha verificado que el máximo de caída de voltaje desde el tablero de medidor sea inferior al 5%, que es la norma permitida, cuyo anexo de caída de voltaje se muestra en el Anexo B-7.

7.5.8. CIRCUITOS ELÉCTRICOS

7.5.8.1. Circuitos eléctricos de iluminación y luces de emergencia

Serán todas las actividades para la instalación de tuberías (IMC / EMT), cajas metálicas, conductores y piezas eléctricas (interruptores simples, dobles, conmutadores, sensores, etc.) para dar servicio a una lámpara, un foco o luminarias en general.

Procedimiento:

La altura recomendada por el diseñador eléctrico, debe ser medida desde la parte inferior del cajetín hasta el nivel de piso terminado, salvo indicación contraria, los interruptores se colocarán a 130 cm de altura y los cajetines y piezas en posición vertical.

Los conductores serán tipo THHW-flexible calibre No. 14 AWG para fase y neutro, más No 14 AWG para tierra (color verde) de acuerdo a la distribución de los planos de diseño, la cantidad de conductores irá de acuerdo a lo establecido en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1605-A, correspondiente a las instalaciones eléctricas internas.

Para las lámparas de emergencia se instalará un punto de iluminación, la altura de instalación estará a criterio del fiscalizador, sin que ésta sea inferior a 180 cm. Dicho punto, se conectará directamente al circuito de iluminación más cercano sin ningún tipo de interruptor.

Existirán dos tipos de instalaciones:

- En el cuarto de válvulas, o áreas con ambientes de alta humedad, se utilizará tubería IMC, y todos los accesorios, como cajetines, uniones, codos, etc., deberán ser diseñados para tubería IMC. De igual manera, los interruptores simples y dobles, a instalarse, deberán ser herméticos o tener una placa hermética con una protección IP66 o superior.
- En las demás áreas se utilizará tubería EMT, con sus accesorios correspondientes. Las placas serán decorativas del color que el promotor las requiera.

7.5.8.2. Circuito de Fuerza Normal

Serán todas las actividades que se requieran para la instalación de tuberías (IMC / EMT), cajas, conductores y piezas eléctricas (tomacorrientes) para dar servicio a los circuitos de tomacorrientes.

Procedimiento:

Para el tomacorriente normal en pared: la altura recomendada debe ser medida desde la parte inferior del cajetín hasta el nivel de piso terminado, existirán dos alturas $h_1=40\text{cm}$ y $h_2=130\text{cm}$, indicadas en los planos correspondientes, y se colocarán en posición horizontal.

La ubicación será de acuerdo al plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1605-A, los conductores serán tipo THHW-flexible calibre No. 12 AWG para fase y neutro, más N° 12 AWG para tierra (color verde). Los tomacorrientes serán del tipo doble polarizado.

Existirán dos tipos de instalaciones:

- En el cuarto de válvulas, o áreas con ambientes de alta humedad, se utilizará tubería IMC, y todos los accesorios, como cajetines, uniones, codos, etc., deberán ser diseñados para tubería IMC. De igual manera, para los tomacorrientes se utilizarán tapas herméticas con una protección IP66 o superior.
- En las demás áreas se utilizará tubería EMT, con sus accesorios correspondientes. Las tapas serán decorativas del mismo color de la pieza de tomacorriente respectivo.

7.5.9. ELEMENTOS ELÉCTRICOS DE LA INSTALACION

7.5.9.1. Luminaria LED hermética sobrepuesta, instalación interior.

Se utilizará en el techo del cuarto de válvulas y en el techo de la estructura de control, su instalación será hermética utilizando prensa estopas y cable concéntrico 3x14AWG, las características de las luminarias son:

- Potencia; 40 Watts tubo LED
- Tension 120-240Vac.
- Tipo de distribución; directo simétrico.
- Tipo de montaje; sobrepuesto
- Carcaza; policarbonato color blanco
- Junta de poliuretano.
- Protección IP 65 Temperatura de color 6 000K
- Apto para lugares húmedos.



7.5.9.2. Luminaria LED exterior, tipo hermética instalada sobre pared.

Características:

- Potencia: 70 Watt
- Flujo luminoso: 3200lm
- tipo LED 100-277Vac



7.5.9.3. Luminaria exterior para tumbado

Características:

- Tipo tortuga para exterior.
- Para instalar directamente en superficie techo o pared.
- Portalámparas focos E27 hasta 26W
- Tensión: 120Vac 60Hz
- Protección: IP 65 o superior
- Con difusor de vidrio



7.5.9.4. Luminaria tipo vías y patios

Estas luminarias se instalarán en el exterior de los edificios en las vías y en el perímetro del predio, se instalarán sobre postes hormigón de 9 metros de altura con brazo de 1 metro de longitud

Características:

- Tipo: LED
- Protección: IP 65
- Potencia: 70watt
- Tensión: 100-240V 60Hz.
- Temperatura de color: CCT(K) 5000
- Flujo luminoso: 7445 lm



7.5.9.5. Luminarias de emergencia

Con la finalidad de dar seguridad a las personas cuando ocurre un corte de energía, se han dispuesto dos luminarias de emergencia por edificio, tanto en el cuarto de válvulas como en la estructura de control y cuarto de control.

Características:



- Carcaza; termoplástica, color blanco
- Cabezales; cuadrados ajustables con dos lámparas de 1.6 Watt cada uno.
- Lámparas tipo: LED
- Distribución; Simétrica dirigible.
- Control: automático con botón de prueba e indicador de carga.
- Tensión de operación 120V- 277 Vac,
- Flujo luminoso Lm; 170
- Temp. De color (k) 6000 IRC 70
- Factor de potencia; 0.7
- Autonomía; 90 Minutos.
- Tipo de montaje; sobrepuesto sobre pared.

7.5.9.6. Tomacorrientes monofásicos 120Vac.

Las piezas de tomacorrientes serán de marca reconocida, conformada por el marco de dos tomacorrientes dobles polarizados fase, neutro más tierra, 15Amp. 120Vac, con conexión por medio de tornillos, con placa doble con tapas de protección de ingreso de agua.

La altura de montaje debe superar al nivel de inundación de tal manera que no ingrese agua a los bornes del tomacorriente.



7.5.9.7. Instalación de cables

Los cables eléctricos, serán tendidos de acuerdo; estructura del proyecto, al nivel de tensión, al sistema que corresponde; control, fuerza, etc.

Los tipos de instalación se describen a continuación.

El sistema de ductos para cables eléctricos a utilizar en este Proyecto será:

- Ductos.
- Tubos Conduit.
- Manguera negra reforzada

7.5.9.8. Ductos

Los bancos de ductos serán en PVC, cumpliendo los normativos de la EEQ, en áreas de circulación vehicular, obligatoriamente llevarán una capa de concreto, en el resto de áreas, su profundidad de enterramiento será 50 mm desde el piso terminado hasta la parte superior del ducto más cercano a la superficie.

Los bancos de ductos subterráneos deberán ser diseñados con una pendiente de 3 por mil como mínimo hacia los sótanos o drenajes para escurrir las aguas. En aquellos casos en los cuales el tubo deba aflorar a la superficie debe hacerse la transición PVC- Conduit metálico galvanizado en caliente. Las llegadas de los tubos de PVC a las cámaras se harán con campanas de remate. Las uniones en tuberías de PVC deberán ser ejecutadas con un cemento adecuado que provea un empalme firme y a prueba de agua.

Las cámaras eléctricas serán diseñadas en forma tal que su tamaño permita un adecuado manejo e instalación y mantenimiento de los cables. En los planos LTR-F3-CON-ELE-P-P-1607-A y LTR-F3-CON-ELE-P-P-1608-A, se aprecia, recorridos y tipos de ductos con sus detalles constructivo.

7.5.9.9. Tubos Conduit IMC

Los tubos Conduit serie intermedia (IMC), galvanizado electrolítico, se utilizarán, preferentemente, en instalaciones de edificaciones, embutidos o vistos en paredes o losas, para iluminación y toma corrientes.

Los tubos Conduit diámetro 3/4" instalados horizontalmente, adosados a edificios o estructuras, deberán tener soportes cada 1.5 m, los tubos Conduit diámetro 1" en adelante deberán tener soportes cada 1.2m. Los tramos rectos sujetos a cambios de temperatura ambiente tendrán juntas de expansión. Ningún tramo de Conduit entre cajas de empalme y salidas, etc., deberá tener más de tres curvas de 90.

Será utilizada en circuitos de alimentación a tableros de fuerza, y control utilizados para procesos, con todos los accesorios necesarios para conexión y continuidad de conducción, las cajas son de diferentes tipos con sus tapas correspondientes; cuadradas con salidas roscadas, cajas tipo LB, LR, T, LL, etc.

7.5.9.10. Tubería metálica EMT

Será utilizada en circuitos de iluminación y tomacorrientes, embebidos en hormigón o a la vista, con los accesorios de instalación completos como; uniones, conectores, coronas, en los circuitos exteriores, la tubería EMT debe ser sujeta por medio de abrazaderas doble aleta tipo omega.

7.5.9.11. Manguera negra reforzada

Manguera plástica reforzada, de polietileno de alta densidad, de 2" (50mm), clase C color negra, resistente a la intemperie, membrana rígida, para uso de acometidas eléctricas, tendido de cable para iluminación, servicios de video vigilancia, semaforización y de telecomunicaciones.

7.5.10. ILUMINACIÓN PERIMETRAL Y PATIOS.

El nuevo diseño, contempla postes de 9 m de longitud de hormigón centrifugado, con luminarias tipo LED de 100 w. En los casos donde no se puede acceder con grúa, se instalarán postes de postes de plástico reforzado con fibra de vidrio de 9 m de altura.

Los detalles se aprecian en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1606-A, la alimentación eléctrica se realizará con cable de cobre tipo TTU calibre 8 AWG, para las fases y conductor de cobre desnudo calibre 8 AWG para la tierra, embebido en manguera negra de 50 mm de diámetro, a través de los pozos indicados.

El control se realiza desde el TDP, mediante un selector de tres POSICIONES: ON, OFF/AUTOMATICO, en manual se prende directamente todo el grupo de luminarias, en off, se apaga todo y en automático, se controla con fotocélula según sea de día o de noche. La fotocélula de control se ubicará en la pared más cercana al TDP, para que opere con la luz del día. Como se aprecia en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1606-A.

Los conductores se instalarán de manera soterrada, a través de manguera negra reforzada de 50mm, utilizando las cámaras de revisión eléctricas, y pozos tipo A de 60x60x60cm. Los detalles de la obra civil de pozos se indican en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1608-A.

7.5.11. RESISTIVIDAD, MALLA DE TIERRA Y MEJORAMIENTO DEL SUELO

En el anexo D, se dispone de un estudio del sistema de puesta a tierra. La puesta a tierra tendrá una nueva configuración partiendo desde los valores de resistencia y resistividad del terreno. De acuerdo a la tabla abajo indicada.

Tabla 7.5 Medición De Resistencia - Oyacoto

MEDICION DE RESISTENCIA Y RESISTIVIDAD CALCULADA		
Método de Wenner		
Resistencia medida (R) Ω	Distancia de electrodos d (m)	Resistividad $\rho = \pi \cdot 2 \cdot d \cdot R$ ($\Omega \cdot m$)
11	4	276.32

Del anexo D, se desprende, básicamente lo siguiente:

1. Las mallas de tierra que se van a construir, en su conformación topológica, se muestran en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1603-A.
2. Se utilizarán varillas copperweld de 2.4 m, la separación entre ellas, será de al menos 4.50 metros, como se muestra en el plano de tierras y en sus detalles en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1609-A.
3. El enriquecimiento de tierra es obligatorio en cada varilla, de acuerdo a la propuesta del anexo D.
4. El cable de tierra será de cobre calibre 2/0 AWG.
5. Las uniones hacia los puntos de tierra de las áreas a servirse, pueden ser de diferentes calibres, según se indican en los planos.
6. Todas las soldas son exotérmicas.
7. Para el presente caso se define no instalar electrodos activos, si bien dan muy buen resultado en la medición de la tierra de la malla en un inicio, a la postre resultan un problema, pues requieren un mantenimiento regular cada 6 meses, en caso que no se realice dicho mantenimiento, los electrodos activos empiezan a perder sus características de baja resistencia, empezando a subir sus mediciones.
8. Para el caso de la mejora con GEM o ECUAGEM, los resultados son durables por lo menos durante los próximos 35 años, que es el tiempo de vida útil de las varillas copperweld. El carbón mineral no se deteriora, por lo que es la mejor opción de construir las mallas de tierra indicadas. Prácticamente su mantenimiento se reduce a mantener húmedo el terreno y en el peor de los casos, el carbón mineral tiene muy baja resistividad incluso si está seco, lo cual implica que, aunque no se humedezca a la malla de tierra, los resultados serán durables y sin mayor variación con el tiempo.

7.5.12. PARARRAYOS

Se montará una torre de 15 metros de altura para comunicaciones y en la parte superior se instalará un pararrayos tipo franklin, se presenta el estudio de protección contra descargas atmosféricas en el anexo E, y su área de protección se ha determinado que sea con las normas NFPA 780 e IEC 3205, definiendo un radio de esfera rodante de 60m, lo cual nos da un nivel de protección IV, que considerando que es un área libre de explosivos, y de poca concurrencia de personas, es lo más adecuado para su diseño.

En el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1610-A, se indica claramente las áreas de protección y nos hemos concentrado en el área de equipos.

En la parte superior de la torre se encuentra el pararrayos y además una baliza para señalización de presencia para las naves aéreas. La baliza se ha diseñado del tipo

fotovoltaica, lo cual le da independencia total de energía eléctrica, pues su sistema garantiza autonomía de 16 horas, con la carga solar y un tiempo de duración superior a los 10 años.

El pararrayos cuenta con un contador de descargas ubicado en el pie de la torre y su conexión a tierra será a través de un cable aislado 2/0 AWG tipo TTU, a través de una caja metálica que contiene una barra de cobre, donde se unirá el cable que baja desde el pararrayos, los detalles constructivos se muestran en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1610-A.

7.6. Ruta de Cables

En el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1607-A, se presenta un resumen de todos los circuitos principales, secundarios e iluminación perimetral, donde se detalla tipo de tubería, número de ductos, circuito eléctrico, tipo de conductor y distancia.

7.7. RESUMEN DE PRESENTACIÓN ELÉCTRICA, EN PLANOS Y DIAGRAMAS

Todo lo anteriormente indicado se resume en lo siguiente:

CODIGO DE PLANO	CONTENIDO
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1600-A	SISTEMA ELÉCTRICO DEL TANQUE OYACOTO
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1601-A	RED DE MV Y CANALIZACIÓN DE BV
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1602-A	DIAGRAMA UNIFILAR
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1603-A	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1604-A	UBICACIÓN DE EQUIPOS
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1605-A	ILUMINACIÓN INTERNA Y FUERZA
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1606-A	ILUMINACIÓN EXTERNA Y PERIMETRAL
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1607-A	RUTA DE CABLES (PLANO DE DUCTOS)
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1608-A	DETALLES DE OBRA CIVIL
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1609-A	DETALLES MALLAS DE TIERRA Y TABLEROS
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1610-A	PROTECCION DE PARRAYO (INCLUYE DETALLES)

En el ANEXO H-7, se presenta todos los planos correspondientes al sistema eléctrico del Tanque de Oyacoto.

7.8. LISTA DE MATERIALES SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO

En el anexo F-7, se presenta el listado de materiales del sistema eléctrico interno, con sus cantidades, en lo que se refiere a:

- Tablero de distribución principal (TDP)
- Tableros de distribución varios.
- Instalaciones interiores de la edificación.
- Sistema de mallas a tierra
- Sistema de protección contra descargas atmosféricas
- Sistema de iluminación perimetral.
- Etc.

Nota: Este listado se realiza de acuerdo al proyecto aprobado por la Empresa Eléctrica

Quito (EEQ), por lo que pueden existir variantes con respecto al presupuesto referencial.

7.9. PRESUPUESTO REFERENCIAL

El valor del presupuesto del sistema eléctrico del tanque Oyacoto se encuentra en el Anexo G-7. Además, se presenta un resumen general del presupuesto de todos los tanques al final de la memoria como Anexo General 2.

7.10. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Las especificaciones técnicas de los elementos que forman parte el estudio del sistema de eléctrico se presentan de manera general para todos los tanques en el Anexo General 1. Dicho anexo se presenta una sola vez al final de las memorias.

7.11. ANEXOS

- ANEXO A-7: DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA
- ANEXO B-7: CÁLCULO DE CAÍDA DE VOLTAJE
- ANEXO C-7: LISTA DE MATERIALES MV, ACOMETIDA Y MEDIDOR.
- ANEXO D: RESISTIVIDAD, MALLA DE TIERRA Y MEJORAMIENTO DEL SUELO, DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE Y REDES DE CALDERÓN
- ANEXO E: SISTEMA DE PARARRAYOS, PROTECCIÓN CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE Y REDES DE CALDERÓN
- ANEXO F-7: LISTA DE MATERIALES SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO
- ANEXO G-7: PRESUPUESTO DEL PROYECTO
- ANEXO H-7: PLANOS

ANEXO “A-7”

DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA

ANEXO “B-7”

CÁLCULO DE CAÍDA DE VOLTAJE

ANEXO “C-7”

LISTA DE MATERIALES MV, ACOMETIDA Y MEDIDOR.

ANEXO “D”

RESISTIVIDAD, MALLA DE TIERRA Y MEJORAMIENTO DEL SUELO, DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE Y REDES DE CALDERÓN

ANEXO “E”

SISTEMA DE PARARRAYOS, PROTECCIÓN CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE Y REDES DE CALDERÓN

ANEXO “F-7”

LISTA DE MATERIALES SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO

ANEXO “G-7”

PRESUPUESTO DEL PROYECTO

ANEXO “H-7”

PLANOS

8. TANQUE DE AGUA POTABLE PLAN DE VIVIENDA ECUADOR

8.1. GENERALIDADES

El tanque de agua potable de Plan de Vivienda Ecuador, forma parte del sistema de distribución Collaloma - Bellavista, con una capacidad de 250m³, se encuentra situado en el sector de MORAN, al norte de la ciudad de Quito.

A una altura de 2572msnm

Tabla 8.1 Coordenadas UTM-WGS84 ZONA 17

Coordenadas UTM-WGS84 ZONA 17	ESTE	NORTE
PLAN DE VIVIENDA ECUADOR	784246.56	9991910.26

Fuente: INGECONSULT, 2019

La Empresa de Agua Potable de Quito, EPMAPS, se encuentra mejorando las instalaciones de agua potable para entregar un mejor servicio a la ciudadanía, para lo cual ha incrementado un conjunto de instalaciones hidráulicas llamadas Estructura de Control (EDC), supervisión al proceso, automatizando al sistema y mejorando las comunicaciones, este conjunto de mejoras determinan un mayor consumo de energía eléctrica y nuevas instalaciones en el sistema eléctrico de redes de agua potable de Calderón.

8.2. OBJETIVO

Este documento entrega los lineamientos generales que se realizarán para mejorar y adecuar las instalaciones eléctricas del predio y de proceso del Tanque Plan de Vivienda Ecuador

8.3. SISTEMA ELÉCTRICO

El Sistema eléctrico se divide en dos partes, la una corresponde a la provisión de energía por parte de la Empresa Eléctrica Quito (EEQ), en el Anexo General 3 se presenta el proyecto eléctrico del Tanque Plan Vivienda Ecuador, APROBADO por la EEQ.

La segunda parte, corresponde al sistema eléctrico a partir del medidor de energía eléctrica.

8.4. Parte I: RED DE MEDIO VOLTAJE, ACOMETIDA Y MEDICIÓN ELÉCTRICA

8.4.1. ANTECEDENTES

El tanque de agua potable de Plan de Vivienda Ecuador, forma parte del sistema de distribución Collaloma - Bellavista, con una capacidad de 250m³, se encuentra ubicado en la calle Eloy Alfaro S/N sector de MORAN, que se denomina Plan de Vivienda Ecuador de la ciudad de Quito a una altura de 2572msnm y en las coordenadas UTM-WGS84 ZONA 17. Este 784246.56, Norte 9991910.26.

La Empresa de Agua Potable de Quito, EPMAPS, se encuentra mejorando las instalaciones de agua potable para entregar un mejor servicio a la ciudadanía. Para lo cual ha incrementado un conjunto de instalaciones hidráulicas, supervisión al proceso, automatizando al sistema y mejorando las comunicaciones.

Lo cual implica alterar el sistema eléctrico, reemplazando acometidas y medidor eléctrico.

Para lo que se requiere realizar la instalación de un transformador monofásico de 25kVA, con todos sus accesorios de protección primario y secundario de acuerdo al nuevo estudio de cargas realizado. Para este requerimiento el constructor debe

realizar la solicitud de cambio de servicio a la Empresa Eléctrica Quito (EEQ).

8.4.2. DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA

De acuerdo a la ubicación del tanque en cuestión, al ser un usuario atípico (bombas, equipos especiales de riego, controles, vivienda guardia, etc.), se estima disponer una demanda, presentada en el anexo A-8.

Del anexo A-8, tenemos el siguiente resumen:

CIR: 36.05 kW

DDt = Demanda de Diseño total = DD1+DD2 (kVA)

(%) = Porcentaje de sobrecarga (90%)

DDt = 22.59 kVA

DD = Demanda de diseño = DDt. 0.9

DD = 20.33 kVA

Por lo que se instalará un transformador de 25 kVA.

8.4.3. DESCRIPCIÓN RED DE MEDIO VOLTAJE

La Empresa Eléctrica Quito dispone en el sector una red primaria aérea monofásica de 22.8/13.2 KV, en la misma dirección que el Tanque Plan de Vivienda Ecuador, en la misma vereda.

En el poste existente Pe1 (con coordenadas: X:784259.823; Y:9991880.119) de hormigón armado circular de 12 m de altura se proyecta instalar el transformador monofásico de 25 kVA, y el seccionador portafusible unipolar tipo abierto de 27kV, 100A, como se indica en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1701-A.

8.4.4. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Para el diseño del sistema eléctrico, se utiliza los normativos de la EEQ y de acuerdo al estudio de la demanda del Anexo A-8, el centro de transformación proyectado será, monofásico de las siguientes características:

Centro de transformación CT-1:

Se instalará en el poste proyectado P1.

Tipo: Convencional monofásico

Potencia: 25 kVA

Voltaje primario: 22.8 / 13.2 kV, GRD-Y

Voltaje secundario: 240 / 120 V

Tap: +1 / -3x2.5%

8.4.5. DESCRIPCIÓN RED DE BAJO VOLTAJE

Se partirá de los terminales de bajo voltaje del transformador, con conductor tipo TTU, de cobre, calibre 2 AWG, para las fases y conductor de cobre desnudo calibre 2AWG para el neutro, soterrados a través de dos pozo tipo B, mediante ductos de 110 mm de diámetro, de PVC pesado, como se indica en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1701-A, desde el pozo Pz-1, se alimentará al tablero de medidor ubicado en el cerramiento del lote.

Se ha verificado que el máximo de caída de voltaje sea inferior al 3%, que es el porcentaje máximo permitido según las Normas de la EEQ, para este tipo de usuario cuyo anexo de caída de voltaje se muestra en el Anexo B-8.

8.4.6. SECCIONAMIENTO Y PROTECCIONES

8.4.6.1. Medio voltaje:

Para la protección y seccionamiento del transformador, se prevé instalar un seccionador fusible unipolar tipo abierto, 27kV, 100A, con tirafusible de 5 A, tipo H, que irá ubicado en el poste existente Pe1, como se aprecia en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1701-A. Su derivación de la red aérea, se la realizará con cable tipo TTU, Cobre, 2 AWG.

Para protección contra descargas atmosféricas se prevé un pararrayos de 18 kV, que se fijará en el transformador de 25 kVA.

8.4.6.2. Bajo voltaje:

El transformador diseñado es del tipo convencional, razón por la que se instalará una capaceta bajo el transformador, que tendrán dos cartuchos fusible tipo NH1, de 100 A, fijadas en base portafusibles NH1, 250 A. Desde las bases NH1, saldrá el circuito de bajo voltaje hacia el tablero de medidor, con cable tipo TTU, 2 AWG, de cobre, para las fases y con cable 2 AWG, de cobre desnudo para el neutro.

8.4.7. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

Para el sistema de puesta a tierra, se ha previsto realizar un montaje con dos varillas copperweld de 15 mm, de diámetro y de 2.40 m de longitud de alta camada, con sueldas exotérmicas.

Los valores de medición estarán de acuerdo a los requerimientos de la EEQ y será menor a 25 Ω , para lo cual el constructor instalará GEM, para enriquecer el suelo y mejorar la resistividad de este, para lograr dicha medición.

Para el final de circuito de bajo voltaje, que viene a ser el medidor E1, se prevé instalar 1 varilla copperweld de 15 mm, de diámetro y de 2.40 m de longitud, con suelda exotérmica para conectar a la tierra del medidor de energía eléctrica.

8.4.8. MEDICIÓN ELÉCTRICA

Actualmente existe un medidor de energía eléctrica con número 599071. Debido al incremento de carga, se planifica que instalar un nuevo medidor totalizador en el ingreso a la propiedad. Se proyecta construir una mocheta en el cerramiento, de libre ingreso por la calle pública, de tal modo de no necesitar pedir permiso, para las tomas de lecturas de consumo. El medidor lo proveerá la EEQ.

El detalle del montaje del tablero se muestra en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1708-A.

8.4.9. MATERIALES

En el anexo C-8, se presenta la lista de equipos y materiales, para el sistema de medio voltaje, la cual se realiza de acuerdo al proyecto aprobado por la Empresa Eléctrica Quito (EEQ), por lo que pueden existir variantes con respecto al presupuesto referencial.

8.5. PARTE II: SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO

En esta parte, se dispone de los criterios y diseños eléctricos a partir del medidor de energía eléctrica, en toda la parte interna de los tanques de almacenamiento.

8.5.1. CRITERIOS DE DISEÑO

En el presente Estudio de Diseño Eléctrico se establece los aspectos más importantes a ser tomados en cuenta para el sistema eléctrico. La alimentación del sistema eléctrico será construida bajo las normas generales del Código Eléctrico Ecuatoriano, el mismo está

apegado a las normas eléctricas National Electrical Code (NEC) y las normas de seguridad National Fire Protection Association (NFPA). Tomando en cuenta para su aplicación las características de los materiales y equipos disponibles en el mercado local.

- Gabinete para sistema eléctrico, sistema de control y sistema SCADA: Se tendrá un solo gabinete, dividido en tres cuerpos, el primero para el tablero de distribución principal del área eléctrica, el segundo para el sistema de respaldo baterías; y el tercero para el sistema de control y SCADA.
- Tablero de protección principal (TP): Se ubicará inmediatamente después del tablero de medidor (TM), y servirá como principal protección de las instalaciones eléctricas del tanque. La alimentación del medidor de energía eléctrica, llegará hasta éste tablero de protección principal.
- Tablero de distribución principal (TDP): Será el sistema principal de interrupción y protección de las instalaciones eléctricas del tanque, donde se proyecta centralizar todas las cargas que alimentaran al cuarto de válvulas principal y los diferentes subtableros de distribución (STD-X) del tanque “Plan de Vivienda Ecuador”, y dispondrá de todas las protecciones necesarias para este fin. Esto permitirá garantizar la previsión del mantenimiento eléctrico, sin que se vea afectado el normal funcionamiento del tanque de agua, además posibilita un fácil reconocimiento de fallas eléctricas en caso de producirse.
- Centros de carga (STD-X): Los centros de carga corresponden a los tableros de donde se derivarán todos los circuitos de iluminación y fuerza que alimentaran a los equipos que se encuentren en áreas distintas al cuarto de válvulas principal.
- Alimentador red principal de bajo voltaje: Desde el tablero de protección principal (TP) se derivará, como alimentador principal, un circuito que alimentará el Tablero de Distribución Principal (TDP); de éste se derivarán los alimentadores de la red secundaria que alimentarán a los centros de carga o Subtableros de Distribución (STD-X).
- El presente proyecto contempla como máximo un 5% de caída de voltaje desde el tablero de medidores hasta los circuitos finales, teniendo como referencia para este propósito el nivel de voltaje en el centro de carga.
- Se contempla dos tipos de instalaciones internas, para los sistemas de iluminación y fuerza:
 - Para instalaciones que se encuentren dentro de los cuartos de válvulas, se utilizará tubería eléctrica intermedia (IMC). Las cuales están diseñado para proteger los cables eléctricos del ambiente corrosivo que existe en estas áreas.
 - Para las instalaciones en áreas donde no se tiene una alta exposición a la humedad, se utilizará tubería eléctrica metálica (EMT), la cual está diseñada especialmente para la conducción de cables eléctricos para zonas industriales, comerciales y residenciales; manteniendo el cableado aislado y protegiéndolo contra todo tipo de amenazas que pudieran dañarlo.

8.5.2. ACOMETIDA EN BAJO VOLTAJE.

- Retiro de cable de acometida actual desde el medidor hasta tablero principal ubicado en el cuarto de válvulas.
- Tendido y conexionado de cable de acometida eléctrica nuevo, desde el medidor de energía eléctrica hasta el Tablero de Distribución Principal TDP y Control TCP, ubicado en la adecuación del cuarto de válvulas y control.

Para el cálculo de los alimentadores se considera todos los circuitos que proveerán la potencia requerida en las diferentes áreas del tanque.

8.5.2.1. Alimentadores principales

En la sección correspondiente a la cámara de transformación se establece que el transformador que se instalará será de 25 kVA donde la acometida de bajo voltaje es considerada desde los fusibles NH hasta el Tablero de Medidor (TM), y posteriormente al Tablero de Protección principal (TP). Desde el TP se alimentará al Tablero de Distribución Principal (TDP) mediante el circuito denominado Circuito-TDP. Como se puede ver en el diagrama unifilar general presentado en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1702-A, así como en la red de bajo voltaje del plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1701-A.

Con la demanda total del tanque, tomada del anexo A-8, se realiza el cálculo de caída de voltaje, presentado en el anexo B-8. En la tabla 8.2 se especifica la capacidad y características de la acometida de bajo voltaje y el circuito-TDP, considerando que este ramal tendrá que alimentar todas las cargas del tanque "Plan de Vivienda Ecuador". La acometida de bajo voltaje se instalará de manera soterrada utilizando la canalización de tubería PVC de 110mm y pozos de bajo voltaje tipo B; por su parte el circuito-TDP se instalará utilizando la canalización de tubería PVC de 50mm, pozos de bajo voltaje tipo B y las cámaras eléctricas de revisión, tal como se puede apreciar en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1701-A.

Tabla 8.2 Alimentadores principales

Descripción	Demanda (kVA)	Conductores	In(A)	Protección
Acometida BV	20.33	2x2 AWG, TTU, Cu + 2 AWG, Cu Desn.	84.71	2Px100A
Circuito TDP	20.33	2x2(1x2), AWG, TTU, Cu.	84.71	2Px100A

8.5.2.2. Alimentadores Secundarios

Los alimentadores secundarios para se consideran los que se derivan desde el TDP hasta los centros de carga (STD-X), donde se distribuirán los circuitos de iluminación o fuerza de las áreas fuera del cuarto de válvulas principal de acuerdo a lo detallado en los diagramas unifilares presentados en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1702-A.

Se ha realizado el análisis de caída de voltaje, el cual se presenta en el anexo B-8, donde se ha tomado en cuenta que la caída de voltaje no supere el 5%, desde el tablero de medidor hasta cada centro de carga.

En la tabla 8.3 se resume el calibre del conductor que alimentará a los centros de carga.

Tabla 8.3 Alimentadores secundarios

Descripción	Potencia (kVA)	Alimentadores hasta los centros de carga de circuitos normales (STD-X)	In(A)	Factor de seguridad 1.25	Protección
CC-01	4.00	3x8 AWG, Concéntrico	33.33	41.67	1Px50A
STD-B	4.00	1x8(1x8)+1x8, AWG THHW, Cu	33.33	41.67	1Px50A

8.5.3. CUARTO DE VÁLVULAS Y CONTROL EDC:

- Retiro de tablero de distribución principal de iluminación y toma Corrientes existente.
- Instalación de nuevo tablero de iluminación y toma corrientes y conexionado de las cargas correspondientes TDP.

- Retiro de conductores eléctricos de los circuitos de iluminación interior, exterior, emergencia y toma corrientes, retiro de boquillas plafón, piezas de interruptor y tomacorrientes y luminarias de emergencia.
- Instalación de un Tablero de Distribución Principal de Control TCP CU-E y Gabinete de Baterías.

Como se muestra en los planos LTR-F3-CON-ELE-P-P-1704-A y LTR-F3-CON-ELE-P-P-1709-A

8.5.4. GABINETE GENERAL: SISTEMA ELÉCTRICO - SCADA - SISTEMA DE CONTROL

Se proyecta instalar un solo gabinete que unifica al sistema eléctrico y al sistema de control SCADA.

El gabinete será de doble fondo metálico, sujeción con pernos, ventilador, filtros, con las siguientes características:

- Tipo Modular
- Dimensiones: 250x160x50 cm
- Material: acero pintado color RAL7035
- Chapa de 2mm de espesor
- Grado de Protección: IP68 / Nema 12
- Certificado grado de protección mecánica a los choques: IK10.
- Dividido en tres sectores:
 - Área eléctrica: 40cm de ancho, una sola puerta de 40x160cm.
 - Área de baterías: 120 cm de ancho, dos puertas de 60x160cm
 - Área de SCADA: 90 cm de ancho, dos puertas de 45x160cm

8.5.5. DISEÑO DE TABLEROS PRINCIPALES

Para el diseño de los tableros eléctricos se considera todos aquellos que se alimentarán desde los bushings del secundario del transformador hasta cada tablero que se requiere para el funcionamiento del tanque “Plan de Vivienda Ecuador”. En la tabla 8.4 se resume los tableros eléctricos, necesarios.

Tabla 8.4 Tableros Eléctricos.

Abreviatura	Descripción	Demanda (kVA)	Ubicación
TM	Tablero de Medidor	20.33	Fachada, ingreso de la propiedad
TP	Tablero de Protección principal	20.33	Posterior al Tablero de Medidor
TDP	Tablero de Distribución Principal	20.33	Cuarto de Válvulas

8.5.5.1. TABLERO DE DISTRIBUCION PRINCIPAL TDP:

En el primer sector del gabinete general se instalarán todos los elementos del TDP, el cual tendrá una altura de 160 cm, ancho de 40 cm, profundidad de 50 cm. Contendrá barras de cobre, capacidad de 180 A, para fases, neutro y tierra, un breaker principal 2Px100A, tipo caja moldeada y breakers tipo riel din de diferentes valores, como se indica en las especificaciones técnicas y en el plano de diagrama unifilar LTR-F3-CON-ELE-P-P-1702-A. La disposición general de los elementos se detalla en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1709-A.

Desde el TDP, se controla:

- a) Circuito de Iluminación Interior
- b) Circuito de Tomacorrientes.
- c) Iluminación perimetral y patios
- d) Subtablero de distribución del Baño

8.5.6. SISTEMA UPS.

Ubicado en el cuarto de control EDC, se alimentará desde las barras de distribución instalada en el TDP, para las fases y el neutro; la tierra vine directamente con cable TTU calibre 2 AWG desde la malla de tierra del área electrónica, nótese que no pasa por la protección principal del TDP.

El detalle interno de este segundo sector, así como del tercero correspondiente al sistema SCADA, se presenta en el sistema de control y SCADA.

8.5.7. TCP.

Este tablero es el destinado a Control, Instrumentación y Comunicaciones, dicho sistema se presenta en la ingeniería electrónica.

Se ha verificado que el máximo de caída de voltaje desde el tablero de medidor sea inferior al 5%, que es la norma permitida, cuyo anexo de caída de voltaje se muestra en el Anexo B-8.

8.5.8. CIRCUITOS ELÉCTRICOS

8.5.8.1. Circuitos eléctricos de iluminación y luces de emergencia

Serán todas las actividades para la instalación de tuberías (IMC / EMT), cajas metálicas, conductores y piezas eléctricas (interruptores simples, dobles, conmutadores, sensores, etc.) para dar servicio a una lámpara, un foco o luminarias en general.

Procedimiento:

La altura recomendada por el diseñador eléctrico, debe ser medida desde la parte inferior del cajetín hasta el nivel de piso terminado, salvo indicación contraria, los interruptores se colocarán a 130 cm de altura y los cajetines y piezas en posición vertical.

Los conductores serán tipo THHW-flexible calibre No. 14 AWG para fase y neutro, más No 14 AWG para tierra (color verde) de acuerdo a la distribución de los planos de diseño, la cantidad de conductores irá de acuerdo a lo establecido en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1705-A, correspondiente a las instalaciones eléctricas internas.

Para las lámparas de emergencia se instalará un punto de iluminación, la altura de instalación estará a criterio del fiscalizador, sin que ésta sea inferior a 180 cm. Dicho punto, se conectará directamente al circuito de iluminación más cercano sin ningún tipo de interruptor.

Existirán dos tipos de instalaciones:

- En el cuarto de válvulas, o áreas con ambientes de alta humedad, se utilizará tubería IMC, y todos los accesorios, como cajetines, uniones, codos, etc., deberán ser diseñados para tubería IMC. De igual manera, los interruptores simples y dobles, a instalarse, deberán ser herméticos o tener una placa hermética con una protección IP66 o superior.
- En las demás áreas se utilizará tubería EMT, con sus accesorios correspondientes. Las placas serán decorativas del color que el promotor las requiera.

8.5.8.2. Circuito de Fuerza Normal

Serán todas las actividades que se requieran para la instalación de tuberías (IMC / EMT), cajas, conductores y piezas eléctricas (tomacorrientes) para dar servicio a los circuitos de tomacorrientes.

Procedimiento:

Para el tomacorriente normal en pared: la altura recomendada debe ser medida desde la parte inferior del cajetín hasta el nivel de piso terminado, existirán dos alturas $h_1=40\text{cm}$ y $h_2=130\text{cm}$, indicadas en los planos correspondientes, y se colocarán en posición horizontal.

La ubicación será de acuerdo al plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1705-A, los conductores serán tipo THHW-flexible calibre No. 12 AWG para fase y neutro, más N° 12 AWG para tierra (color verde). Los tomacorrientes serán del tipo doble polarizado.

Existirán dos tipos de instalaciones:

- En el cuarto de válvulas, o áreas con ambientes de alta humedad, se utilizará tubería IMC, y todos los accesorios, como cajetines, uniones, codos, etc., deberán ser diseñados para tubería IMC. De igual manera, para los tomacorrientes se utilizarán tapas herméticas con una protección IP66 o superior.
- En las demás áreas se utilizará tubería EMT, con sus accesorios correspondientes. Las tapas serán decorativas del mismo color de la pieza de tomacorriente respectivo.

8.5.9. ELEMENTOS ELÉCTRICOS DE LA INSTALACION

8.5.9.1. Luminaria LED hermética sobrepuesta, instalación interior.

Se utilizará en el techo del cuarto de válvulas y en el techo de la estructura de control, su instalación será hermética utilizando prensa estopas y cable concéntrico 3x14AWG, las características de las luminarias son:

- Potencia; 40 Watts tubo LED
- Tension 120-240Vac.
- Tipo de distribución; directo simétrico.
- Tipo de montaje; sobrepuesto
- Carcaza; policarbonato color blanco
- Junta de poliuretano.
- Protección IP 65 Temperatura de color 6 000K
- Apto para lugares húmedos.



8.5.9.2. Luminaria LED exterior, tipo hermética instalada sobre pared.

Características:

- Potencia: 70 Watt
- Flujo luminoso: 3200lm
- tipo LED 100-277Vac



8.5.9.3. Luminaria exterior para tumbado

Características:

- Tipo tortuga para exterior.
- Para instalar directamente en superficie techo o pared.
- Portalámparas focos E27 hasta 26W
- Tensión: 120Vac 60Hz
- Protección: IP 65 o superior
- Con difusor de vidrio



8.5.9.4. Luminaria tipo vías y patios

Estas luminarias se instalarán en el exterior de los edificios en las vías y en el perímetro del predio, se instalarán sobre postes hormigón de 9 metros de altura con brazo de 1 metro de longitud

Características:

- Tipo: LED
- Protección: IP 65
- Potencia: 70watt
- Tensión: 100-240V 60Hz.
- Temperatura de color: CCT(K) 5000
- Flujo luminoso: 7445 lm



8.5.9.5. Luminarias de emergencia

Con la finalidad de dar seguridad a las personas cuando ocurre un corte de energía, se han dispuesto dos luminarias de emergencia por edificio, tanto en el cuarto de válvulas como en la estructura de control y cuarto de control.

Características:

- Carcaza; termoplástica, color blanco
- Cabezales; cuadrados ajustables con dos lámparas de 1.6 Watt cada uno.
- Lámparas tipo: LED
- Distribución; Simétrica dirigible.
- Control: automático con botón de prueba e indicador de carga.
- Tensión de operación 120V- 277 Vac,
- Flujo luminoso Lm; 170
- Temp. De color (k) 6000 IRC 70
- Factor de potencia; 0.7
- Autonomía; 90 Minutos.
- Tipo de montaje; sobrepuesto sobre pared.



8.5.9.6. Tomacorrientes monofásicos 120Vac.

Las piezas de tomacorrientes serán de marca reconocida, conformada por el marco de dos tomacorrientes dobles polarizados fase, neutro más tierra, 15Amp. 120Vac, con conexión por medio de tornillos, con placa doble con tapas de protección de ingreso de agua.

La altura de montaje debe superar al nivel de inundación de tal manera que no ingrese agua a los bornes del tomacorriente.



8.5.9.7. Instalación de cables

Los cables eléctricos, serán tendidos de acuerdo; estructura del proyecto, al nivel de tensión, al sistema que corresponde; control, fuerza, etc.

Los tipos de instalación se describen a continuación.

El sistema de ductos para cables eléctricos a utilizar en este Proyecto será:

- Ductos.
- Tubos Conduit.
- Manguera negra reforzada

8.5.9.8. Ductos

Los bancos de ductos serán en PVC, cumpliendo los normativos de la EEQ, en áreas de circulación vehicular, obligatoriamente llevarán una capa de concreto, en el resto de áreas, su profundidad de enterramiento será 50 mm desde el piso terminado hasta la parte superior del ducto más cercano a la superficie.

Los bancos de ductos subterráneos deberán ser diseñados con una pendiente de 3 por mil como mínimo hacia los sótanos o drenajes para escurrir las aguas. En aquellos casos en los cuales el tubo deba aflorar a la superficie debe hacerse la transición PVC- Conduit metálico galvanizado en caliente. Las llegadas de los tubos de PVC a las cámaras se harán con campanas de remate. Las uniones en tuberías de PVC deberán ser ejecutadas con un cemento adecuado que provea un empalme firme y a prueba de agua.

Las cámaras eléctricas serán diseñadas en forma tal que su tamaño permita un adecuado manejo e instalación y mantenimiento de los cables. En los planos LTR-F3-CON-ELE-P-P-1707-A y LTR-F3-CON-ELE-P-P-1708-A, se aprecia, recorridos y tipos de ductos con sus detalles constructivo.

8.5.9.9. Tubos Conduit IMC

Los tubos Conduit serie intermedia (IMC), galvanizado electrolítico, se utilizarán, preferentemente, en instalaciones de edificaciones, embutidos o vistos en paredes o losas, para iluminación y toma corrientes.

Los tubos Conduit diámetro 3/4" instalados horizontalmente, adosados a edificios o estructuras, deberán tener soportes cada 1.5 m, los tubos Conduit diámetro 1" en adelante deberán tener soportes cada 1.2m. Los tramos rectos sujetos a cambios de temperatura ambiente tendrán juntas de expansión. Ningún tramo de Conduit entre cajas de empalme y salidas, etc., deberá tener más de tres curvas de 90.

Será utilizada en circuitos de alimentación a tableros de fuerza, y control utilizados para procesos, con todos los accesorios necesarios para conexión y continuidad de

conducción, las cajas son de diferentes tipos con sus tapas correspondientes; cuadradas con salidas roscadas, cajas tipo LB, LR, T, LL, etc.

8.5.9.10. Tubería metálica EMT

Será utilizada en circuitos de iluminación y tomacorrientes, embebidos en hormigón o a la vista, con los accesorios de instalación completos como; uniones, conectores, coronas, en los circuitos exteriores, la tubería EMT debe ser sujeta por medio de abrazaderas doble aleta tipo omega.

8.5.9.11. Manguera negra reforzada

Manguera plástica reforzada, de polietileno de alta densidad, de 2" (50mm), clase C color negra, resistente a la intemperie, membrana rígida, para uso de acometidas eléctricas, tendido de cable para iluminación, servicios de video vigilancia, semaforización y de telecomunicaciones.

8.5.10. ILUMINACIÓN PERIMETRAL Y PATIOS.

El nuevo diseño, contempla postes de 9 m de longitud de hormigón centrifugado, con luminarias tipo LED de 100 w. En los casos donde no se puede acceder con grúa, se instalarán postes de postes de plástico reforzado con fibra de vidrio de 9 m de altura.

Los detalles se aprecian en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1706-A, la alimentación eléctrica se realizará con cable de cobre tipo TTU calibre 8 AWG, para las fases y conductor de cobre desnudo calibre 8 AWG para la tierra, embebido en manguera negra de 50 mm de diámetro, a través de los pozos indicados.

El control se realiza desde el TDP, mediante un selector de tres POSICIONES: ON, OFF/AUTOMATICO, en manual se prende directamente todo el grupo de luminarias, en off, se apaga todo y en automático, se controla con fotocélula según sea de día o de noche. La fotocélula de control se ubicará en la pared más cercana al TDP, para que opere con la luz del día. Como se aprecia en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1706-A.

Los conductores se instalarán de manera soterrada, a través de manguera negra reforzada de 50mm, utilizando las cámaras de revisión eléctricas, y pozos tipo A de 60x60x60cm. Los detalles de la obra civil de pozos se indican en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1708-A.

8.5.11. RESISTIVIDAD, MALLA DE TIERRA Y MEJORAMIENTO DEL SUELO

En el anexo D, se dispone de un estudio del sistema de puesta a tierra. La puesta a tierra tendrá una nueva configuración partiendo desde los valores de resistencia y resistividad del terreno. De acuerdo a la tabla abajo indicada.

Tabla 8.5 Medición De Resistencia - Plan de Vivienda Ecuador

MEDICION DE RESISTENCIA Y RESISTIVIDAD CALCULADA		
Método de Wenner		
Resistencia medida (R) Ω	Distancia de electrodos d (m)	Resistividad $\rho = \pi \cdot 2 \cdot d \cdot R$ ($\Omega \cdot m$)
4.03	4	101.28

Del anexo D, se desprende, básicamente lo siguiente:

1. Las mallas de tierra que se van a construir, en su conformación topológica, se muestran en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1703-A.

2. Se utilizarán varillas copperweld de 2.4 m, la separación entre ellas, será de al menos 4.50 metros, como se muestra en el plano de tierras y en sus detalles en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1709-A.
3. El enriquecimiento de tierra es obligatorio en cada varilla, de acuerdo a la propuesta del anexo D.
4. El cable de tierra será de cobre calibre 2/0 AWG.
5. Las uniones hacia los puntos de tierra de las áreas a servirse, pueden ser de diferentes calibres, según se indican en los planos.
6. Todas las sueldas son exotérmicas.
7. Para el presente caso se define no instalar electrodos activos, si bien dan muy buen resultado en la medición de la tierra de la malla en un inicio, a la postre resultan un problema, pues requieren un mantenimiento regular cada 6 meses, en caso que no se realice dicho mantenimiento, los electrodos activos empiezan a perder sus características de baja resistencia, empezando a subir sus mediciones.
8. Para el caso de la mejora con GEM o ECUAGEM, los resultados son durables por lo menos durante los próximos 35 años, que es el tiempo de vida útil de las varillas copperweld. El carbón mineral no se deteriora, por lo que es la mejor opción de construir las mallas de tierra indicadas. Prácticamente su mantenimiento se reduce a mantener húmedo el terreno y en el peor de los casos, el carbón mineral tiene muy baja resistividad incluso si está seco, lo cual implica que, aunque no se humedezca a la malla de tierra, los resultados serán durables y sin mayor variación con el tiempo.

8.5.12. PARARRAYOS

Se montará una torre de 18 metros de altura para comunicaciones y en la parte superior se instalará un pararrayos tipo franklin, se presenta el estudio de protección contra descargas atmosféricas en el anexo E, y su área de protección se ha determinado que sea con las normas NFPA 780 e IEC 3205, definiendo un radio de esfera rodante de 60m, lo cual nos da un nivel de protección IV, que considerando que es un área libre de explosivos, y de poca concurrencia de personas, es lo más adecuado para su diseño.

En el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1710-A, se indica claramente las áreas de protección y nos hemos concentrado en el área de equipos.

En la parte superior de la torre se encuentra el pararrayos y además una baliza para señalización de presencia para las naves aéreas. La baliza se ha diseñado del tipo fotovoltaica, lo cual le da independencia total de energía eléctrica, pues su sistema garantiza autonomía de 16 horas, con la carga solar y un tiempo de duración superior a los 10 años.

El pararrayos cuenta con un contador de descargas ubicado en el pie de la torre y su conexión a tierra será a través de un cable aislado 2/0 AWG tipo TTU, a través de una caja metálica que contiene una barra de cobre, donde se unirá el cable que baja desde el pararrayos, los detalles constructivos se muestran en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1710-A.

8.6. Ruta de Cables

En el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1707-A, se presenta un resumen de todos los circuitos principales, secundarios e iluminación perimetral, donde se detalla tipo de tubería, número de ductos, circuito eléctrico, tipo de conductor y distancia.

8.7. RESUMEN DE PRESENTACIÓN ELÉCTRICA, EN PLANOS Y DIAGRAMAS

Todo lo anteriormente indicado se resume en lo siguiente:

CODIGO DE PLANO	CONTENIDO
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1700-A	SISTEMA ELÉCTRICO DEL TANQUE PLAN DE VIVIENDA ECUADOR
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1701-A	RED DE MV Y CANALIZACIÓN DE BV
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1702-A	DIAGRAMA UNIFILAR
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1703-A	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1704-A	UBICACIÓN DE EQUIPOS
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1705-A	ILUMINACIÓN INTERNA Y FUERZA
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1706-A	ILUMINACIÓN EXTERNA Y PERIMETRAL
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1707-A	ruta de cables (plano de ductos)
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1708-A	DETALLES DE OBRA CIVIL
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1709-A	DETALLES MALLAS DE TIERRA Y TABLEROS
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1710-A	PROTECCION DE PARRAYO (INCLUYE DETALLES)

En el ANEXO H-8, se presenta todos los planos correspondientes al sistema eléctrico del Tanque de Plan de Vivienda Ecuador.

8.8. LISTA DE MATERIALES SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO

En el anexo F-8, se presenta el listado de materiales del sistema eléctrico interno, con sus cantidades, en lo que se refiere a:

- Tablero de distribución principal (TDP)
- Tableros de distribución varios.
- Instalaciones interiores de la edificación.
- Sistema de mallas a tierra
- Sistema de protección contra descargas atmosféricas
- Sistema de iluminación perimetral.
- Etc.

Nota: Este listado se realiza de acuerdo al proyecto aprobado por la Empresa Eléctrica Quito (EEQ), por lo que pueden existir variantes con respecto al presupuesto referencial.

8.9. PRESUPUESTO REFERENCIAL

El valor del presupuesto del sistema eléctrico del tanque Plan Vivienda Ecuador se encuentra en el Anexo G-8. Además, se presenta un resumen general del presupuesto de todos los tanques al final de la memoria como Anexo General 2.

8.10. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Las especificaciones técnicas de los elementos que forman parte el estudio del sistema de eléctrico se presentan de manera general para todos los tanques en el Anexo General 1. Dicho anexo se presenta una sola vez al final de las memorias.

8.11. ANEXOS

- ANEXO A-8: DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA
- ANEXO B-8: CÁLCULO DE CAÍDA DE VOLTAJE
- ANEXO C-8: LISTA DE MATERIALES MV, ACOMETIDA Y MEDIDOR.
- ANEXO D: RESISTIVIDAD, MALLA DE TIERRA Y MEJORAMIENTO DEL SUELO, DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE Y REDES DE CALDERÓN
- ANEXO E: SISTEMA DE PARARRAYOS, PROTECCIÓN CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE Y REDES DE CALDERÓN
- ANEXO F-8: LISTA DE MATERIALES SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO
- ANEXO G-8: PRESUPUESTO DEL PROYECTO
- ANEXO H-8: PLANOS

ANEXO “A-8”

DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA

ANEXO “B-8”

CÁLCULO DE CAÍDA DE VOLTAJE

ANEXO “C-8”

LISTA DE MATERIALES MV, ACOMETIDA Y MEDIDOR.

ANEXO “D”

RESISTIVIDAD, MALLA DE TIERRA Y MEJORAMIENTO DEL SUELO, DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE Y REDES DE CALDERÓN

ANEXO “E”

SISTEMA DE PARARRAYOS, PROTECCIÓN CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE Y REDES DE CALDERÓN

ANEXO “F-8”

LISTA DE MATERIALES SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO

ANEXO “G-8”

PRESUPUESTO DEL PROYECTO

ANEXO “H-8”

PLANOS

9. TANQUE DE AGUA POTABLE SAN JOSÉ DE MORÁN No. 1

9.1. GENERALIDADES

El tanque de agua potable de San José de Morán No. 1, forma parte del sistema de distribución Bellavista - Collaloma, con una capacidad de 1000m³, en dos tanques de 500 m³, se encuentra situado en la parroquia de Calderón, de la ciudad de Quito.

A una altura de 2732msnm

Tabla 9.1 Coordenadas UTM-WGS84 ZONA 17

Coordenadas UTM-WGS84 ZONA 17	ESTE	NORTE
SAN JOSÉ DE MORÁN No. 1	785664.38	9990746.36

Fuente: INGECONSULT, 2019

La Empresa de Agua Potable de Quito, EPMAPS, se encuentra mejorando las instalaciones de agua potable para entregar un mejor servicio a la ciudadanía, para lo cual ha incrementado un conjunto de instalaciones hidráulicas llamadas Estructura de Control (EDC), supervisión al proceso, automatizando al sistema y mejorando las comunicaciones, este conjunto de mejoras determinan un mayor consumo de energía eléctrica y nuevas instalaciones en el sistema eléctrico de redes de agua potable de Calderón.

9.2. OBJETIVO

Este documento entrega los lineamientos generales que se realizarán para mejorar y adecuar las instalaciones eléctricas del predio y de proceso del Tanque San José de Morán No.1.

9.3. SISTEMA ELÉCTRICO

El Sistema eléctrico se divide en dos partes, la una corresponde a la provisión de energía por parte de la Empresa Eléctrica Quito (EEQ), en el Anexo General 3 se presenta el proyecto eléctrico de los Tanques San José de Morán 1 y San José de Morán 2, APROBADO por la EEQ.

La segunda parte, corresponde al sistema eléctrico a partir del medidor de energía eléctrica.

9.4. Parte I: RED DE MEDIO VOLTAJE, ACOMETIDA Y MEDICIÓN ELÉCTRICA

9.4.1. ANTECEDENTES

El tanque de agua potable de San José de Morán No.1, forma parte del sistema de distribución Bellavista - Collaloma, con una capacidad de 1000m³, en dos tanques de 500m³, se encuentra ubicado en la parroquia de Calderón, en la calle de los Fundadores, de la ciudad de Quito a una altura de 2732msnm y en las coordenadas UTM-WGS84 ZONA 17. Este 785664.38, Norte 9990745.36,

La Empresa de Agua Potable de Quito, EPMAPS, se encuentra mejorando las instalaciones de agua potable para entregar un mejor servicio a la ciudadanía. Para lo cual ha incrementado un conjunto de instalaciones hidráulicas, supervisión al proceso, automatizando al sistema y mejorando las comunicaciones.

Lo cual implica alterar el sistema eléctrico, reemplazando acometidas y medidor eléctrico.

Para lo que se requiere realizar la instalación de una acometida express subterránea en bajo voltaje, desde el transformador tipo padmounted de 50kVA proyectado a instalarse en el predio del TANQUE SAN JOSÉ DE MORÁN 2. Para este requerimiento el constructor debe realizar la solicitud de cambio de servicio a la Empresa Eléctrica Quito (EEQ).

9.4.2. DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA

De acuerdo a la ubicación del tanque en cuestión, al ser un usuario atípico (bombas, equipos especiales de riego, controles, vivienda guardia, etc.), se estima disponer una demanda, presentada en el anexo A-9.

Del anexo A-9, tenemos el siguiente resumen:

CIR: 39.63 kW

DDt (SJM1) = Demanda de Diseño total = DD1+DD2 (kVA)

(%) = Porcentaje de sobrecarga (90%)

DDt (SJM1) = 24.32 kVA

9.4.3. DESCRIPCIÓN RED DE MEDIO VOLTAJE

Se instalará un transformador tipo padmounted de 50kVA, en el predio San José de Morán 2, que se encuentra aproximadamente a 50 metros del Tanque San José de Morán 1. Este transformador alimentará, mediante acometidas express, a los dos tanques:

- Tanque San José de Morán 1
- Tanque San José de Morán 2

Por lo que, la descripción de red de medio voltaje para la alimentación del transformador padmounted de 50kVA se presenta en el punto 10.4.3.

9.4.4. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Por lo expuesto en el punto anterior, los detalles del centro de transformación se presentan en el punto 10.4.4.

9.4.5. DESCRIPCIÓN RED DE BAJO VOLTAJE

De los terminales de bajo voltaje del transformador se alimentará a un tablero de distribución (TD), ubicado junto al transformador en el cerramiento del predio Tanque San José de Morán 2.

Desde el TD, se instalará una acometida express en bajo voltaje a través de la protección correspondiente, para alimentar al tablero de medidor del tanque San José de Morán 1.

Se partirá desde la protección correspondiente del TD, con conductor tipo TTU, de cobre, calibre 1/0 AWG, para las fases y para el neutro, soterrados a través de pozos tipo B y tipo C, mediante ductos de 110 mm de diámetro, de PVC pesado, como se indica en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1801-A, desde el pozo existente Pze-1, se alimentará al tablero de medidor ubicado en el cerramiento del tanque San José de Morán 1.

Se ha verificado que el máximo de caída de voltaje sea inferior al 3%, que es el porcentaje máximo permitido según las Normas de la EEQ, para este tipo de usuario cuyo anexo de caída de voltaje se muestra en el Anexo B-9.

9.4.6. SECCIONAMIENTO Y PROTECCIONES

9.4.6.1. Medio voltaje:

Se presenta en el punto 10.4.6.1

9.4.6.2. Bajo voltaje:

En el Tablero de Distribución (TD) ubicado en el tanque San José de Morán 2, se instalará una protección secundaria de 2Px125A, desde donde saldrá la acometida express que alimentará al tablero de medidor del tanque San José de Morán 1.

9.4.7. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

Para el final de circuito de bajo voltaje, que viene a ser el medidor E1, se prevé instalar 1 varilla copperweld de 15 mm, de diámetro y de 2.40 m de longitud, con suelda exotérmica para conectar a la tierra del medidor de energía eléctrica.

9.4.8. MEDICIÓN ELÉCTRICA

Actualmente existe un medidor de energía eléctrica con número 684865. Debido al incremento de carga, se planifica que instalar un nuevo medidor totalizador en el ingreso a la propiedad. Se proyecta construir una mocheta en el cerramiento, de libre ingreso por la calle pública, de tal modo de no necesitar pedir permiso, para las tomas de lecturas de consumo. El medidor lo proveerá la EEQ.

El detalle del montaje del tablero se muestra en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1808-A.

9.4.9. MATERIALES

En el anexo C-9, se presenta la lista de equipos y materiales, para el sistema de medio voltaje, la cual se realiza de acuerdo al proyecto aprobado por la Empresa Eléctrica Quito (EEQ), por lo que pueden existir variantes con respecto al presupuesto referencial.

9.5. PARTE II: SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO

En esta parte, se dispone de los criterios y diseños eléctricos a partir del medidor de energía eléctrica, en toda la parte interna de los tanques de almacenamiento.

9.5.1. CRITERIOS DE DISEÑO

En el presente Estudio de Diseño Eléctrico se establece los aspectos más importantes a ser tomados en cuenta para el sistema eléctrico. La alimentación del sistema eléctrico será construida bajo las normas generales del Código Eléctrico Ecuatoriano, el mismo está apegado a las normas eléctricas National Electrical Code (NEC) y las normas de seguridad National Fire Protection Association (NFPA). Tomando en cuenta para su aplicación las características de los materiales y equipos disponibles en el mercado local.

- Gabinete para sistema eléctrico, sistema de control y sistema SCADA: Se tendrá un solo gabinete, dividido en tres cuerpos, el primero para el tablero de distribución principal del área eléctrica, el segundo para el sistema de respaldo baterías; y el tercero para el sistema de control y SCADA.
- Tablero de protección principal (TP): Se ubicará inmediatamente después del tablero de medidor (TM), y servirá como principal protección de las instalaciones eléctricas del tanque. La alimentación del medidor de energía eléctrica, llegará hasta éste tablero de protección principal.
- Tablero de distribución principal (TDP): Será el sistema principal de interrupción y protección de las instalaciones eléctricas del tanque, donde se proyecta centralizar todas las cargas que alimentaran al cuarto de válvulas principal y los diferentes subtableros de distribución (STD-X) del tanque "San José de Morán No. 1", y

dispondrá de todas las protecciones necesarias para este fin. Esto permitirá garantizar la previsión del mantenimiento eléctrico, sin que se vea afectado el normal funcionamiento del tanque de agua, además posibilita un fácil reconocimiento de fallas eléctricas en caso de producirse.

- Centros de carga (STD-X): Los centros de carga corresponden a los tableros de donde se derivarán todos los circuitos de iluminación y fuerza que alimentaran a los equipos que se encuentren en áreas distintas al cuarto de válvulas principal.
- Alimentador red principal de bajo voltaje: Desde el tablero de protección principal (TP) se derivará, como alimentador principal, un circuito que alimentará el Tablero de Distribución Principal (TDP); de éste se derivarán los alimentadores de la red secundaria que alimentarán a los centros de carga o Subtableros de Distribución (STD-X).
- El presente proyecto contempla como máximo un 5% de caída de voltaje desde el tablero de medidores hasta los circuitos finales, teniendo como referencia para este propósito el nivel de voltaje en el centro de carga.
- Se contempla dos tipos de instalaciones internas, para los sistemas de iluminación y fuerza:
 - Para instalaciones que se encuentren dentro de los cuartos de válvulas, se utilizará tubería eléctrica intermedia (IMC). Las cuales están diseñado para proteger los cables eléctricos del ambiente corrosivo que existe en estas áreas.
 - Para las instalaciones en áreas donde no se tiene una alta exposición a la humedad, se utilizará tubería eléctrica metálica (EMT), la cual está diseñada especialmente para la conducción de cables eléctricos para zonas industriales, comerciales y residenciales; manteniendo el cableado aislado y protegiéndolo contra todo tipo de amenazas que pudieran dañarlo.

9.5.2. ACOMETIDA EN BAJO VOLTAJE.

- Retiro de cable de acometida actual desde el medidor hasta tablero principal ubicado en el cuarto de válvulas.
- Tendido y conexionado de cable de acometida eléctrica nuevo, desde el medidor de energía eléctrica hasta el Tablero de Distribución Principal TDP y Control TCP, ubicado en la adecuación del cuarto de válvulas y control.

Para el cálculo de los alimentadores se considera todos los circuitos que proveerán la potencia requerida en las diferentes áreas del tanque.

9.5.2.1. Alimentadores principales

En la sección correspondiente a la cámara de transformación se establece que el transformador que se instalará será de 25 kVA donde la acometida de bajo voltaje es considerada desde los fusibles NH hasta el Tablero de Medidor (TM), y posteriormente al Tablero de Protección principal (TP). Desde el TP se alimentará al Tablero de Distribución Principal (TDP) mediante el circuito denominado Circuito-TDP. Como se puede ver en el diagrama unifilar general presentado en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1802-A, así como en la red de bajo voltaje del plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1801-A.

Con la demanda total del tanque, tomada del anexo A-9, se realiza el cálculo de caída de voltaje, presentado en el anexo B-9. En la tabla 9.2 se especifica la capacidad y características de la acometida de bajo voltaje y el circuito-TDP, considerando que este ramal tendrá que alimentar todas las cargas del tanque “San José de Morán No. 1”. La acometida de bajo voltaje se instalará de manera soterrada utilizando la canalización de tubería PVC de 110mm y pozos de bajo voltaje tipo B; por su parte el circuito-TDP se

instalará utilizando la canalización de tubería PVC de 50mm, pozos de bajo voltaje tipo B y las cámaras eléctricas de revisión, tal como se puede apreciar en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1801-A.

Tabla 9.2 Alimentadores principales

Descripción	Demanda (kVA)	Conductores	In(A)	Protección
Acometida BV	21.88	2x1/0 (1/0) AWG, TTU, Cu.	91.17	2Px100A
Circuito TDP	21.88	2x2(1x2), AWG, TTU, Cu.	91.17	2Px100A

9.5.2.2. Alimentadores Secundarios

Los alimentadores secundarios para se consideran los que se derivan desde el TDP hasta los centros de carga (STD-X), donde se distribuirán los circuitos de iluminación o fuerza de las áreas fuera del cuarto de válvulas principal de acuerdo a lo detallado en los diagramas unifilares presentados en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1802-A.

Se ha realizado el análisis de caída de voltaje, el cual se presenta en el anexo B-9, donde se ha tomado en cuenta que la caída de voltaje no supere el 5%, desde el tablero de medidor hasta cada centro de carga.

En la tabla 9.3 se resume el calibre del conductor que alimentará a los centros de carga.

Tabla 9.3 Alimentadores secundarios

Descripción	Potencia (kVA)	Alimentadores hasta los centros de carga de circuitos normales (STD-X)	In(A)	Factor de seguridad 1.25	Protección
MONORIEL	3.00	2x8(1x8), AWG THHW, Cu	12.50	15.63	2Px20A
CC-01	4.00	3x4 AWG, Concéntrico	33.33	41.67	1Px50A
STD-B	4.00	1x4(1x4)+1x4, AWG THHW, Cu	33.33	41.67	1Px50A

9.5.3. CUARTO DE VÁLVULAS Y CONTROL EDC:

- Retiro de tablero de distribución principal de iluminación y toma Corrientes existente.
- Instalación de nuevo tablero de iluminación y toma corrientes y conexionado de las cargas correspondientes TDP.
- Retiro de conductores eléctricos de los circuitos de iluminación interior, exterior, emergencia y toma corrientes, retiro de boquillas plafón, piezas de interruptor y tomacorrientes y luminarias de emergencia.
- Instalación de un Tablero de Distribución Principal de Control TCP CU-E y Gabinete de Baterías.

Como se muestra en los planos LTR-F3-CON-ELE-P-P-1804-A y LTR-F3-CON-ELE-P-P-1809-A

9.5.4. GABINETE GENERAL: SISTEMA ELÉCTRICO - SCADA - SISTEMA DE CONTROL

Se proyecta instalar un solo gabinete que unifica al sistema eléctrico y al sistema de control SCADA.

El gabinete será de doble fondo metálico, sujeción con pernos, ventilador, filtros, con las siguientes características:

- Tipo Modular
- Dimensiones: 250x160x50 cm
- Material: acero pintado color RAL7035
- Chapa de 2mm de espesor
- Grado de Protección: IP68 / Nema 12
- Certificado grado de protección mecánica a los choques: IK10.
- Dividido en tres sectores:
 - Área eléctrica: 40cm de ancho, una sola puerta de 40x160cm.
 - Área de baterías: 120 cm de ancho, dos puertas de 60x160cm
 - Área de SCADA: 90 cm de ancho, dos puertas de 45x160cm

9.5.5. DISEÑO DE TABLEROS PRINCIPALES

Para el diseño de los tableros eléctricos se considera todos aquellos que se alimentarán desde los bushings del secundario del transformador hasta cada tablero que se requiere para el funcionamiento del tanque “San José de Morán No. 1”. En la tabla 9.4 se resume los tableros eléctricos, necesarios.

Tabla 9.4 Tableros Eléctricos.

Abreviatura	Descripción	Demanda (kVA)	Ubicación
TM	Tablero de Medidor	21.88	Fachada, ingreso de la propiedad
TP	Tablero de Protección principal	21.88	Posterior al Tablero de Medidor
TDP	Tablero de Distribución Principal	21.88	Cuarto de Válvulas

9.5.5.1. TABLERO DE DISTRIBUCION PRINCIPAL TDP:

En el primer sector del gabinete general se instalarán todos los elementos del TDP, el cual tendrá una altura de 160 cm, ancho de 40 cm, profundidad de 50 cm. Contendrá barras de cobre, capacidad de 180 A, para fases, neutro y tierra, un breaker principal 2Px100A, tipo caja moldeada y breakers tipo riel din de diferentes valores, como se indica en las especificaciones técnicas y en el plano de diagrama unifilar LTR-F3-CON-ELE-P-P-1802-A. La disposición general de los elementos se detalla en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1809-A.

Desde el TDP, se controla:

- a) Circuito de Iluminación Interior
- b) Circuito de Tomacorrientes.
- c) Iluminación perimetral y patios
- d) Subtablero de distribución del Baño
- e) Monorriel con puente grúa

9.5.6. SISTEMA UPS.

Ubicado en el cuarto de control EDC, se alimentará desde las barras de distribución instalada en el TDP, para las fases y el neutro; la tierra viene directamente con cable TTU calibre 2 AWG desde la malla de tierra del área electrónica, nótese que no pasa por la protección principal del TDP.

El detalle interno de este segundo sector, así como del tercero correspondiente al sistema SCADA, se presenta en el sistema de control y SCADA.

9.5.7. TCP.

Este tablero es el destinado a Control, Instrumentación y Comunicaciones, dicho sistema se presenta en la ingeniería electrónica.

Se ha verificado que el máximo de caída de voltaje desde el tablero de medidor sea inferior al 5%, que es la norma permitida, cuyo anexo de caída de voltaje se muestra en el Anexo B-9.

9.5.8. CIRCUITOS ELÉCTRICOS

9.5.8.1. Circuitos eléctricos de iluminación y luces de emergencia

Serán todas las actividades para la instalación de tuberías (IMC / EMT), cajas metálicas, conductores y piezas eléctricas (interruptores simples, dobles, conmutadores, sensores, etc.) para dar servicio a una lámpara, un foco o luminarias en general.

Procedimiento:

La altura recomendada por el diseñador eléctrico, debe ser medida desde la parte inferior del cajetín hasta el nivel de piso terminado, salvo indicación contraria, los interruptores se colocarán a 130 cm de altura y los cajetines y piezas en posición vertical.

Los conductores serán tipo THHW-flexible calibre No. 14 AWG para fase y neutro, más No 14 AWG para tierra (color verde) de acuerdo a la distribución de los planos de diseño, la cantidad de conductores irá de acuerdo a lo establecido en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1805-A, correspondiente a las instalaciones eléctricas internas.

Para las lámparas de emergencia se instalará un punto de iluminación, la altura de instalación estará a criterio del fiscalizador, sin que ésta sea inferior a 180 cm. Dicho punto, se conectará directamente al circuito de iluminación más cercano sin ningún tipo de interruptor.

Existirán dos tipos de instalaciones:

- En el cuarto de válvulas, o áreas con ambientes de alta humedad, se utilizará tubería IMC, y todos los accesorios, como cajetines, uniones, codos, etc., deberán ser diseñados para tubería IMC. De igual manera, los interruptores simples y dobles, a instalarse, deberán ser herméticos o tener una placa hermética con una protección IP66 o superior.
- En las demás áreas se utilizará tubería EMT, con sus accesorios correspondientes. Las placas serán decorativas del color que el promotor las requiera.

9.5.8.2. Circuito de Fuerza Normal

Serán todas las actividades que se requieran para la instalación de tuberías (IMC / EMT), cajas, conductores y piezas eléctricas (tomacorrientes) para dar servicio a los circuitos de tomacorrientes.

Procedimiento:

Para el tomacorriente normal en pared: la altura recomendada debe ser medida desde la parte inferior del cajetín hasta el nivel de piso terminado, existirán dos alturas $h_1=40\text{cm}$ y $h_2=130\text{cm}$, indicadas en los planos correspondientes, y se colocarán en posición horizontal.

La ubicación será de acuerdo al plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1805-A, los conductores serán tipo THHW-flexible calibre No. 12 AWG para fase y neutro, más N° 12 AWG para

tierra (color verde). Los tomacorrientes serán del tipo doble polarizado.

Existirán dos tipos de instalaciones:

- En el cuarto de válvulas, o áreas con ambientes de alta humedad, se utilizará tubería IMC, y todos los accesorios, como cajetines, uniones, codos, etc., deberán ser diseñados para tubería IMC. De igual manera, para los tomacorrientes se utilizarán tapas herméticas con una protección IP66 o superior.
- En las demás áreas se utilizará tubería EMT, con sus accesorios correspondientes. Las tapas serán decorativas del mismo color de la pieza de tomacorriente respectivo.

9.5.9. ELEMENTOS ELÉCTRICOS DE LA INSTALACION

9.5.9.1. Luminaria LED hermética sobrepuesta, instalación interior.

Se utilizará en el techo del cuarto de válvulas y en el techo de la estructura de control, su instalación será hermética utilizando prensa estopas y cable concéntrico 3x14AWG, las características de las luminarias son:

- Potencia; 40 Watts tubo LED
- Tension 120-240Vac.
- Tipo de distribución; directo simétrico.
- Tipo de montaje; sobrepuesto
- Carcaza; policarbonato color blanco
- Junta de poliuretano.
- Protección IP 65 Temperatura de color 6 000K
- Apto para lugares húmedos.



9.5.9.2. Luminaria LED exterior, tipo hermética instalada sobre pared.

Características:

- Potencia: 70 Watt
- Flujo luminoso: 3200lm
- tipo LED 100-277Vac



9.5.9.3. Luminaria exterior para tumbado

Características:

- Tipo tortuga para exterior.
- Para instalar directamente en superficie techo o pared.
- Portalámparas focos E27 hasta 26W
- Tensión: 120Vac 60Hz
- Protección: IP 65 o superior
- Con difusor de vidrio



9.5.9.4. Luminaria tipo vías y patios

Estas luminarias se instalarán en el exterior de los edificios en las vías y en el perímetro del predio, se instalarán sobre postes hormigón de 9 metros de altura con brazo de 1 metro de longitud

Características:

- Tipo: LED
- Protección: IP 65
- Potencia: 70watt
- Tensión: 100-240V 60Hz.
- Temperatura de color: CCT(K) 5000
- Flujo luminoso: 7445 lm



9.5.9.5. Luminarias de emergencia

Con la finalidad de dar seguridad a las personas cuando ocurre un corte de energía, se han dispuesto dos luminarias de emergencia por edificio, tanto en el cuarto de válvulas como en la estructura de control y cuarto de control.

Características:

- Carcaza; termoplástica, color blanco
- Cabezales; cuadrados ajustables con dos lámparas de 1.6 Watt cada uno.
- Lámparas tipo: LED
- Distribución; Simétrica dirigible.
- Control: automático con botón de prueba e indicador de carga.
- Tensión de operación 120V- 277 Vac,
- Flujo luminoso Lm; 170
- Temp. De color (k) 6000 IRC 70
- Factor de potencia; 0.7
- Autonomía; 90 Minutos.
- Tipo de montaje; sobrepuesto sobre pared.



9.5.9.6. Tomacorrientes monofásicos 120Vac.

Las piezas de tomacorrientes serán de marca reconocida, conformada por el marco de dos tomacorrientes dobles polarizados fase, neutro más tierra, 15Amp. 120Vac, con conexión por medio de tornillos, con placa doble con tapas de protección de ingreso de agua.

La altura de montaje debe superar al nivel de inundación de tal manera que no ingrese agua a los bornes del tomacorriente.



9.5.9.7. Instalación de cables

Los cables eléctricos, serán tendidos de acuerdo; estructura del proyecto, al nivel de tensión, al sistema que corresponde; control, fuerza, etc.

Los tipos de instalación se describen a continuación.

El sistema de ductos para cables eléctricos a utilizar en este Proyecto será:

- Ductos.
- Tubos Conduit.
- Manguera negra reforzada

9.5.9.8. Ductos

Los bancos de ductos serán en PVC, cumpliendo los normativos de la EEQ, en áreas de circulación vehicular, obligatoriamente llevarán una capa de concreto, en el resto de áreas, su profundidad de enterramiento será 50 mm desde el piso terminado hasta la parte superior del ducto más cercano a la superficie.

Los bancos de ductos subterráneos deberán ser diseñados con una pendiente de 3 por mil como mínimo hacia los sótanos o drenajes para escurrir las aguas. En aquellos casos en los cuales el tubo deba aflorar a la superficie debe hacerse la transición PVC- Conduit metálico galvanizado en caliente. Las llegadas de los tubos de PVC a las cámaras se harán con campanas de remate. Las uniones en tuberías de PVC deberán ser ejecutadas con un cemento adecuado que provea un empalme firme y a prueba de agua.

Las cámaras eléctricas serán diseñadas en forma tal que su tamaño permita un adecuado manejo e instalación y mantenimiento de los cables. En los planos LTR-F3-CON-ELE-P-P-1807-A y LTR-F3-CON-ELE-P-P-1808-A, se aprecia, recorridos y tipos de ductos con sus detalles constructivo.

9.5.9.9. Tubos Conduit IMC

Los tubos Conduit serie intermedia (IMC), galvanizado electrolítico, se utilizarán, preferentemente, en instalaciones de edificaciones, embutidos o vistos en paredes o losas, para iluminación y toma corrientes.

Los tubos Conduit diámetro 3/4" instalados horizontalmente, adosados a edificios o estructuras, deberán tener soportes cada 1.5 m, los tubos Conduit diámetro 1" en adelante deberán tener soportes cada 1.2m. Los tramos rectos sujetos a cambios de temperatura ambiente tendrán juntas de expansión. Ningún tramo de Conduit entre cajas de empalme y salidas, etc., deberá tener más de tres curvas de 90.

Será utilizada en circuitos de alimentación a tableros de fuerza, y control utilizados para procesos, con todos los accesorios necesarios para conexión y continuidad de conducción, las cajas son de diferentes tipos con sus tapas correspondientes; cuadradas con salidas roscadas, cajas tipo LB, LR, T, LL, etc.

9.5.9.10. Tubería metálica EMT

Será utilizada en circuitos de iluminación y tomacorrientes, embebidos en hormigón o a la vista, con los accesorios de instalación completos como; uniones, conectores, coronas, en los circuitos exteriores, la tubería EMT debe ser sujeta por medio de abrazaderas doble aleta tipo omega.

9.5.9.11. Manguera negra reforzada

Manguera plástica reforzada, de polietileno de alta densidad, de 2" (50mm), clase C color negra, resistente a la intemperie, membrana rígida, para uso de acometidas eléctricas, tendido de cable para iluminación, servicios de video vigilancia, semaforización y de telecomunicaciones.

9.5.10. ILUMINACIÓN PERIMETRAL Y PATIOS.

El nuevo diseño, contempla postes de 9 m de longitud de hormigón centrifugado, con luminarias tipo LED de 100 w. En los casos donde no se puede acceder con grúa, se instalarán postes de postes de plástico reforzado con fibra de vidrio de 9 m de altura.

Los detalles se aprecian en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1806-A, la alimentación eléctrica se realizará con cable de cobre tipo TTU calibre 8 AWG, para las fases y conductor de cobre desnudo calibre 8 AWG para la tierra, embebido en manguera negra de 50 mm de diámetro, a través de los pozos indicados.

El control se realiza desde el TDP, mediante un selector de tres POSICIONES: ON, OFF/AUTOMATICO, en manual se prende directamente todo el grupo de luminarias, en off, se apaga todo y en automático, se controla con fotocélula según sea de día o de noche. La fotocélula de control se ubicará en la pared más cercana al TDP, para que opere con la luz del día. Como se aprecia en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1806-A.

Los conductores se instalarán de manera soterrada, a través de manguera negra reforzada de 50mm, utilizando las cámaras de revisión eléctricas, y pozos tipo A de 60x60x60cm. Los detalles de la obra civil de pozos se indican en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1808-A.

9.5.11. RESISTIVIDAD, MALLA DE TIERRA Y MEJORAMIENTO DEL SUELO

En el anexo D, se dispone de un estudio del sistema de puesta a tierra. La puesta a tierra tendrá una nueva configuración partiendo desde los valores de resistencia y resistividad del terreno. De acuerdo a la tabla abajo indicada.

Tabla 9.5 Medición De Resistencia - San José de Morán 1

MEDICION DE RESISTENCIA Y RESISTIVIDAD CALCULADA		
Método de Wenner		
Resistencia medida (R) Ω	Distancia de electrodos d (m)	Resistividad $\rho = \pi \cdot 2 \cdot d \cdot R$ ($\Omega \cdot m$)
8.5	4	213.62

Del anexo D, se desprende, básicamente lo siguiente:

1. Las mallas de tierra que se van a construir, en su conformación topológica, se muestran en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1803-A.
2. Se utilizarán varillas copperweld de 2.4 m, la separación entre ellas, será de al menos 4.50 metros, como se muestra en el plano de tierras y en sus detalles en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1809-A.
3. El enriquecimiento de tierra es obligatorio en cada varilla, de acuerdo a la propuesta del anexo D.
4. El cable de tierra será de cobre calibre 2/0 AWG.
5. Las uniones hacia los puntos de tierra de las áreas a servirse, pueden ser de diferentes calibres, según se indican en los planos.
6. Todas las soldas son exotérmicas.
7. Para el presente caso se define no instalar electrodos activos, si bien dan muy buen resultado en la medición de la tierra de la malla en un inicio, a la postre resultan un problema, pues requieren un mantenimiento regular cada 6 meses, en caso que no se realice dicho mantenimiento, los electrodos activos empiezan a perder sus características de baja resistencia, empezando a subir sus mediciones.
8. Para el caso de la mejora con GEM o ECUAGEM, los resultados son durables por lo menos durante los próximos 35 años, que es el tiempo de vida útil de las varillas copperweld. El carbón mineral no se deteriora, por lo que es la mejor opción de

construir las mallas de tierra indicadas. Prácticamente su mantenimiento se reduce a mantener húmedo el terreno y en el peor de los casos, el carbón mineral tiene muy baja resistividad incluso si está seco, lo cual implica que, aunque no se humedezca a la malla de tierra, los resultados serán durables y sin mayor variación con el tiempo.

9.5.12. PARARRAYOS

Se montará una torre de 18 metros de altura para comunicaciones y en la parte superior se instalará un pararrayos tipo franklin, se presenta el estudio de protección contra descargas atmosféricas en el anexo E, y su área de protección se ha determinado que sea con las normas NFPA 780 e IEC 3205, definiendo un radio de esfera rodante de 60m, lo cual nos da un nivel de protección IV, que considerando que es un área libre de explosivos, y de poca concurrencia de personas, es lo más adecuado para su diseño.

En el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1810-A, se indica claramente las áreas de protección y nos hemos concentrado en el área de equipos.

En la parte superior de la torre se encuentra el pararrayos y además una baliza para señalización de presencia para las naves aéreas. La baliza se ha diseñado del tipo fotovoltaica, lo cual le da independencia total de energía eléctrica, pues su sistema garantiza autonomía de 16 horas, con la carga solar y un tiempo de duración superior a los 10 años.

El pararrayos cuenta con un contador de descargas ubicado en el pie de la torre y su conexión a tierra será a través de un cable aislado 2/0 AWG tipo TTU, a través de una caja metálica que contiene una barra de cobre, donde se unirá el cable que baja desde el pararrayos, los detalles constructivos se muestran en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1810-A.

9.6. Ruta de Cables

En el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1807-A, se presenta un resumen de todos los circuitos principales, secundarios e iluminación perimetral, donde se detalla tipo de tubería, número de ductos, circuito eléctrico, tipo de conductor y distancia.

9.7. RESUMEN DE PRESENTACIÓN ELÉCTRICA, EN PLANOS Y DIAGRAMAS

Todo lo anteriormente indicado se resume en lo siguiente:

CODIGO DE PLANO	CONTENIDO
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1800-A	SISTEMA ELÉCTRICO DEL TANQUE SAN JOSÉ DE MORÁN 1
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1801-A	RED DE MV Y CANALIZACIÓN DE BV
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1802-A	DIAGRAMA UNIFILAR
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1803-A	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1804-A	UBICACIÓN DE EQUIPOS
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1805-A	ILUMINACIÓN INTERNA Y FUERZA
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1806-A	ILUMINACIÓN EXTERNA Y PERIMETRAL
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1807-A	RUTA DE CABLES (PLANO DE DUCTOS)
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1808-A	DETALLES DE OBRA CIVIL
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1809-A	DETALLES MALLAS DE TIERRA Y TABLEROS
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1810-A	PROTECCION DE PARRAYO (INCLUYE DETALLES)

En el ANEXO H-9, se presenta todos los planos correspondientes al sistema eléctrico del Tanque de San José de Morán No. 1.

9.8. LISTA DE MATERIALES SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO

En el anexo F-9, se presenta el listado de materiales del sistema eléctrico interno, con sus cantidades, en lo que se refiere a:

- Tablero de distribución principal (TDP)
- Tableros de distribución varios.
- Instalaciones interiores de la edificación.
- Sistema de mallas a tierra
- Sistema de protección contra descargas atmosféricas
- Sistema de iluminación perimetral.
- Etc.

Nota: Este listado se realiza de acuerdo al proyecto aprobado por la Empresa Eléctrica Quito (EEQ), por lo que pueden existir variantes con respecto al presupuesto referencial.

9.9. PRESUPUESTO REFERENCIAL

El valor del presupuesto del sistema eléctrico del tanque San José de Morán 1 se encuentra en el Anexo G-9. Además, se presenta un resumen general del presupuesto de todos los tanques al final de la memoria como Anexo General 2.

9.10. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Las especificaciones técnicas de los elementos que forman parte el estudio del sistema de eléctrico se presentan de manera general para todos los tanques en el Anexo General 1. Dicho anexo se presenta una sola vez al final de las memorias.

9.11. ANEXOS

ANEXO A-9:	DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA
ANEXO B-9:	CÁLCULO DE CAÍDA DE VOLTAJE
ANEXO C-9:	LISTA DE MATERIALES MV, ACOMETIDA Y MEDIDOR.
ANEXO D:	RESISTIVIDAD, MALLA DE TIERRA Y MEJORAMIENTO DEL SUELO, DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE Y REDES DE CALDERÓN
ANEXO E:	SISTEMA DE PARARRAYOS, PROTECCIÓN CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE Y REDES DE CALDERÓN
ANEXO F-9:	LISTA DE MATERIALES SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO
ANEXO G-9:	PRESUPUESTO DEL PROYECTO
ANEXO H-9:	PLANOS

ANEXO “A-9”

DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA

ANEXO “B-9”

CÁLCULO DE CAÍDA DE VOLTAJE

ANEXO “C-9”

LISTA DE MATERIALES MV, ACOMETIDA Y MEDIDOR.

ANEXO “D”

RESISTIVIDAD, MALLA DE TIERRA Y MEJORAMIENTO DEL SUELO, DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE Y REDES DE CALDERÓN

ANEXO “E”

SISTEMA DE PARARRAYOS, PROTECCIÓN CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE Y REDES DE CALDERÓN

ANEXO “F-9”

LISTA DE MATERIALES SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO

ANEXO “G-9”

PRESUPUESTO DEL PROYECTO

ANEXO “H-9”

PLANOS

10. TANQUE DE AGUA POTABLE SAN JOSÉ DE MORÁN No. 2

10.1. GENERALIDADES

El tanque de agua potable de San José de Morán 2, forma parte del sistema de distribución Collaloma - Bellavista, con una capacidad de 2000m³, se encuentra situado en la parroquia de Calderón, de la ciudad de Quito.

A una altura de 2732msnm

Tabla 10.1 Coordenadas UTM-WGS84 ZONA 17

Coordenadas UTM-WGS84 ZONA 17	ESTE	NORTE
SAN JOSÉ DE MORÁN 2	785740.28	9990690.22

Fuente: INGECONSULT, 2019

La Empresa de Agua Potable de Quito, EPMAPS, se encuentra mejorando las instalaciones de agua potable para entregar un mejor servicio a la ciudadanía, para lo cual ha incrementado un conjunto de instalaciones hidráulicas llamadas Estructura de Control (EDC), supervisión al proceso, automatizando al sistema y mejorando las comunicaciones, este conjunto de mejoras determinan un mayor consumo de energía eléctrica y nuevas instalaciones en el sistema eléctrico de redes de agua potable de Calderón.

10.2. OBJETIVO

Este documento entrega los lineamientos generales que se realizarán para mejorar y adecuar las instalaciones eléctricas del predio y de proceso del Tanque San José de Morán No.2.

10.3. SISTEMA ELÉCTRICO

El Sistema eléctrico se divide en dos partes, la una corresponde a la provisión de energía por parte de la Empresa Eléctrica Quito (EEQ), en el Anexo General 3 se presenta el proyecto eléctrico de los Tanques San José de Morán 1 y San José de Morán 2, APROBADO por la EEQ.

La segunda parte, corresponde al sistema eléctrico a partir del medidor de energía eléctrica.

10.4. Parte I: RED DE MEDIO VOLTAJE, ACOMETIDA Y MEDICIÓN ELÉCTRICA

10.4.1. ANTECEDENTES

El tanque de agua potable de San José de Morán 2, forma parte del sistema de distribución Collaloma - Bellavista, con una capacidad de 2000m³, se encuentra ubicado en la calle De Los Fundadores S/N parroquia Calderón, que se denomina San José de Morán 2 de la ciudad de Quito a una altura de 2732msnm y en las coordenadas UTM-WGS84 ZONA 17. Este 785740.28, Norte 9990690.22.

La Empresa de Agua Potable de Quito, EPMAPS, se encuentra mejorando las instalaciones de agua potable para entregar un mejor servicio a la ciudadanía. Para lo cual ha incrementado un conjunto de instalaciones hidráulicas, supervisión al proceso, automatizando al sistema y mejorando las comunicaciones.

Lo cual implica alterar el sistema eléctrico, reemplazando acometidas y medidor eléctrico. Para lo que se prevé la instalación una transición aéreo-subterránea de medio voltaje en el poste existente, la cual alimentará al transformador padmounted monofásico de 50kVA

proyectado, con todos sus accesorios de protección primario y secundario de acuerdo al nuevo estudio de cargas realizado. Para este requerimiento el constructor debe realizar la solicitud de cambio de servicio a la Empresa Eléctrica Quito (EEQ).

10.4.2. DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA

De acuerdo a la ubicación del tanque en cuestión, al ser un usuario atípico (bombas, equipos especiales de riego, controles, vivienda guardia, etc.), se estima disponer una demanda, presentada en el anexo A-10.

Del anexo A-10 y A-9, tenemos el siguiente resumen:

	Tanque San José de Morán 1 (SJM1)	Tanque San José de Morán 2 (SJM2)
CIR (kW)	39.63	39.63
DDt	Demanda de Diseño total = DD1+DD2 (kVA)	
% Sobrecarga	90%	90%
DDt	24.32	24.32

Se proyecta instalar un solo transformador tipo padmounted para alimentar tanto al Tanque San José de Morán 2 (SJM2) como al tanque San José de Morán 1 (SJM1), por lo que la demanda de diseño de transformador será:

$$DD = 0.9 * (DDt (SJM1) + DDt (SJM2))$$

$$DD = 0.9 * (24.32 + 24.32) \text{ kVA}$$

$$DD = 43.78 \text{ kVA}$$

Por lo que se instalará un transformador de 50 kVA.

10.4.3. DESCRIPCIÓN RED DE MEDIO VOLTAJE

Actualmente existe una red aérea monofásica a 22.8 GRDY / 13.2 kV, que es de propiedad de la EEQ, en la misma dirección que el Tanque San José de Morán 2, en la vereda del frente.

En el poste existente Pe1 (con coordenadas: X 785712.705; Y 9990723.282) de hormigón armado circular de 12m de altura se proyecta instalar un seccionador unipolar tipo abierto con dispositivo rompearcos de 27kV, 100A, para ingresar con red subterránea en medio voltaje al predio EPMAPS TANQUE SAN JOSÉ DE MORÁN 2.

Desde el poste Pe1, se irá en forma subterránea, a través de tres pozos de revisión tipo C proyectados, por donde se llevará la red de medio voltaje hasta el transformador tipo Padmounted Radial Modificado proyectado, que será instalado tras la cerca de la propiedad, como se aprecia en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1901-A.

De acuerdo a la planificación se prevé instalar un transformador monofásico tipo padmounted de 50kVA, en el área tras el cerramiento, para desde allí distribuir en bajo voltaje la energía eléctrica.

El cable de medio voltaje será de aluminio calibre 1/0 AWG, tipo XLPE, apantallado a 25 kV para la fase y 2 AWG, cobre desnudo para el neutro.

10.4.4. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Para el diseño del sistema eléctrico, se utiliza los normativos de la EEQ y de acuerdo al estudio de la demanda del Anexo A-9 y A-10, el centro de transformación proyectado será, monofásico de las siguientes características:

Centro de transformación CT-1:

Se instalará sobre base de hormigón, como se muestra en el anexo LTR-F3-CON-ELE-P-P-1908-A.

Tipo: PADMOUNTED RADIAL MODIFICADO
 Potencia: 50 kVA
 Voltaje primario: 22.8 / 13.2 kV, GRD-Y
 Voltaje secundario: 240 / 120 V
 Tap: +1 / -3x2.5%

10.4.5. DESCRIPCIÓN RED DE BAJO VOLTAJE

De los terminales de bajo voltaje del transformador se alimentará a un tablero de distribución (TD), ubicado junto al transformador en el cerramiento del lote, como se aprecia en el diagrama unifilar del plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1901-A. El TD, alimentará a los circuitos 1 y 2, a través de las protecciones correspondientes. La acometida desde el transformador al tablero de distribución (TD) saldrá en forma subterránea, con cable de cobre aislado para 2000 V, tipo TTU, calibre 4/0 AWG, para las fases y el neutro.

La red secundaria monofásica subterránea a 3 hilos en baja tensión 240/120 V, se realizará desde el TD, con circuitos independientes para cada uno de los tableros de medidores, que serán instalados en los cerramientos de las propiedades de los Tanques San José de Morán 1 y 2. Como se muestra en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1901-A.

Los calibres de los circuitos, así como el servicio que proveen, se muestran en la Tabla 10.2

Tabla 10.2 Acometidas express en BV

CIRCUITO N°	CONDUCTOR	SERVICIO
CIRC. 1	2x1/0 (1x1/0) AWG, TTU, CU	Tanque San José de Morán 1
CIRC. 2	2x2 (1x2) AWG, TTU, CU	Tanque San José de Morán 2

Desde el TD, se instalará una acometida express en bajo voltaje a través de la protección correspondiente, para alimentar al tablero de medidor del tanque San José de Morán 2.

Se partirá desde la protección correspondiente del TD, con conductor tipo TTU, de cobre, calibre 2 AWG, para las fases y para el neutro, soterrados a través de un pozos tipo C, mediante ductos de 110 mm de diámetro, de PVC pesado, como se indica en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1801-A, desde el pozo existente Pz-3, se alimentará al tablero de medidor ubicado en el cerramiento del tanque San José de Morán 2.

Se ha verificado que el máximo de caída de voltaje sea inferior al 3%, que es el porcentaje máximo permitido según las Normas de la EEQ, para este tipo de usuario cuyo anexo de caída de voltaje se muestra en el Anexo B-10.

10.4.6. SECCIONAMIENTO Y PROTECCIONES

10.4.6.1. Medio voltaje:

Para la protección de la red de medio voltaje, se prevé instalar un seccionador portafusibles tipo abierto con dispositivo rompearcos de 27kV, 100A, con tirafusible de 12 A, tipo K, que

irá ubicado en el poste existente Pe1, como se aprecia en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1901-A.

De allí se irá hacia el transformador tipo padmounted de 25kVA, con cable apantallado tipo XLPE, 25 kV, 1/0 AWG, AL, hasta el fusible tipo bayoneta y limitador propios del transformador padmounted.

Para protección contra descargas atmosféricas, se instalará un pararrayos tipo polimérico de 18 kV, que irá instalado en el poste Pe1, existente, y un pararrayos tipo Elbow Arrester que irá instalado a la salida H1B del transformador padmounted.

10.4.6.2. Bajo voltaje:

La acometida de bajo voltaje que viene desde los bushings del transformador se proyecta realizarla con cable tipo TTU, Cobre, calibre 4/0 AWG, para las fases y el neutro. En el Tablero de Distribución (TD) se tendrá la protección principal y las protecciones correspondientes para cada circuito de alimentación, como se aprecia en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1902-A.

El tablero TD, se asentará sobre una mocheta de hormigón como se muestra en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1908-A. Resumiendo, el TD, se aprecia en la Tabla 10.3, las protecciones, el calibre de cable y el servicio asignado a cada circuito:

Tabla 10.3 Protecciones de TD

CIRCUITO N°	PROTECCIÓN	CABLE	SERVICIO
PRINCIPAL	2Px250 A	2x4/0 (1x4/0) AWG, TTU, AL	
CIRC. 1	2Px125 A	2x1/0(1x1/0) AWG, TTU, CU	Tanque San José de Morán 1
CIRC. 2	2Px125 A	2x2(1x2) AWG, TTU, CU	Tanque San José de Morán 2

10.4.7. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

Para el sistema de puesta a tierra de la transición aérea subterránea, se ha previsto realizar un montaje con dos varillas copperweld de 15 mm, de diámetro y de 2.40 m de longitud de alta camada, con sueldas exotérmicas. Los valores de medición estarán de acuerdo a los requerimientos de la EEQ y será menor a 25 Ω , para lo cual el constructor instalará GEM, para enriquecer el suelo y mejorar la resistividad de este, para lograr dicha medición.

En el área del transformador, se prevé instalar una malla de tierra cuadrada de 5 m de lado, como se indica en el plano de mallas LTR-F3-CON-ELE-P-P-1903-A. Los valores de medición estarán de acuerdo a los requerimientos de la EEQ y será menor a 5 Ω , para lo cual el constructor instalará GEM, para enriquecer el suelo y lograr dicha medición.

Para el final de circuito de bajo voltaje, que viene a ser el medidor E1, se prevé instalar 1 varilla copperweld de 15 mm, de diámetro y de 2.40 m de longitud, con suelda exotérmica para conectar a la tierra del medidor de energía eléctrica.

10.4.8. MEDICIÓN ELÉCTRICA

Actualmente existe un medidor de energía eléctrica con número 684866. Debido al incremento de carga, se planifica que instalar un nuevo medidor totalizador en el ingreso a la propiedad. Se proyecta construir una mocheta en el cerramiento, de libre ingreso por la calle pública, de tal modo de no necesitar pedir permiso, para las tomas de lecturas de consumo. El medidor lo proveerá la EEQ.

El detalle del montaje del tablero se muestra en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1908-A.

10.4.9. MATERIALES

En el anexo C-10, se presenta la lista de equipos y materiales, para el sistema de medio voltaje, la cual se realiza de acuerdo al proyecto aprobado por la Empresa Eléctrica Quito (EEQ), por lo que pueden existir variantes con respecto al presupuesto referencial.

10.5. PARTE II: SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO

En esta parte, se dispone de los criterios y diseños eléctricos a partir del medidor de energía eléctrica, en toda la parte interna de los tanques de almacenamiento.

10.5.1. CRITERIOS DE DISEÑO

En el presente Estudio de Diseño Eléctrico se establece los aspectos más importantes a ser tomados en cuenta para el sistema eléctrico. La alimentación del sistema eléctrico será construida bajo las normas generales del Código Eléctrico Ecuatoriano, el mismo está apegado a las normas eléctricas National Electrical Code (NEC) y las normas de seguridad National Fire Protection Association (NFPA). Tomando en cuenta para su aplicación las características de los materiales y equipos disponibles en el mercado local.

- Gabinete para sistema eléctrico, sistema de control y sistema SCADA: Se tendrá un solo gabinete, dividido en tres cuerpos, el primero para el tablero de distribución principal del área eléctrica, el segundo para el sistema de respaldo baterías; y el tercero para el sistema de control y SCADA.
- Tablero de protección principal (TP): Se ubicará inmediatamente después del tablero de medidor (TM), y servirá como principal protección de las instalaciones eléctricas del tanque. La alimentación del medidor de energía eléctrica, llegará hasta este tablero de protección principal.
- Tablero de distribución principal (TDP): Será el sistema principal de interrupción y protección de las instalaciones eléctricas del tanque, donde se proyecta centralizar todas las cargas que alimentaran al cuarto de válvulas principal y los diferentes subtableros de distribución (STD-X) del tanque “San José de Morán No. 2”, y dispondrá de todas las protecciones necesarias para este fin. Esto permitirá garantizar la previsión del mantenimiento eléctrico, sin que se vea afectado el normal funcionamiento del tanque de agua, además posibilita un fácil reconocimiento de fallas eléctricas en caso de producirse.
- Centros de carga (STD-X): Los centros de carga corresponden a los tableros de donde se derivarán todos los circuitos de iluminación y fuerza que alimentaran a los equipos que se encuentren en áreas distintas al cuarto de válvulas principal.
- Alimentador red principal de bajo voltaje: Desde el tablero de protección principal (TP) se derivará, como alimentador principal, un circuito que alimentará el Tablero de Distribución Principal (TDP); de éste se derivarán los alimentadores de la red secundaria que alimentarán a los centros de carga o Subtableros de Distribución (STD-X).
- El presente proyecto contempla como máximo un 5% de caída de voltaje desde el tablero de medidores hasta los circuitos finales, teniendo como referencia para este propósito el nivel de voltaje en el centro de carga.
- Se contempla dos tipos de instalaciones internas, para los sistemas de iluminación y fuerza:
 - Para instalaciones que se encuentren dentro de los cuartos de válvulas, se utilizará tubería eléctrica intermedia (IMC). Las cuales están diseñado para proteger los cables eléctricos del ambiente corrosivo que existe en estas áreas.

- Para las instalaciones en áreas donde no se tiene una alta exposición a la humedad, se utilizará tubería eléctrica metálica (EMT), la cual está diseñada especialmente para la conducción de cables eléctricos para zonas industriales, comerciales y residenciales; manteniendo el cableado aislado y protegiéndolo contra todo tipo de amenazas que pudieran dañarlo.

10.5.2. ACOMETIDA EN BAJO VOLTAJE.

- Retiro de cable de acometida actual desde el medidor hasta tablero principal ubicado en el cuarto de válvulas.
- Tendido y conexionado de cable de acometida eléctrica nuevo, desde el medidor de energía eléctrica hasta el Tablero de Distribución Principal TDP y Control TCP, ubicado en la adecuación del cuarto de válvulas y control.

Para el cálculo de los alimentadores se considera todos los circuitos que proveerán la potencia requerida en las diferentes áreas del tanque.

10.5.2.1. Alimentadores principales

En la sección correspondiente a la cámara de transformación se establece que el transformador que se instalará será de 25 kVA donde la acometida de bajo voltaje es considerada desde los fusibles NH hasta el Tablero de Medidor (TM), y posteriormente al Tablero de Protección principal (TP). Desde el TP se alimentará al Tablero de Distribución Principal (TDP) mediante el circuito denominado Circuito-TDP. Como se puede ver en el diagrama unifilar general presentado en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1902-A, así como en la red de bajo voltaje del plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1901-A.

Con la demanda total del tanque, tomada del anexo A-10, se realiza el cálculo de caída de voltaje, presentado en el anexo B-10. En la Tabla 10.4 se especifica la capacidad y características de la acometida de bajo voltaje y el circuito-TDP, considerando que este ramal tendrá que alimentar todas las cargas del tanque “San José de Morán No. 2”. La acometida de bajo voltaje se instalará de manera soterrada utilizando la canalización de tubería PVC de 110mm y pozos de bajo voltaje tipo B; por su parte el circuito-TDP se instalará utilizando la canalización de tubería PVC de 50mm, pozos de bajo voltaje tipo B y las cámaras eléctricas de revisión, tal como se puede apreciar en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1901-A.

Tabla 10.4 Alimentadores principales

Descripción	Demanda (kVA)	Conductores	In(A)	Protección
Acometida BV	21.88	2x2(2) AWG, TTU, Cu.	91.17	2Px100A
Circuito TDP	21.88	2x2(1x2), AWG, TTU, Cu.	91.17	2Px100A

10.5.2.2. Alimentadores Secundarios

Los alimentadores secundarios para se consideran los que se derivan desde el TDP hasta los centros de carga (STD-X), donde se distribuirán los circuitos de iluminación o fuerza de las áreas fuera del cuarto de válvulas principal de acuerdo a lo detallado en los diagramas unifilares presentados en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1902-A.

Se ha realizado el análisis de caída de voltaje, el cual se presenta en el anexo B-10, donde se ha tomado en cuenta que la caída de voltaje no supere el 5%, desde el tablero de medidor hasta cada centro de carga.

En la Tabla 10.5 se resume el calibre del conductor que alimentará a los centros de carga.

Tabla 10.5 Alimentadores secundarios

Descripción	Potencia (kVA)	Alimentadores hasta los centros de carga de circuitos normales (STD-X)	In(A)	Factor de seguridad 1.25	Protección
MONORIEL	3.00	2x8(1x8), AWG THHW, Cu	12.50	15.63	2Px20A
CC-01	4.00	3x4 AWG, Concéntrico	33.33	41.67	1Px50A
STD-B	4.00	1x4(1x4)+1x4, AWG THHW, Cu	33.33	41.67	1Px50A

10.5.3. CUARTO DE VÁLVULAS Y CONTROL EDC:

- Retiro de tablero de distribución principal de iluminación y toma Corrientes existente.
- Instalación de nuevo tablero de iluminación y toma corrientes y conexionado de las cargas correspondientes TDP.
- Retiro de conductores eléctricos de los circuitos de iluminación interior, exterior, emergencia y toma corrientes, retiro de boquillas plafón, piezas de interruptor y tomacorrientes y luminarias de emergencia.
- Instalación de un Tablero de Distribución Principal de Control TCP CU-E y Gabinete de Baterías.

Como se muestra en los planos LTR-F3-CON-ELE-P-P-1904-A y LTR-F3-CON-ELE-P-P-1909-A

10.5.4. GABINETE GENERAL: SISTEMA ELÉCTRICO - SCADA - SISTEMA DE CONTROL

Se proyecta instalar un solo gabinete que unifica al sistema eléctrico y al sistema de control SCADA.

El gabinete será de doble fondo metálico, sujeción con pernos, ventilador, filtros, con las siguientes características:

- Tipo Modular
- Dimensiones: 250x160x50 cm
- Material: acero pintado color RAL7035
- Chapa de 2mm de espesor
- Grado de Protección: IP68 / Nema 12
- Certificado grado de protección mecánica a los choques: IK10.
- Dividido en tres sectores:
 - Área eléctrica: 40cm de ancho, una sola puerta de 40x160cm.
 - Área de baterías: 120 cm de ancho, dos puertas de 60x160cm
 - Área de SCADA: 90 cm de ancho, dos puertas de 45x160cm

10.5.5. DISEÑO DE TABLEROS PRINCIPALES

Para el diseño de los tableros eléctricos se considera todos aquellos que se alimentarán desde los bushings del secundario del transformador hasta cada tablero que se requiere para el funcionamiento del tanque “San José de Morán No. 2”. En la Tabla 10.6 se resume los tableros eléctricos, necesarios.

Tabla 10.6 Tableros Eléctricos.

Abreviatura	Descripción	Demanda (kVA)	Ubicación
TM	Tablero de Medidor	21.88	Fachada, ingreso de la propiedad
TP	Tablero de Protección principal	21.88	Posterior al Tablero de Medidor
TDP	Tablero de Distribución Principal	21.88	Cuarto de Válvulas

10.5.5.1. TABLERO DE DISTRIBUCION PRINCIPAL TDP:

En el primer sector del gabinete general se instalarán todos los elementos del TDP, el cual tendrá una altura de 160 cm, ancho de 40 cm, profundidad de 50 cm. Contendrá barras de cobre, capacidad de 180 A, para fases, neutro y tierra, un breaker principal 2Px100A, tipo caja moldeada y breakers tipo riel din de diferentes valores, como se indica en las especificaciones técnicas y en el plano de diagrama unifilar LTR-F3-CON-ELE-P-P-1902-A. La disposición general de los elementos se detalla en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1909-A.

Desde el TDP, se controla:

- Circuito de Iluminación Interior
- Circuito de Tomacorrientes.
- Iluminación perimetral y patios
- Subtablero de distribución del Baño
- Monorriel con puente grúa

10.5.6. SISTEMA UPS.

Ubicado en el cuarto de control EDC, se alimentará desde las barras de distribución instalada en el TDP, para las fases y el neutro; la tierra vine directamente con cable TTU calibre 2 AWG desde la malla de tierra del área electrónica, nótese que no pasa por la protección principal del TDP.

El detalle interno de este segundo sector, así como del tercero correspondiente al sistema SCADA, se presenta en el sistema de control y SCADA.

10.5.7. TCP.

Este tablero es el destinado a Control, Instrumentación y Comunicaciones, dicho sistema se presenta en la ingeniería electrónica.

Se ha verificado que el máximo de caída de voltaje desde el tablero de medidor sea inferior al 5%, que es la norma permitida, cuyo anexo de caída de voltaje se muestra en el Anexo B-10.

10.5.8. CIRCUITOS ELÉCTRICOS

10.5.8.1. Circuitos eléctricos de iluminación y luces de emergencia

Serán todas las actividades para la instalación de tuberías (IMC / EMT), cajas metálicas, conductores y piezas eléctricas (interruptores simples, dobles, conmutadores, sensores, etc.) para dar servicio a una lámpara, un foco o luminarias en general.

Procedimiento: La altura recomendada por el diseñador eléctrico, debe ser medida desde la parte inferior del cajetín hasta el nivel de piso terminado, salvo indicación contraria, los interruptores se colocarán a 130 cm de altura y los cajetines y piezas en posición vertical.

Los conductores serán tipo THHW-flexible calibre No. 14 AWG para fase y neutro, más No 14 AWG para tierra (color verde) de acuerdo a la distribución de los planos de diseño, la cantidad de conductores irá de acuerdo a lo establecido en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1905-A, correspondiente a las instalaciones eléctricas internas.

Para las lámparas de emergencia se instalará un punto de iluminación, la altura de instalación estará a criterio del fiscalizador, sin que ésta sea inferior a 180 cm. Dicho punto, se conectará directamente al circuito de iluminación más cercano sin ningún tipo de interruptor.

Existirán dos tipos de instalaciones:

- En el cuarto de válvulas, o áreas con ambientes de alta humedad, se utilizará tubería IMC, y todos los accesorios, como cajetines, uniones, codos, etc., deberán ser diseñados para tubería IMC. De igual manera, los interruptores simples y dobles, a instalarse, deberán ser herméticos o tener una placa hermética con una protección IP66 o superior.
- En las demás áreas se utilizará tubería EMT, con sus accesorios correspondientes. Las placas serán decorativas del color que el promotor las requiera.

10.5.8.2. Circuito de Fuerza Normal

Serán todas las actividades que se requieran para la instalación de tuberías (IMC / EMT), cajas, conductores y piezas eléctricas (tomacorrientes) para dar servicio a los circuitos de tomacorrientes.

Procedimiento:

Para el tomacorriente normal en pared: la altura recomendada debe ser medida desde la parte inferior del cajetín hasta el nivel de piso terminado, existirán dos alturas $h_1=40\text{cm}$ y $h_2=130\text{cm}$, indicadas en los planos correspondientes, y se colocarán en posición horizontal.

La ubicación será de acuerdo al plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1905-A, los conductores serán tipo THHW-flexible calibre No. 12 AWG para fase y neutro, más N° 12 AWG para tierra (color verde). Los tomacorrientes serán del tipo doble polarizado.

Existirán dos tipos de instalaciones:

- En el cuarto de válvulas, o áreas con ambientes de alta humedad, se utilizará tubería IMC, y todos los accesorios, como cajetines, uniones, codos, etc., deberán ser diseñados para tubería IMC. De igual manera, para los tomacorrientes se utilizarán tapas herméticas con una protección IP66 o superior.
- En las demás áreas se utilizará tubería EMT, con sus accesorios correspondientes. Las tapas serán decorativas del mismo color de la pieza de tomacorriente respectivo.

10.5.9. ELEMENTOS ELÉCTRICOS DE LA INSTALACION

10.5.9.1. Luminaria LED hermética sobrepuesta, instalación interior.

Se utilizará en el techo del cuarto de válvulas y en el techo de la estructura de control, su instalación será hermética utilizando prensa estopas y cable concéntrico 3x14AWG, las características de las luminarias son:

- Potencia; 40 Watts tubo LED
- Tension 120-240Vac.
- Tipo de distribución; directo simétrico.
- Tipo de montaje; sobrepuesto
- Carcaza; policarbonato color blanco
- Junta de poliuretano.
- Protección IP 65 Temperatura de color 6 000K
- Apto para lugares húmedos.



10.5.9.2. Luminaria LED exterior, tipo hermética instalada sobre pared.

Características:

- Potencia: 70 Watt
- Flujo luminoso: 3200lm
- tipo LED 100-277Vac



10.5.9.3. Luminaria exterior para tumbado

Características:

- Tipo tortuga para exterior.
- Para instalar directamente en superficie techo o pared.
- Portalámparas focos E27 hasta 26W
- Tensión: 120Vac 60Hz
- Protección: IP 65 o superior
- Con difusor de vidrio



10.5.9.4. Luminaria tipo vías y patios

Estas luminarias se instalarán en el exterior de los edificios en las vías y en el perímetro del predio, se instalarán sobre postes hormigón de 9 metros de altura con brazo de 1 metro de longitud

Características:

- Tipo: LED
- Protección: IP 65
- Potencia: 70watt
- Tensión: 100-240V 60Hz.
- Temperatura de color: CCT(K) 5000
- Flujo luminoso: 7445 lm



10.5.9.5. Luminarias de emergencia

Con la finalidad de dar seguridad a las personas cuando ocurre un corte de energía, se han dispuesto dos luminarias de emergencia por edificio, tanto en el cuarto de válvulas como en la estructura de control y cuarto de control.

Características:

- Carcaza; termoplástica, color blanco

- Cabezales; cuadrados ajustables con dos lámparas de 1.6 Watt cada uno.
- Lámparas tipo: LED
- Distribución; Simétrica dirigible.
- Control: automático con botón de prueba e indicador de carga.
- Tensión de operación 120V- 277 Vac,
- Flujo luminoso Lm; 170
- Temp. De color (k) 6000 IRC 70
- Factor de potencia; 0.7
- Autonomía; 90 Minutos.
- Tipo de montaje; sobrepuesto sobre pared.



10.5.9.6. Tomacorrientes monofásicos 120Vac.

Las piezas de tomacorrientes serán de marca reconocida, conformada por el marco de dos tomacorrientes dobles polarizados fase, neutro más tierra, 15Amp. 120Vac, con conexión por medio de tornillos, con placa doble con tapas de protección de ingreso de agua.

La altura de montaje debe superar al nivel de inundación de tal manera que no ingrese agua a los bornes del tomacorriente.



10.5.9.7. Instalación de cables

Los cables eléctricos, serán tendidos de acuerdo; estructura del proyecto, al nivel de tensión, al sistema que corresponde; control, fuerza, etc.

Los tipos de instalación se describen a continuación.

El sistema de ductos para cables eléctricos a utilizar en este Proyecto será:

- Ductos.
- Tubos Conduit.
- Manguera negra reforzada

10.5.9.8. Ductos

Los bancos de ductos serán en PVC, cumpliendo los normativos de la EEQ, en áreas de circulación vehicular, obligatoriamente llevarán una capa de concreto, en el resto de áreas, su profundidad de enterramiento será 50 mm desde el piso terminado hasta la parte superior del ducto más cercano a la superficie.

Los bancos de ductos subterráneos deberán ser diseñados con una pendiente de 3 por mil como mínimo hacia los sótanos o drenajes para escurrir las aguas. En aquellos casos en los cuales el tubo deba aflorar a la superficie debe hacerse la transición PVC- Conduit metálico galvanizado en caliente. Las llegadas de los tubos de PVC a las cámaras se harán con campanas de remate. Las uniones en tuberías de PVC deberán ser ejecutadas con un cemento adecuado que provea un empalme firme y a prueba de agua.

Las cámaras eléctricas serán diseñadas en forma tal que su tamaño permita un

adecuado manejo e instalación y mantenimiento de los cables. En los planos LTR-F3-CON-ELE-P-P-1907-A y LTR-F3-CON-ELE-P-P-1908-A, se aprecia, recorridos y tipos de ductos con sus detalles constructivo.

10.5.9.9. Tubos Conduit IMC

Los tubos Conduit serie intermedia (IMC), galvanizado electrolítico, se utilizarán, preferentemente, en instalaciones de edificaciones, embutidos o vistos en paredes o losas, para iluminación y toma corrientes.

Los tubos Conduit diámetro 3/4" instalados horizontalmente, adosados a edificios o estructuras, deberán tener soportes cada 1.5 m, los tubos Conduit diámetro 1" en adelante deberán tener soportes cada 1.2m. Los tramos rectos sujetos a cambios de temperatura ambiente tendrán juntas de expansión. Ningún tramo de Conduit entre cajas de empalme y salidas, etc., deberá tener más de tres curvas de 90.

Será utilizada en circuitos de alimentación a tableros de fuerza, y control utilizados para procesos, con todos los accesorios necesarios para conexión y continuidad de conducción, las cajas son de diferentes tipos con sus tapas correspondientes; cuadradas con salidas roscadas, cajas tipo LB, LR, T, LL, etc.

10.5.9.10. Tubería metálica EMT

Será utilizada en circuitos de iluminación y tomacorrientes, embebidos en hormigón o a la vista, con los accesorios de instalación completos como; uniones, conectores, coronas, en los circuitos exteriores, la tubería EMT debe ser sujeta por medio de abrazaderas doble aleta tipo omega.

10.5.9.11. Manguera negra reforzada

Manguera plástica reforzada, de polietileno de alta densidad, de 2" (50mm), clase C color negra, resistente a la intemperie, membrana rígida, para uso de acometidas eléctricas, tendido de cable para iluminación, servicios de video vigilancia, semaforización y de telecomunicaciones.

10.5.10. ILUMINACIÓN PERIMETRAL Y PATIOS.

- Luminarias perimetrales existentes; retiro de cable enterrado que alimentan las luminarias.
- Retiro de luminarias perimetrales existentes y cables de alimentación desde la lámpara hasta el cable principal.

El nuevo diseño, contempla postes de 9 m de longitud de hormigón centrifugado, con luminarias tipo LED de 100 w. En los casos donde no se puede acceder con grúa, se instalarán postes de postes de plástico reforzado con fibra de vidrio de 9 m de altura.

Los detalles se aprecian en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1906-A, la alimentación eléctrica se realizará con cable de cobre tipo TTU calibre 8 AWG, para las fases y conductor de cobre desnudo calibre 8 AWG para la tierra, embebido en manguera negra de 50 mm de diámetro, a través de los pozos indicados.

El control se realiza desde el TDP, mediante un selector de tres POSICIONES: ON, OFF/AUTOMATICO, en manual se prende directamente todo el grupo de luminarias, en off, se apaga todo y en automático, se controla con fotocélula según sea de día o de noche. La fotocélula de control se ubicará en la pared más cercana al TDP, para que opere con la luz del día. Como se aprecia en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1906-A.

Los conductores se instalarán de manera soterrada, a través de manguera negra reforzada de 50mm, utilizando las cámaras de revisión eléctricas, y pozos tipo A de 60x60x60cm. Los detalles de la obra civil de pozos se indican en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1908-A.

10.5.11. RESISTIVIDAD, MALLA DE TIERRA Y MEJORAMIENTO DEL SUELO

En el anexo D, se dispone de un estudio del sistema de puesta a tierra. La puesta a tierra tendrá una nueva configuración partiendo desde los valores de resistencia y resistividad del terreno. De acuerdo a la tabla abajo indicada.

Tabla 10.7 Medición De Resistencia - San José de Morán 2

MEDICION DE RESISTENCIA Y RESISTIVIDAD CALCULADA		
Método de Wenner		
Resistencia medida (R) Ω	Distancia de electrodos d (m)	Resistividad $\rho = \pi \cdot 2 \cdot d \cdot R$ ($\Omega \cdot m$)
9.2	4	231.22

Del anexo D, se desprende, básicamente lo siguiente:

1. Las mallas de tierra que se van a construir, en su conformación topológica, se muestran en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1903-A.
2. Se utilizarán varillas copperweld de 2.4 m, la separación entre ellas, será de al menos 4.50 metros, como se muestra en el plano de tierras y en sus detalles en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1909-A.
3. El enriquecimiento de tierra es obligatorio en cada varilla, de acuerdo a la propuesta del anexo D.
4. El cable de tierra será de cobre calibre 2/0 AWG.
5. Las uniones hacia los puntos de tierra de las áreas a servirse, pueden ser de diferentes calibres, según se indican en los planos.
6. Todas las sueldas son exotérmicas.
7. Para el presente caso se define no instalar electrodos activos, si bien dan muy buen resultado en la medición de la tierra de la malla en un inicio, a la postre resultan un problema, pues requieren un mantenimiento regular cada 6 meses, en caso que no se realice dicho mantenimiento, los electrodos activos empiezan a perder sus características de baja resistencia, empezando a subir sus mediciones.
8. Para el caso de la mejora con GEM o ECUAGEM, los resultados son durables por lo menos durante los próximos 35 años, que es el tiempo de vida útil de las varillas copperweld. El carbón mineral no se deteriora, por lo que es la mejor opción de construir las mallas de tierra indicadas. Prácticamente su mantenimiento se reduce a mantener húmedo el terreno y en el peor de los casos, el carbón mineral tiene muy baja resistividad incluso si está seco, lo cual implica que, aunque no se humedezca a la malla de tierra, los resultados serán durables y sin mayor variación con el tiempo.

10.5.12. PARARRAYOS

Se montará sobre la loza de la edificación un mástil de 6 metros de altura, en la parte superior se instalará un pararrayos tipo franklin, se presenta el estudio de protección contra descargas atmosféricas en el anexo E, y su área de protección se ha determinado que sea con las normas NFPA 780 e IEC 3205, definiendo un radio de esfera rodante de 60m, lo

cual nos da un nivel de protección IV, que considerando que es un área libre de explosivos, y de poca concurrencia de personas, es lo más adecuado para su diseño.

En el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1910-A, se indica claramente las áreas de protección y nos hemos concentrado en el área de equipos.

En la parte superior de la torre se encuentra el pararrayos y además una baliza para señalización de presencia para las naves aéreas. La baliza se ha diseñado del tipo fotovoltaica, lo cual le da independencia total de energía eléctrica, pues su sistema garantiza autonomía de 16 horas, con la carga solar y un tiempo de duración superior a los 10 años.

El pararrayos cuenta con un contador de descargas ubicado en el pie de la torre y su conexión a tierra será a través de un cable aislado 2/0 AWG tipo TTU, a través de una caja metálica que contiene una barra de cobre, donde se unirá el cable que baja desde el pararrayos, los detalles constructivos se muestran en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1910-A.

10.6. Ruta de Cables

En el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-1907-A, se presenta un resumen de todos los circuitos principales, secundarios e iluminación perimetral, donde se detalla tipo de tubería, número de ductos, circuito eléctrico, tipo de conductor y distancia.

10.7. RESUMEN DE PRESENTACIÓN ELÉCTRICA, EN PLANOS Y DIAGRAMAS

Todo lo anteriormente indicado se resume en lo siguiente:

CODIGO DE PLANO	CONTENIDO
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1900-A	SISTEMA ELÉCTRICO DEL TANQUE SAN JOSÉ DE MORÁN 2
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1901-A	RED DE MV Y CANALIZACIÓN DE BV
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1902-A	DIAGRAMA UNIFILAR
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1903-A	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1904-A	UBICACIÓN DE EQUIPOS
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1905-A	ILUMINACIÓN INTERNA Y FUERZA
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1906-A	ILUMINACIÓN EXTERNA Y PERIMETRAL
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1907-A	RUTA DE CABLES (PLANO DE DUCTOS)
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1908-A	DETALLES DE OBRA CIVIL
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1909-A	DETALLES MALLAS DE TIERRA Y TABLEROS
LTR-F3-CON-ELE-P-P-1910-A	PROTECCIÓN DE PARRAYO (INCLUYE DETALLES)

En el ANEXO H-10, se presenta todos los planos correspondientes al sistema eléctrico del Tanque de San José de Morán No. 2.

10.8. LISTA DE MATERIALES SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO

En el anexo F-10, se presenta el listado de materiales del sistema eléctrico interno, con sus cantidades, en lo que se refiere a:

- Tablero de distribución principal (TDP)
- Tableros de distribución varios.

- Instalaciones interiores de la edificación.
- Sistema de mallas a tierra
- Sistema de protección contra descargas atmosféricas
- Sistema de iluminación perimetral.
- Etc.

Nota: Este listado se realiza de acuerdo al proyecto aprobado por la Empresa Eléctrica Quito (EEQ), por lo que pueden existir variantes con respecto al presupuesto referencial.

10.9. PRESUPUESTO REFERENCIAL

El valor del presupuesto del sistema eléctrico del tanque San José de Morán 2 se encuentra en el Anexo G-10. Además, se presenta un resumen general del presupuesto de todos los tanques al final de la memoria como Anexo General 2.

10.10. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Las especificaciones técnicas de los elementos que forman parte el estudio del sistema de eléctrico se presentan de manera general para todos los tanques en el Anexo General 1. Dicho anexo se presenta una sola vez al final de las memorias.

10.11. ANEXOS

- ANEXO A-10: DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA
- ANEXO B-10: CÁLCULO DE CAÍDA DE VOLTAJE
- ANEXO C-10: LISTA DE MATERIALES MV, ACOMETIDA Y MEDIDOR.
- ANEXO D: RESISTIVIDAD, MALLA DE TIERRA Y MEJORAMIENTO DEL SUELO, DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE Y REDES DE CALDERÓN
- ANEXO E: SISTEMA DE PARARRAYOS, PROTECCIÓN CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE Y REDES DE CALDERÓN
- ANEXO F-10: LISTA DE MATERIALES SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO
- ANEXO G-10: PRESUPUESTO DEL PROYECTO
- ANEXO H-10: PLANOS

ANEXO “A-10”

DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA

ANEXO “B-10”

CÁLCULO DE CAÍDA DE VOLTAJE

ANEXO “C-10”

LISTA DE MATERIALES MV, ACOMETIDA Y MEDIDOR.

ANEXO “D”

RESISTIVIDAD, MALLA DE TIERRA Y MEJORAMIENTO DEL SUELO, DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE Y REDES DE CALDERÓN

ANEXO “E”

SISTEMA DE PARARRAYOS, PROTECCIÓN CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE Y REDES DE CALDERÓN

ANEXO “F-10”

LISTA DE MATERIALES SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO

ANEXO “G-10”

PRESUPUESTO DEL PROYECTO

ANEXO “H-10”

PLANOS

11. TANQUE DE AGUA POTABLE MARIANA DE JESÚS No. 2

11.1. GENERALIDADES

El tanque de agua potable de Mariana de Jesús No.2, forma parte del sistema de distribución Bellavista - Collaloma, con una capacidad de 2000m³, en dos tanques de 1000 m³ cada uno, se encuentra situado en la parroquia de Calderón, de la ciudad de Quito. A una altura de 2769msnm

Tabla 11.1 Coordenadas UTM-WGS84 ZONA 17

Coordenadas UTM-WGS84 ZONA 17	ESTE	NORTE
MARIANA DE JESÚS No.2	785705.25	9991256.02

Fuente: INGECONSULT, 2019

La Empresa de Agua Potable de Quito, EPMAPS, se encuentra mejorando las instalaciones de agua potable para entregar un mejor servicio a la ciudadanía, para lo cual ha incrementado un conjunto de instalaciones hidráulicas llamadas Estructura de Control (EDC), supervisión al proceso, automatizando al sistema y mejorando las comunicaciones, este conjunto de mejoras determinan un mayor consumo de energía eléctrica y nuevas instalaciones en el sistema eléctrico de redes de agua potable de Calderón.

11.2. OBJETIVO

Este documento entrega los lineamientos generales que se realizarán para mejorar y adecuar las instalaciones eléctricas del predio y de proceso del Mariana de Jesús 2.

11.3. SISTEMA ELÉCTRICO

El Sistema eléctrico se divide en dos partes, la una corresponde a la provisión de energía por parte de la Empresa Eléctrica Quito (EEQ), en el Anexo General 3 se presenta el proyecto eléctrico del Tanque Mariana de Jesús 2, APROBADO por la EEQ.

La segunda parte, corresponde al sistema eléctrico a partir del medidor de energía eléctrica.

11.4. Parte I: RED DE MEDIO VOLTAJE, ACOMETIDA Y MEDICIÓN ELÉCTRICA

11.4.1. ANTECEDENTES

El tanque de agua potable de Mariana de Jesús No.2, forma parte del sistema de distribución Bellavista - Collaloma, con una capacidad de 2000m³, en dos tanques de 1000m³ cada uno, se encuentra ubicado en la parroquia de Calderón, en la calle de los Fundadores, de la ciudad de Quito a una altura de 2732msnm y en las coordenadas UTM-WGS84 ZONA 17. Este 785705.25, Norte 9991256.02,

La Empresa de Agua Potable de Quito, EPMAPS, se encuentra mejorando las instalaciones de agua potable para entregar un mejor servicio a la ciudadanía. Para lo cual ha incrementado un conjunto de instalaciones hidráulicas, supervisión al proceso, automatizando al sistema y mejorando las comunicaciones.

Lo cual implica alterar el sistema eléctrico, reemplazando acometidas y medidor eléctrico.

Para lo que se requiere realizar la extensión de red de medio voltaje e instalación de un transformador monofásico de 25kVA, con todos sus accesorios de protección primario y secundario de acuerdo al nuevo estudio de cargas realizado. Para este

requerimiento el constructor debe realizar la solicitud de cambio de servicio a la Empresa Eléctrica Quito (EEQ).

11.4.2. DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA

De acuerdo a la ubicación del tanque en cuestión, al ser un usuario atípico (bombas, equipos especiales de riego, controles, vivienda guardia, etc.), se estima disponer una demanda, presentada en el anexo A-11.

Del anexo A-11, tenemos el siguiente resumen:

CIR: 36.05 kW

DDt = Demanda de Diseño total = DD1+DD2 (kVA)

(%) = Porcentaje de sobrecarga (90%)

DDt = 22.59 kVA

DD = Demanda de diseño = DDt. 0.9

DD = 20.33 kVA

Por lo que se instalará un transformador de 25 kVA.

11.4.3. DESCRIPCIÓN RED DE MEDIO VOLTAJE

La Empresa Eléctrica Quito dispone en el sector una red primaria aérea monofásica de 22.8/13.2 KV, en la misma dirección que el Tanque Mariana de Jesús 2, en la misma vereda.

La red de medio voltaje actualmente termina en el poste existente Pe1 (con coordenadas X:785686.107; Y:9991240.579) de hormigón armado circular, por lo que se debe reemplazar el poste existente Pe2 de bajo voltaje de 10m por uno de 12m y extender la red de medio voltaje, con conductor ASC 2 AWG desde el poste Pe1 hasta el poste proyectado P1. En el poste proyectado P1 se instalará el transformador monofásico de 25 kVA, y el seccionador portafusible unipolar tipo abierto de 27kV, 100A, como se indica en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2001-A.

11.4.4. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Para el diseño del sistema eléctrico, se utiliza los normativos de la EEQ y de acuerdo al estudio de la demanda del Anexo A-11, el centro de transformación proyectado será, monofásico de las siguientes características:

Centro de transformación CT-1: Se instalará en el poste proyectado P1.

Tipo: Convencional monofásico

Potencia: 25 kVA

Voltaje primario: 22.8 / 13.2 kV, GRD-Y

Voltaje secundario: 240 / 120 V

Tap: +1 / -3x2.5%

11.4.5. DESCRIPCIÓN RED DE BAJO VOLTAJE

Se partirá de los terminales de bajo voltaje del transformador, con conductor tipo TTU, de cobre, calibre 2 AWG, para las fases y conductor de cobre desnudo calibre 2 AWG para el neutro, soterrados a través de dos pozos tipo B, mediante ductos de 110 mm de diámetro, de PVC pesado, como se indica en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2001-A, desde el pozo Pz-2, se alimentará al tablero de medidor ubicado en el cerramiento del lote.

Se ha verificado que el máximo de caída de voltaje sea inferior al 3%, que es el porcentaje máximo permitido según las Normas de la EEQ, para este tipo de usuario cuyo anexo de caída de voltaje se muestra en el Anexo B-11.

11.4.6. SECCIONAMIENTO Y PROTECCIONES

11.4.6.1. Medio voltaje:

Para la protección y seccionamiento del transformador, se prevé instalar un seccionador fusible unipolar tipo abierto, 27kV, 100A, con tirafusible de 5 A, tipo H, que irá ubicado en el poste proyectado P1, como se aprecia en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2001-A. Su derivación de la red aérea, se la realizará con cable tipo TTU, Cobre, 2 AWG.

Para protección contra descargas atmosféricas se prevé un pararrayos de 18 kV, que se fijará en el transformador de 25 kVA.

11.4.6.2. Bajo voltaje:

El transformador diseñado es del tipo convencional, razón por la que se instalará una capaceta bajo el transformador, que tendrán dos cartuchos fusible tipo NH1, de 100 A, fijadas en base portafusibles NH1, 250 A. Desde las bases NH1, saldrá el circuito de bajo voltaje hacia el tablero de medidor, con cable tipo TTU, 2 AWG, de cobre, para las fases y con cable tipo TTU, 2 AWG, de cobre el neutro.

11.4.7. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

Para el sistema de puesta a tierra, se ha previsto realizar un montaje con dos varillas copperweld de 15 mm, de diámetro y de 2.40 m de longitud de alta camada, con sueldas exotérmicas.

Los valores de medición estarán de acuerdo a los requerimientos de la EEQ y será menor a 25 Ω , para lo cual el constructor instalará GEM, para enriquecer el suelo y mejorar la resistividad de este, para lograr dicha medición.

Para el final de circuito de bajo voltaje, que viene a ser el medidor E1, se prevé instalar 1 varilla copperweld de 15 mm, de diámetro y de 2.40 m de longitud, con suelda exotérmica para conectar a la tierra del medidor de energía eléctrica.

11.4.8. MEDICIÓN ELÉCTRICA

Actualmente existe un medidor de energía eléctrica con número 1002037213. Debido al incremento de carga, se planifica que instalar un nuevo medidor totalizador en el ingreso a la propiedad. Se proyecta construir una mocheta en el cerramiento, de libre ingreso por la calle pública, de tal modo de no necesitar pedir permiso, para las tomas de lecturas de consumo. El medidor lo proveerá la EEQ.

El detalle del montaje del tablero se muestra en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2008-A.

11.4.9. MATERIALES

En el anexo C-11, se presenta la lista de equipos y materiales, para el sistema de medio voltaje, la cual se realiza de acuerdo al proyecto aprobado por la Empresa Eléctrica Quito (EEQ), por lo que pueden existir variantes con respecto al presupuesto referencial.

11.5. PARTE II: SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO

En esta parte, se dispone de los criterios y diseños eléctricos a partir del medidor de energía eléctrica, en toda la parte interna de los tanques de almacenamiento.

11.5.1. CRITERIOS DE DISEÑO

En el presente Estudio de Diseño Eléctrico se establece los aspectos más importantes a ser tomados en cuenta para el sistema eléctrico. La alimentación del sistema eléctrico será

construida bajo las normas generales del Código Eléctrico Ecuatoriano, el mismo está apegado a las normas eléctricas National Electrical Code (NEC) y las normas de seguridad National Fire Protection Association (NFPA). Tomando en cuenta para su aplicación las características de los materiales y equipos disponibles en el mercado local.

- Gabinete para sistema eléctrico, sistema de control y sistema SCADA: Se tendrá un solo gabinete, dividido en tres cuerpos, el primero para el tablero de distribución principal del área eléctrica, el segundo para el sistema de respaldo baterías; y el tercero para el sistema de control y SCADA.
- Tablero de protección principal (TP): Se ubicará inmediatamente después del tablero de medidor (TM), y servirá como principal protección de las instalaciones eléctricas del tanque. La alimentación del medidor de energía eléctrica, llegará hasta éste tablero de protección principal.
- Tablero de distribución principal (TDP): Será el sistema principal de interrupción y protección de las instalaciones eléctricas del tanque, donde se proyecta centralizar todas las cargas que alimentaran al cuarto de válvulas principal y los diferentes subtableros de distribución (STD-X) del tanque “Mariana de Jesús No. 2”, y dispondrá de todas las protecciones necesarias para este fin. Esto permitirá garantizar la previsión del mantenimiento eléctrico, sin que se vea afectado el normal funcionamiento del tanque de agua, además posibilita un fácil reconocimiento de fallas eléctricas en caso de producirse.
- Centros de carga (STD-X): Los centros de carga corresponden a los tableros de donde se derivarán todos los circuitos de iluminación y fuerza que alimentaran a los equipos que se encuentren en áreas distintas al cuarto de válvulas principal.
- Alimentador red principal de bajo voltaje: Desde el tablero de protección principal (TP) se derivará, como alimentador principal, un circuito que alimentará el Tablero de Distribución Principal (TDP); de éste se derivarán los alimentadores de la red secundaria que alimentarán a los centros de carga o Subtableros de Distribución (STD-X).
- El presente proyecto contempla como máximo un 5% de caída de voltaje desde el tablero de medidores hasta los circuitos finales, teniendo como referencia para este propósito el nivel de voltaje en el centro de carga.
- Se contempla dos tipos de instalaciones internas, para los sistemas de iluminación y fuerza:
 - Para instalaciones que se encuentren dentro de los cuartos de válvulas, se utilizará tubería eléctrica intermedia (IMC). Las cuales están diseñado para proteger los cables eléctricos del ambiente corrosivo que existe en estas áreas.
 - Para las instalaciones en áreas donde no se tiene una alta exposición a la humedad, se utilizará tubería eléctrica metálica (EMT), la cual está diseñada especialmente para la conducción de cables eléctricos para zonas industriales, comerciales y residenciales; manteniendo el cableado aislado y protegiéndolo contra todo tipo de amenazas que pudieran dañarlo.

11.5.2. ACOMETIDA EN BAJO VOLTAJE.

- Retiro de cable de acometida actual desde el medidor hasta tablero principal ubicado en el cuarto de válvulas.
- Tendido y conexionado de cable de acometida eléctrica nuevo, desde el medidor de energía eléctrica hasta el Tablero de Distribución Principal TDP y Control TCP, ubicado en la adecuación del cuarto de válvulas y control.

Para el cálculo de los alimentadores se considera todos los circuitos que proveerán la potencia requerida en las diferentes áreas del tanque.

11.5.2.1. Alimentadores principales

En la sección correspondiente a la cámara de transformación se establece que el transformador que se instalará será de 25 kVA donde la acometida de bajo voltaje es considerada desde los fusibles NH hasta el Tablero de Medidor (TM), y posteriormente al Tablero de Protección principal (TP). Desde el TP se alimentará al Tablero de Distribución Principal (TDP) mediante el circuito denominado Circuito-TDP. Como se puede ver en el diagrama unifilar general presentado en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2002-A, así como en la red de bajo voltaje del plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2001-A.

Con la demanda total del tanque, tomada del anexo A-11, se realiza el cálculo de caída de voltaje, presentado en el anexo B-11. En la tabla 11.2 se especifica la capacidad y características de la acometida de bajo voltaje y el circuito-TDP, considerando que este ramal tendrá que alimentar todas las cargas del tanque “Mariana de Jesús No. 2”. La acometida de bajo voltaje se instalará de manera soterrada utilizando la canalización de tubería PVC de 110mm y pozos de bajo voltaje tipo B; por su parte el circuito-TDP se instalará utilizando la canalización de tubería PVC de 50mm, pozos de bajo voltaje tipo B y las cámaras eléctricas de revisión, tal como se puede apreciar en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2001-A.

Tabla 11.2 Alimentadores principales

Descripción	Demanda (kVA)	Conductores	In(A)	Protección
Acometida BV	20.33	2x2 AWG, TTU, Cu + 2 AWG, Cu Desn.	84.71	2Px100A
Circuito TDP	20.33	2x2(1x2), AWG, TTU, Cu.	84.71	2Px100A

11.5.2.2. Alimentadores Secundarios

Los alimentadores secundarios para se consideran los que se derivan desde el TDP hasta los centros de carga (STD-X), donde se distribuirán los circuitos de iluminación o fuerza de las áreas fuera del cuarto de válvulas principal de acuerdo a lo detallado en los diagramas unifilares presentados en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2002-A.

Se ha realizado el análisis de caída de voltaje, el cual se presenta en el anexo B-11, donde se ha tomado en cuenta que la caída de voltaje no supere el 5%, desde el tablero de medidor hasta cada centro de carga.

En la tabla 11.3 se resume el calibre del conductor que alimentará a los centros de carga.

Tabla 11.3 Alimentadores secundarios

Descripción	Potencia (kVA)	Alimentadores hasta los centros de carga de circuitos normales (STD-X)	In(A)	Factor de seguridad 1.25	Protección
CC-01	4.00	3x4 AWG, Concéntrico	33.33	41.67	1Px50A
STD-B	4.00	1x4(1x4)+1x4, AWG THHW, Cu	33.33	41.67	1Px50A

11.5.3. CUARTO DE VÁLVULAS Y CONTROL EDC:

- Retiro de tablero de distribución principal de iluminación y toma Corrientes existente.
- Instalación de nuevo tablero de iluminación y toma corrientes y conexionado de las cargas correspondientes TDP.

- Retiro de conductores eléctricos de los circuitos de iluminación interior, exterior, emergencia y toma corrientes, retiro de boquillas plafón, piezas de interruptor y tomacorrientes y luminarias de emergencia.
- Instalación de un Tablero de Distribución Principal de Control TCP CU-E y Gabinete de Baterías.

Como se muestra en los planos LTR-F3-CON-ELE-P-P-2004-A y LTR-F3-CON-ELE-P-P-2009-A

11.5.4. GABINETE GENERAL: SISTEMA ELÉCTRICO - SCADA - SISTEMA DE CONTROL

Se proyecta instalar un solo gabinete que unifica al sistema eléctrico y al sistema de control SCADA.

El gabinete será de doble fondo metálico, sujeción con pernos, ventilador, filtros, con las siguientes características:

- Tipo Modular
- Dimensiones: 250x160x50 cm
- Material: acero pintado color RAL7035
- Chapa de 2mm de espesor
- Grado de Protección: IP68 / Nema 12
- Certificado grado de protección mecánica a los choques: IK10.
- Dividido en tres sectores:
 - Área eléctrica: 40cm de ancho, una sola puerta de 40x160cm.
 - Área de baterías: 120 cm de ancho, dos puertas de 60x160cm
 - Área de SCADA: 90 cm de ancho, dos puertas de 45x160cm

11.5.5. DISEÑO DE TABLEROS PRINCIPALES

Para el diseño de los tableros eléctricos se considera todos aquellos que se alimentarán desde los bushings del secundario del transformador hasta cada tablero que se requiere para el funcionamiento del tanque “Mariana de Jesús No. 2”. En la tabla 11.4 se resume los tableros eléctricos, necesarios.

Tabla 11.4 Tableros Eléctricos.

Abreviatura	Descripción	Demanda (kVA)	Ubicación
TM	Tablero de Medidor	20.33	Fachada, ingreso de la propiedad
TP	Tablero de Protección principal	20.33	Posterior al Tablero de Medidor
TDP	Tablero de Distribución Principal	20.33	Cuarto de Válvulas

11.5.5.1. TABLERO DE DISTRIBUCION PRINCIPAL TDP:

En el primer sector del gabinete general se instalarán todos los elementos del TDP, el cual tendrá una altura de 160 cm, ancho de 40 cm, profundidad de 50 cm. Contendrá barras de cobre, capacidad de 180 A, para fases, neutro y tierra, un breaker principal 2Px100A, tipo caja moldeada y breakers tipo riel din de diferentes valores, como se indica en las especificaciones técnicas y en el plano de diagrama unifilar LTR-F3-CON-ELE-P-P-2002-A. La disposición general de los elementos se detalla en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2009-A.

Desde el TDP, se controla:

- a) Circuito de Iluminación Interior
- b) Circuito de Tomacorrientes.
- c) Iluminación perimetral y patios
- d) Subtablero de distribución del Baño

11.5.6. SISTEMA UPS.

Ubicado en el cuarto de control EDC, se alimentará desde las barras de distribución instalada en el TDP, para las fases y el neutro; la tierra vine directamente con cable TTU calibre 2 AWG desde la malla de tierra del área electrónica, nótese que no pasa por la protección principal del TDP.

El detalle interno de este segundo sector, así como del tercero correspondiente al sistema SCADA, se presenta en el sistema de control y SCADA.

11.5.7. TCP.

Este tablero es el destinado a Control, Instrumentación y Comunicaciones, dicho sistema se presenta en la ingeniería electrónica.

Se ha verificado que el máximo de caída de voltaje desde el tablero de medidor sea inferior al 5%, que es la norma permitida, cuyo anexo de caída de voltaje se muestra en el Anexo B-11.

11.5.8. CIRCUITOS ELÉCTRICOS

11.5.8.1. Circuitos eléctricos de iluminación y luces de emergencia

Serán todas las actividades para la instalación de tuberías (IMC / EMT), cajas metálicas, conductores y piezas eléctricas (interruptores simples, dobles, conmutadores, sensores, etc.) para dar servicio a una lámpara, un foco o luminarias en general.

Procedimiento:

La altura recomendada por el diseñador eléctrico, debe ser medida desde la parte inferior del cajetín hasta el nivel de piso terminado, salvo indicación contraria, los interruptores se colocarán a 130 cm de altura y los cajetines y piezas en posición vertical.

Los conductores serán tipo THHW-flexible calibre No. 14 AWG para fase y neutro, más No 14 AWG para tierra (color verde) de acuerdo a la distribución de los planos de diseño, la cantidad de conductores irá de acuerdo a lo establecido en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2005-A, correspondiente a las instalaciones eléctricas internas.

Para las lámparas de emergencia se instalará un punto de iluminación, la altura de instalación estará a criterio del fiscalizador, sin que ésta sea inferior a 180 cm. Dicho punto, se conectará directamente al circuito de iluminación más cercano sin ningún tipo de interruptor.

Existirán dos tipos de instalaciones:

- En el cuarto de válvulas, o áreas con ambientes de alta humedad, se utilizará tubería IMC, y todos los accesorios, como cajetines, uniones, codos, etc., deberán ser diseñados para tubería IMC. De igual manera, los interruptores simples y dobles, a instalarse, deberán ser herméticos o tener una placa hermética con una protección IP66 o superior.
- En las demás áreas se utilizará tubería EMT, con sus accesorios correspondientes. Las placas serán decorativas del color que el promotor las requiera.

11.5.8.2. Circuito de Fuerza Normal

Serán todas las actividades que se requieran para la instalación de tuberías (IMC / EMT), cajas, conductores y piezas eléctricas (tomacorrientes) para dar servicio a los circuitos de tomacorrientes.

Procedimiento:

Para el tomacorriente normal en pared: la altura recomendada debe ser medida desde la parte inferior del cajetín hasta el nivel de piso terminado, existirán dos alturas $h_1=40\text{cm}$ y $h_2=130\text{cm}$, indicadas en los planos correspondientes, y se colocarán en posición horizontal.

La ubicación será de acuerdo al plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2005-A, los conductores serán tipo THHW-flexible calibre No. 12 AWG para fase y neutro, más N° 12 AWG para tierra (color verde). Los tomacorrientes serán del tipo doble polarizado.

Existirán dos tipos de instalaciones:

- En el cuarto de válvulas, o áreas con ambientes de alta humedad, se utilizará tubería IMC, y todos los accesorios, como cajetines, uniones, codos, etc., deberán ser diseñados para tubería IMC. De igual manera, para los tomacorrientes se utilizarán tapas herméticas con una protección IP66 o superior.
- En las demás áreas se utilizará tubería EMT, con sus accesorios correspondientes. Las tapas serán decorativas del mismo color de la pieza de tomacorriente respectivo.

11.5.9. ELEMENTOS ELÉCTRICOS DE LA INSTALACION

11.5.9.1. Luminaria LED hermética sobrepuesta, instalación interior.

Se utilizará en el techo del cuarto de válvulas y en el techo de la estructura de control, su instalación será hermética utilizando prensa estopas y cable concéntrico 3x14AWG, las características de las luminarias son:

- Potencia; 40 Watts tubo LED
- Tension 120-240Vac.
- Tipo de distribución; directo simétrico.
- Tipo de montaje; sobrepuesto
- Carcaza; policarbonato color blanco
- Junta de poliuretano.
- Protección IP 65 Temperatura de color 6 000K
- Apto para lugares húmedos.



11.5.9.2. Luminaria LED exterior, tipo hermética instalada sobre pared.

Características:

- Potencia: 70 Watt
- Flujo luminoso: 3200lm
- tipo LED 100-277Vac



11.5.9.3. Luminaria exterior para tumbado

Características:

- Tipo tortuga para exterior.
- Para instalar directamente en superficie techo o pared.
- Portalámparas focos E27 hasta 26W
- Tensión: 120Vac 60Hz
- Protección: IP 65 o superior
- Con difusor de vidrio



11.5.9.4. Luminaria tipo vías y patios

Estas luminarias se instalarán en el exterior de los edificios en las vías y en el perímetro del predio, se instalarán sobre postes hormigón de 9 metros de altura con brazo de 1 metro de longitud

Características:

- Tipo: LED
- Protección: IP 65
- Potencia: 70watt
- Tensión: 100-240V 60Hz.
- Temperatura de color: CCT(K) 5000
- Flujo luminoso: 7445 lm



11.5.9.5. Luminarias de emergencia

Con la finalidad de dar seguridad a las personas cuando ocurre un corte de energía, se han dispuesto dos luminarias de emergencia por edificio, tanto en el cuarto de válvulas como en la estructura de control y cuarto de control.

Características:

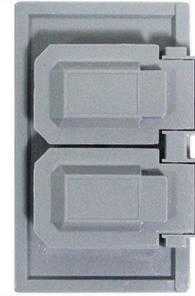
- Carcaza; termoplástica, color blanco
- Cabezales; cuadrados ajustables con dos lámparas de 1.6 Watt cada uno.
- Lámparas tipo: LED
- Distribución; Simétrica dirigible.
- Control: automático con botón de prueba e indicador de carga.
- Tensión de operación 120V- 277 Vac,
- Flujo luminoso Lm; 170
- Temp. De color (k) 6000 IRC 70
- Factor de potencia; 0.7
- Autonomía; 90 Minutos.
- Tipo de montaje; sobrepuesto sobre pared.



11.5.9.6. Tomacorrientes monofásicos 120Vac.

Las piezas de tomacorrientes serán de marca reconocida, conformada por el marco de dos tomacorrientes dobles polarizados fase, neutro más tierra, 15Amp. 120Vac, con conexión por medio de tornillos, con placa doble con tapas de protección de ingreso de agua.

La altura de montaje debe superar al nivel de inundación de tal manera que no ingrese agua a los bornes del tomacorriente.



11.5.9.7. Instalación de cables

Los cables eléctricos, serán tendidos de acuerdo; estructura del proyecto, al nivel de tensión, al sistema que corresponde; control, fuerza, etc.

Los tipos de instalación se describen a continuación.

El sistema de ductos para cables eléctricos a utilizar en este Proyecto será:

- Ductos.
- Tubos Conduit.
- Manguera negra reforzada

11.5.9.8. Ductos

Los bancos de ductos serán en PVC, cumpliendo los normativos de la EEQ, en áreas de circulación vehicular, obligatoriamente llevarán una capa de concreto, en el resto de áreas, su profundidad de enterramiento será 50 mm desde el piso terminado hasta la parte superior del ducto más cercano a la superficie.

Los bancos de ductos subterráneos deberán ser diseñados con una pendiente de 3 por mil como mínimo hacia los sótanos o drenajes para escurrir las aguas. En aquellos casos en los cuales el tubo deba aflorar a la superficie debe hacerse la transición PVC- Conduit metálico galvanizado en caliente. Las llegadas de los tubos de PVC a las cámaras se harán con campanas de remate. Las uniones en tuberías de PVC deberán ser ejecutadas con un cemento adecuado que provea un empalme firme y a prueba de agua.

Las cámaras eléctricas serán diseñadas en forma tal que su tamaño permita un adecuado manejo e instalación y mantenimiento de los cables. En los planos LTR-F3-CON-ELE-P-P-2007-A y LTR-F3-CON-ELE-P-P-2008-A, se aprecia, recorridos y tipos de ductos con sus detalles constructivo.

11.5.9.9. Tubos Conduit IMC

Los tubos Conduit serie intermedia (IMC), galvanizado electrolítico, se utilizarán, preferentemente, en instalaciones de edificaciones, embutidos o vistos en paredes o losas, para iluminación y toma corrientes.

Los tubos Conduit diámetro 3/4" instalados horizontalmente, adosados a edificios o estructuras, deberán tener soportes cada 1.5 m, los tubos Conduit diámetro 1" en adelante deberán tener soportes cada 1.2m. Los tramos rectos sujetos a cambios de temperatura ambiente tendrán juntas de expansión. Ningún tramo de Conduit entre cajas de empalme y salidas, etc., deberá tener más de tres curvas de 90.

Será utilizada en circuitos de alimentación a tableros de fuerza, y control utilizados para procesos, con todos los accesorios necesarios para conexión y continuidad de conducción, las cajas son de diferentes tipos con sus tapas correspondientes;

cuadradas con salidas roscadas, cajas tipo LB, LR, T, LL, etc.

11.5.9.10. Tubería metálica EMT

Será utilizada en circuitos de iluminación y tomacorrientes, embebidos en hormigón o a la vista, con los accesorios de instalación completos como; uniones, conectores, coronas, en los circuitos exteriores, la tubería EMT debe ser sujeta por medio de abrazaderas doble aleta tipo omega.

11.5.9.11. Manguera negra reforzada

Manguera plástica reforzada, de polietileno de alta densidad, de 2" (50mm), clase C color negra, resistente a la intemperie, membrana rígida, para uso de acometidas eléctricas, tendido de cable para iluminación, servicios de video vigilancia, semaforización y de telecomunicaciones.

11.5.10. ILUMINACIÓN PERIMETRAL Y PATIOS.

El nuevo diseño, contempla postes de 9 m de longitud de hormigón centrifugado, con luminarias tipo LED de 100 w. En los casos donde no se puede acceder con grúa, se instalarán postes de postes de plástico reforzado con fibra de vidrio de 9 m de altura.

Los detalles se aprecian en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2006-A, la alimentación eléctrica se realizará con cable de cobre tipo TTU calibre 8 AWG, para las fases y conductor de cobre desnudo calibre 8 AWG para la tierra, embebido en manguera negra de 50 mm de diámetro, a través de los pozos indicados.

El control se realiza desde el TDP, mediante un selector de tres POSICIONES: ON, OFF/AUTOMATICO, en manual se prende directamente todo el grupo de luminarias, en off, se apaga todo y en automático, se controla con fotocélula según sea de día o de noche. La fotocélula de control se ubicará en la pared más cercana al TDP, para que opere con la luz del día. Como se aprecia en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2006-A.

Los conductores se instalarán de manera soterrada, a través de manguera negra reforzada de 50mm, utilizando las cámaras de revisión eléctricas y pozos tipo A de 60x60x60cm. Los detalles de la obra civil de pozos se indican en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2008-A.

11.5.11. RESISTIVIDAD, MALLA DE TIERRA Y MEJORAMIENTO DEL SUELO

En el anexo D, se dispone de un estudio del sistema de puesta a tierra. La puesta a tierra tendrá una nueva configuración partiendo desde los valores de resistencia y resistividad del terreno. De acuerdo a la tabla abajo indicada.

Tabla 11.5 Medición De Resistencia - Mariana de Jesús No. 2

MEDICION DE RESISTENCIA Y RESISTIVIDAD CALCULADA		
Método de Wenner		
Resistencia medida (R) Ω	Distancia de electrodos d (m)	Resistividad $\rho = \pi \cdot 2 \cdot d \cdot R$ ($\Omega \cdot m$)
6.02	4	151.3

Del anexo D, se desprende, básicamente lo siguiente:

1. Las mallas de tierra que se van a construir, en su conformación topológica, se muestran en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2003-A.

2. Se utilizarán varillas copperweld de 2.4 m, la separación entre ellas, será de al menos 4.50 metros, como se muestra en el plano de tierras y en sus detalles en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2009-A.
3. El enriquecimiento de tierra es obligatorio en cada varilla, de acuerdo a la propuesta del anexo D.
4. El cable de tierra será de cobre calibre 2/0 AWG.
5. Las uniones hacia los puntos de tierra de las áreas a servirse, pueden ser de diferentes calibres, según se indican en los planos.
6. Todas las sueldas son exotérmicas.
7. Para el presente caso se define no instalar electrodos activos, si bien dan muy buen resultado en la medición de la tierra de la malla en un inicio, a la postre resultan un problema, pues requieren un mantenimiento regular cada 6 meses, en caso que no se realice dicho mantenimiento, los electrodos activos empiezan a perder sus características de baja resistencia, empezando a subir sus mediciones.
8. Para el caso de la mejora con GEM o ECUAGEM, los resultados son durables por lo menos durante los próximos 35 años, que es el tiempo de vida útil de las varillas copperweld. El carbón mineral no se deteriora, por lo que es la mejor opción de construir las mallas de tierra indicadas. Prácticamente su mantenimiento se reduce a mantener húmedo el terreno y en el peor de los casos, el carbón mineral tiene muy baja resistividad incluso si está seco, lo cual implica que, aunque no se humedezca a la malla de tierra, los resultados serán durables y sin mayor variación con el tiempo.

11.5.12. PARARRAYOS

Se montará sobre la loza de la edificación un mástil de 4 metros de altura, en la parte superior se instalará un pararrayos tipo franklin, se presenta el estudio de protección contra descargas atmosféricas en el anexo E, y su área de protección se ha determinado que sea con las normas NFPA 780 e IEC 3205, definiendo un radio de esfera rodante de 60m, lo cual nos da un nivel de protección IV, que considerando que es un área libre de explosivos, y de poca concurrencia de personas, es lo más adecuado para su diseño.

En el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2010-A, se indica claramente las áreas de protección y nos hemos concentrado en el área de equipos.

En la parte superior de la torre se encuentra el pararrayos y además una baliza para señalización de presencia para las naves aéreas. La baliza se ha diseñado del tipo fotovoltaica, lo cual le da independencia total de energía eléctrica, pues su sistema garantiza autonomía de 16 horas, con la carga solar y un tiempo de duración superior a los 10 años.

El pararrayos cuenta con un contador de descargas ubicado en el pie de la torre y su conexión a tierra será a través de un cable aislado 2/0 AWG tipo TTU, a través de una caja metálica que contiene una barra de cobre, donde se unirá el cable que baja desde el pararrayos, los detalles constructivos se muestran en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2010-A.

11.6. Ruta de Cables

En el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2007-A, se presenta un resumen de todos los circuitos principales, secundarios e iluminación perimetral, donde se detalla tipo de tubería, número de ductos, circuito eléctrico, tipo de conductor y distancia.

11.7. RESUMEN DE PRESENTACIÓN ELÉCTRICA, EN PLANOS Y DIAGRAMAS

Todo lo anteriormente indicado se resume en lo siguiente:

CODIGO DE PLANO	CONTENIDO
LTR-F3-CON-ELE-P-P-2000-A	SISTEMA ELÉCTRICO DEL TANQUE MARIANA DE JESÚS 2
LTR-F3-CON-ELE-P-P-2001-A	RED DE MV Y CANALIZACIÓN DE BV
LTR-F3-CON-ELE-P-P-2002-A	DIAGRAMA UNIFILAR
LTR-F3-CON-ELE-P-P-2003-A	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA
LTR-F3-CON-ELE-P-P-2004-A	UBICACIÓN DE EQUIPOS
LTR-F3-CON-ELE-P-P-2005-A	ILUMINACIÓN INTERNA Y FUERZA
LTR-F3-CON-ELE-P-P-2006-A	ILUMINACIÓN EXTERNA Y PERIMETRAL
LTR-F3-CON-ELE-P-P-2007-A	ruta de cables (PLANO DE DUCTOS)
LTR-F3-CON-ELE-P-P-2008-A	DETALLES DE OBRA CIVIL
LTR-F3-CON-ELE-P-P-2009-A	DETALLES MALLAS DE TIERRA Y TABLEROS
LTR-F3-CON-ELE-P-P-2010-A	PROTECCION DE PARRAYO (INCLUYE DETALLES)

En el ANEXO H-11, se presenta todos los planos correspondientes al sistema eléctrico del Tanque de Mariana de Jesús No. 2.

11.8. LISTA DE MATERIALES SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO

En el anexo F-11, se presenta el listado de materiales del sistema eléctrico interno, con sus cantidades, en lo que se refiere a:

- Tablero de distribución principal (TDP)
- Tableros de distribución varios.
- Instalaciones interiores de la edificación.
- Sistema de mallas a tierra
- Sistema de protección contra descargas atmosféricas
- Sistema de iluminación perimetral.
- Etc.

Nota: Este listado se realiza de acuerdo al proyecto aprobado por la Empresa Eléctrica Quito (EEQ), por lo que pueden existir variantes con respecto al presupuesto referencial.

11.9. PRESUPUESTO REFERENCIAL

El valor del presupuesto del sistema eléctrico del tanque Mariana de Jesús 2 se encuentra en el Anexo G-11. Además, se presenta un resumen general del presupuesto de todos los tanques al final de la memoria como Anexo General 2.

11.10. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Las especificaciones técnicas de los elementos que forman parte el estudio del sistema de eléctrico se presentan de manera general para todos los tanques en el Anexo General 1. Dicho anexo se presenta una sola vez al final de las memorias.

11.11. ANEXOS

ANEXO A-11: DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA

- ANEXO B-11: CÁLCULO DE CAÍDA DE VOLTAJE
- ANEXO C-11: LISTA DE MATERIALES MV, ACOMETIDA Y MEDIDOR.
- ANEXO D: RESISTIVIDAD, MALLA DE TIERRA Y MEJORAMIENTO DEL SUELO, DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE Y REDES DE CALDERÓN
- ANEXO E: SISTEMA DE PARARRAYOS, PROTECCIÓN CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE Y REDES DE CALDERÓN
- ANEXO F-11: LISTA DE MATERIALES SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO
- ANEXO G-11: PRESUPUESTO DEL PROYECTO
- ANEXO H-11: PLANOS

ANEXO “A-11”

DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA

ANEXO “B-11”

CÁLCULO DE CAÍDA DE VOLTAJE

ANEXO “C-11”

LISTA DE MATERIALES MV, ACOMETIDA Y MEDIDOR.

ANEXO “D”

RESISTIVIDAD, MALLA DE TIERRA Y MEJORAMIENTO DEL SUELO, DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE Y REDES DE CALDERÓN

ANEXO “E”

SISTEMA DE PARARRAYOS, PROTECCIÓN CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE Y REDES DE CALDERÓN

ANEXO “F-11”

LISTA DE MATERIALES SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO

ANEXO “G-11”

PRESUPUESTO DEL PROYECTO

ANEXO “H-11”

PLANOS

12. TANQUE DE AGUA POTABLE BRISAS DEL NORTE

12.1. GENERALIDADES

El tanque de agua potable de Brisas del Norte, forma parte del sistema de distribución Collaloma, con una capacidad de 250m³ existente y que con el presente Proyecto se integrará al sistema de distribución de agua que proviene de la Planta de Tratamiento de Agua Potable de Calderón, para lo que se adiciona otro tanque de igual capacidad, se encuentra situado en la parte media de la Parroquia de Calderón
A una altura de 2658msnm

Tabla 12.1 Coordenadas UTM-WGS84 ZONA 17

Coordenadas UTM-WGS84 ZONA 17	ESTE	NORTE
BRISAS DEL NORTE	506439.9583	9990934.0413

Fuente: INGECONSULT, 2019

La Empresa de Agua Potable de Quito, EPMAPS, se encuentra mejorando las instalaciones de agua potable para entregar un mejor servicio a la ciudadanía, para lo cual ha incrementado un conjunto de instalaciones hidráulicas llamadas Estructura de Control (EDC), supervisión al proceso, automatizando al sistema y mejorando las comunicaciones, este conjunto de mejoras determinan un mayor consumo de energía eléctrica y nuevas instalaciones en el sistema eléctrico de redes de agua potable de Calderón.

12.2. OBJETIVO

Este documento entrega los lineamientos generales que se realizarán para mejorar y adecuar las instalaciones eléctricas del predio y de proceso del Tanque Brisas del Norte

12.3. SISTEMA ELÉCTRICO

El Sistema eléctrico se divide en dos partes, la una corresponde a la provisión de energía por parte de la Empresa Eléctrica Quito (EEQ), en el Anexo General 3 se presenta el proyecto eléctrico del Tanque Brisas del Norte, APROBADO por la EEQ.

La segunda parte, corresponde al sistema eléctrico a partir del medidor de energía eléctrica.

12.4. Parte I: RED DE MEDIO VOLTAJE, ACOMETIDA Y MEDICIÓN ELÉCTRICA

12.4.1. ANTECEDENTES

El tanque de agua potable de Brisas del Norte, forma parte del sistema de distribución Collaloma, con una capacidad de 250m³ existente y que con el presente Proyecto se integrará al sistema de distribución de agua que proviene de la Planta de Tratamiento de Agua Potable de Calderón, para lo que se adiciona otro tanque de igual capacidad, se encuentra situado en la parte media de la Parroquia de Calderón, en las calles De las Viñas y De Las Nueces de la ciudad de Quito a una altura de 2658msnm y en las coordenadas UTM-WGS84 ZONA 17. Este 506439,9583, Norte 9990934,0413.

La Empresa de Agua Potable de Quito, EPMAPS, se encuentra mejorando las instalaciones de agua potable para entregar un mejor servicio a la ciudadanía. Para lo cual ha incrementado un conjunto de instalaciones hidráulicas, supervisión al proceso, automatizando al sistema y mejorando las comunicaciones.

Lo cual implica alterar el sistema eléctrico, reemplazando acometidas y medidor eléctrico.

Para lo que se prevé la instalación de una transición aéreo-subterránea de medio voltaje, la cual alimentara al transformador padmounted monofásico de 25kVA proyectado, con todos sus accesorios de protección primario y secundario de acuerdo al nuevo estudio de cargas realizado. Para este requerimiento el constructor debe realizar la solicitud de cambio de servicio a la Empresa Eléctrica Quito (EEQ).

12.4.2. DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA

De acuerdo a la ubicación del tanque en cuestión, al ser un usuario atípico (bombas, equipos especiales de riego, controles, vivienda guardia, etc.), se estima disponer una demanda, presentada en el anexo A-12.

Del anexo A-12, tenemos el siguiente resumen:

CIR: 36.05 kW

DDt = Demanda de Diseño total = DD1+DD2 (kVA)

(%) = Porcentaje de sobrecarga (90%)

DDt = 22.59 kVA

DD = Demanda de diseño = DDt. 0.9

DD = 20.33 kVA

Por lo que se instalará un transformador de 25 kVA.

12.4.3. DESCRIPCIÓN RED DE MEDIO VOLTAJE

La Empresa Eléctrica Quito dispone en el sector dos alimentadores primarios aéreos trifásicos de 22.8/13.2 KV, en la misma dirección que el Tanque Brisas del Norte, en la vereda de al frente.

En el poste existente Pe1 con coordenadas X: 784692.936 Y: 9990967.328, se realizará la transición aérea-subterránea en medio voltaje, para lo cual se instalará un seccionador unipolar tipo abierto con dispositivo rompearcos de 27kV, 100A, para ingresar con red de medio voltaje subterránea al predio EPMAPS TANQUE BRISAS DEL NORTE.

Desde el poste Pe1, se irá en forma subterránea, a través de tres pozos de revisión tipo C proyectados, por donde se llevará la red de medio voltaje hasta el transformador tipo Padmounted Radial Modificado proyectado, que será instalado tras la cerca de la propiedad, como se aprecia en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2101-A.

De acuerdo a la planificación se prevé instalar un transformador monofásico tipo Padmounted de 25kVA, en el área tras el cerramiento, para desde allí distribuir en bajo voltaje la energía eléctrica.

El cable de medio voltaje será de cobre calibre 1/0 AWG, apantallado a 25 kV para la fase y 2 AWG, cobre desnudo para el neutro.

12.4.4. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Para el diseño del sistema eléctrico, se utiliza los normativos de la EEQ y de acuerdo al estudio de la demanda del Anexo A-12, el centro de transformación proyectado será, monofásico de las siguientes características:

Centro de transformación CT-1: Se instalará sobre base de hormigón, como se muestra en el anexo LTR-F3-CON-ELE-P-P-2108-A.

Tipo: PADMOUNTED RADIAL MODIFICADO
Potencia: 25 kVA

Voltaje primario: 22.8 / 13.2 kV, GRD-Y
Voltaje secundario: 240 / 120 V
Tap: +1 / -3x2.5%

12.4.5. DESCRIPCIÓN RED DE BAJO VOLTAJE

Se partirá de los terminales de bajo voltaje del transformador, con conductor tipo TTU, de cobre, calibre 2 AWG, para las fases y para el neutro, soterrados a través de un pozo tipo B, mediante ductos de 110 mm de diámetro, de PVC pesado, como se indica en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2101-A, desde el pozo Pz-3, se alimentará al tablero de medidor ubicado en el cerramiento del lote.

Se ha verificado que el máximo de caída de voltaje sea inferior al 3%, que es el porcentaje máximo permitido según las Normas de la EEQ, para este tipo de usuario cuyo anexo de caída de voltaje se muestra en el Anexo B-12.

12.4.6. SECCIONAMIENTO Y PROTECCIONES

12.4.6.1. Medio voltaje:

Para la protección de la red de medio voltaje, se prevé instalar un seccionador portafusibles tipo abierto con dispositivo rompearcos de 27kV, 100A, con tirafusible de 12 A, tipo K, que irá ubicado en el poste P1, proyectado, como se aprecia en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2102-A.

De allí irá hacia el transformador tipo padmounted de 25kVA, con cable apantallado tipo XLPE, 25 kV, 1/0 AWG, Cu, hasta el fusible tipo bayoneta y limitador propios del transformador padmounted.

Para protección contra descargas atmosféricas, se instalará un pararrayos tipo polimérico de 18 kV, que irá instalado en el poste existente Pe1, y un pararrayos tipo Elbow Arrester que irá instalado a la salida H1B del transformador padmounted.

12.4.6.2. Bajo voltaje:

El transformador diseñado es del tipo Padmounted, razón por la que se instalará junto a los bushings de bajo voltaje, un termomagnético de 2Px100A, tipo caja moldeada, para protección total en caso de falla en B.V.

Desde este breaker saldrá el circuito de bajo voltaje hacia el tablero de medidores, con cable tipo TTU, 2 AWG, de cobre, para las fases y neutro.

12.4.7. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

Para el sistema de puesta a tierra de la transición aérea subterránea, se ha previsto realizar un montaje con dos varillas copperweld de 15 mm, de diámetro y de 2.40 m de longitud de alta camada, con soldas exotérmicas, en el poste de arranque para el pararrayo. Los valores de medición estarán de acuerdo a los requerimientos de la EEQ y será menor a 25 Ω , para lo cual el constructor instalará GEM, para enriquecer el suelo y mejorar la resistividad de este, para lograr dicha medición.

En el área del transformador, se prevé instalar una malla de tierra cuadrada de 5 m de lado, como se indica en el plano de mallas LTR-F3-CON-ELE-P-P-2103-A. Los valores de medición estarán de acuerdo a los requerimientos de la EEQ y será menor a 5 Ω , para lo cual el constructor instalará GEM, para enriquecer el suelo y lograr dicha medición.

Para el final de circuito de bajo voltaje, que viene a ser el medidor E1, se prevé instalar 1 varilla copperweld de 15 mm, de diámetro y de 2.40 m de longitud, con suelda exotérmica para conectar a la tierra del medidor de energía eléctrica.

12.4.8. MEDICIÓN ELÉCTRICA

Actualmente existe un medidor de energía eléctrica con número 1001908333. Debido al incremento de carga, se planifica que instalar un nuevo medidor totalizador en el ingreso a la propiedad. Se proyecta construir una mocheta en el cerramiento, de libre ingreso por la calle pública, de tal modo de no necesitar pedir permiso, para las tomas de lecturas de consumo. El medidor lo proveerá la EEQ.

El detalle del montaje del tablero se muestra en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2108-A.

12.4.9. MATERIALES

En el anexo C-12, se presenta la lista de equipos y materiales, para el sistema de medio voltaje, la cual se realiza de acuerdo al proyecto aprobado por la Empresa Eléctrica Quito (EEQ), por lo que pueden existir variantes con respecto al presupuesto referencial.

12.5. PARTE II: SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO

En esta parte, se dispone de los criterios y diseños eléctricos a partir del medidor de energía eléctrica, en toda la parte interna de los tanques de almacenamiento.

12.5.1. CRITERIOS DE DISEÑO

En el presente Estudio de Diseño Eléctrico se establece los aspectos más importantes a ser tomados en cuenta para el sistema eléctrico. La alimentación del sistema eléctrico será construida bajo las normas generales del Código Eléctrico Ecuatoriano, el mismo está apegado a las normas eléctricas National Electrical Code (NEC) y las normas de seguridad National Fire Protection Association (NFPA). Tomando en cuenta para su aplicación las características de los materiales y equipos disponibles en el mercado local.

- Gabinete para sistema eléctrico, sistema de control y sistema SCADA: Se tendrá un solo gabinete, dividido en tres cuerpos, el primero para el tablero de distribución principal del área eléctrica, el segundo para el sistema de respaldo baterías; y el tercero para el sistema de control y SCADA.
- Tablero de protección principal (TP): Se ubicará inmediatamente después del tablero de medidor (TM), y servirá como principal protección de las instalaciones eléctricas del tanque. La alimentación del medidor de energía eléctrica, llegará hasta éste tablero de protección principal.
- Tablero de distribución principal (TDP): Será el sistema principal de interrupción y protección de las instalaciones eléctricas del tanque, donde se proyecta centralizar todas las cargas que alimentaran al cuarto de válvulas principal y los diferentes subtableros de distribución (STD-X) del tanque “Brisas del Norte”, y dispondrá de todas las protecciones necesarias para este fin. Esto permitirá garantizar la previsión del mantenimiento eléctrico, sin que se vea afectado el normal funcionamiento del tanque de agua, además posibilita un fácil reconocimiento de fallas eléctricas en caso de producirse.
- Centros de carga (STD-X): Los centros de carga corresponden a los tableros de donde se derivarán todos los circuitos de iluminación y fuerza que alimentaran a los equipos que se encuentren en áreas distintas al cuarto de válvulas principal.
- Alimentador red principal de bajo voltaje: Desde el tablero de protección principal (TP) se derivará, como alimentador principal, un circuito que alimentará el Tablero de Distribución Principal (TDP); de éste se derivarán los alimentadores de la red secundaria que alimentarán a los centros de carga o Subtableros de Distribución (STD-X).

- El presente proyecto contempla como máximo un 5% de caída de voltaje desde el tablero de medidores hasta los circuitos finales, teniendo como referencia para este propósito el nivel de voltaje en el centro de carga.
- Se contempla dos tipos de instalaciones internas, para los sistemas de iluminación y fuerza:
 - Para instalaciones que se encuentren dentro de los cuartos de válvulas, se utilizará tubería eléctrica intermedia (IMC). Las cuales están diseñado para proteger los cables eléctricos del ambiente corrosivo que existe en estas áreas.
 - Para las instalaciones en áreas donde no se tiene una alta exposición a la humedad, se utilizará tubería eléctrica metálica (EMT), la cual está diseñada especialmente para la conducción de cables eléctricos para zonas industriales, comerciales y residenciales; manteniendo el cableado aislado y protegiéndolo contra todo tipo de amenazas que pudieran dañarlo.

12.5.2. ACOMETIDA EN BAJO VOLTAJE.

- Retiro de cable de acometida actual desde el medidor hasta tablero principal ubicado en el cuarto de válvulas.
- Tendido y conexiónado de cable de acometida eléctrica nuevo, desde el medidor de energía eléctrica hasta el Tablero de Distribución Principal TDP y Control TCP, ubicado en la adecuación del cuarto de válvulas y control.

Para el cálculo de los alimentadores se considera todos los circuitos que proveerán la potencia requerida en las diferentes áreas del tanque.

12.5.2.1. Alimentadores principales

En la sección correspondiente a la cámara de transformación se establece que el transformador que se instalará será de 25 kVA donde la acometida de bajo voltaje es considerada desde los fusibles NH hasta el Tablero de Medidor (TM), y posteriormente al Tablero de Protección principal (TP). Desde el TP se alimentará al Tablero de Distribución Principal (TDP) mediante el circuito denominado Circuito-TDP. Como se puede ver en el diagrama unifilar general presentado en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2102-A, así como en la red de bajo voltaje del plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2101-A.

Con la demanda total del tanque, tomada del anexo A-12, se realiza el cálculo de caída de voltaje, presentado en el anexo B-12. En la tabla 12.2 se especifica la capacidad y características de la acometida de bajo voltaje y el circuito-TDP, considerando que este ramal tendrá que alimentar todas las cargas del tanque “Brisas del Norte”. La acometida de bajo voltaje se instalará de manera soterrada utilizando la canalización de tubería PVC de 110mm y pozos de bajo voltaje tipo B; por su parte el circuito-TDP se instalará utilizando la canalización de tubería PVC de 50mm, pozos de bajo voltaje tipo B y las cámaras eléctricas de revisión, tal como se puede apreciar en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2101-A.

Tabla 12.2 Alimentadores principales

Descripción	Demanda (kVA)	Conductores	In(A)	Protección
Acometida BV	20.33	2x2(2) AWG, TTU, Cu.	84.71	2Px100A
Circuito TDP	20.33	2x2(1x2), AWG, TTU, Cu.	84.71	2Px100A

12.5.2.2. Alimentadores Secundarios

Los alimentadores secundarios para se consideran los que se derivan desde el TDP hasta los centros de carga (STD-X), donde se distribuirán los circuitos de iluminación o fuerza de las áreas fuera del cuarto de válvulas principal de acuerdo a lo detallado en los diagramas unifilares presentados en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2102-A.

Se ha realizado el análisis de caída de voltaje, el cual se presenta en el anexo B-12, donde se ha tomado en cuenta que la caída de voltaje no supere el 5%, desde el tablero de medidor hasta cada centro de carga.

En la tabla 12.3 se resume el calibre del conductor que alimentará a los centros de carga.

Tabla 12.3 Alimentadores secundarios

Descripción	Potencia (kVA)	Alimentadores hasta los centros de carga de circuitos normales (STD-X)	In(A)	Factor de seguridad 1.25	Protección
CC-01	4.00	3x8 AWG, Concéntrico	33.33	41.67	1Px50A
STD-B	4.00	1x8(1x8)+1x8, AWG THHW, Cu	33.33	41.67	1Px50A

12.5.3. CUARTO DE VÁLVULAS Y CONTROL EDC:

- Retiro de tablero de distribución principal de iluminación y toma Corrientes existente.
- Instalación de nuevo tablero de iluminación y toma corrientes y conexionado de las cargas correspondientes TDP.
- Retiro de conductores eléctricos de los circuitos de iluminación interior, exterior, emergencia y toma corrientes, retiro de boquillas plafón, piezas de interruptor y tomacorrientes y luminarias de emergencia.
- Instalación de un Tablero de Distribución Principal de Control TCP CU-E y Gabinete de Baterías.

Como se muestra en los planos LTR-F3-CON-ELE-P-P-2104-A y LTR-F3-CON-ELE-P-P-2109-A

12.5.4. GABINETE GENERAL: SISTEMA ELÉCTRICO - SCADA - SISTEMA DE CONTROL

Se proyecta instalar un solo gabinete que unifica al sistema eléctrico y al sistema de control SCADA.

El gabinete será de doble fondo metálico, sujeción con pernos, ventilador, filtros, con las siguientes características:

- Tipo Modular
- Dimensiones: 250x160x50 cm
- Material: acero pintado color RAL7035
- Chapa de 2mm de espesor
- Grado de Protección: IP68 / Nema 12
- Certificado grado de protección mecánica a los choques: IK10.
- Dividido en tres sectores:
 - Área eléctrica: 40cm de ancho, una sola puerta de 40x160cm.
 - Área de baterías: 120 cm de ancho, dos puertas de 60x160cm
 - Área de SCADA: 90 cm de ancho, dos puertas de 45x160cm

12.5.5. DISEÑO DE TABLEROS PRINCIPALES

Para el diseño de los tableros eléctricos se considera todos aquellos que se alimentarán desde los bushings del secundario del transformador hasta cada tablero que se requiere para el funcionamiento del tanque “Brisas del Norte”. En la tabla 12.4 se resume los tableros eléctricos, necesarios.

Tabla 12.4 Tableros Eléctricos.

Abreviatura	Descripción	Demanda (kVA)	Ubicación
TM	Tablero de Medidor	20.33	Fachada, ingreso de la propiedad
TP	Tablero de Protección principal	20.33	Posterior al Tablero de Medidor
TDP	Tablero de Distribución Principal	20.33	Cuarto de Válvulas

12.5.5.1. TABLERO DE DISTRIBUCION PRINCIPAL TDP:

En el primer sector del gabinete general se instalarán todos los elementos del TDP, el cual tendrá una altura de 160 cm, ancho de 40 cm, profundidad de 50 cm. Contendrá barras de cobre, capacidad de 180 A, para fases, neutro y tierra, un breaker principal 2Px100A, tipo caja moldeada y breakers tipo riel din de diferentes valores, como se indica en las especificaciones técnicas y en el plano de diagrama unifilar LTR-F3-CON-ELE-P-P-2102-A. La disposición general de los elementos se detalla en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2109-A.

Desde el TDP, se controla:

- Circuito de Iluminación Interior
- Circuito de Tomacorrientes.
- Iluminación perimetral y patios
- Subtablero de distribución del Baño

12.5.6. SISTEMA UPS.

Ubicado en el cuarto de control EDC, se alimentará desde las barras de distribución instalada en el TDP, para las fases y el neutro; la tierra vine directamente con cable TTU calibre 2 AWG desde la malla de tierra del área electrónica, nótese que no pasa por la protección principal del TDP.

El detalle interno de este segundo sector, así como del tercero correspondiente al sistema SCADA, se presenta en el sistema de control y SCADA.

12.5.7. TCP.

Este tablero es el destinado a Control, Instrumentación y Comunicaciones, dicho sistema se presenta en la ingeniería electrónica.

Se ha verificado que el máximo de caída de voltaje desde el tablero de medidor sea inferior al 5%, que es la norma permitida, cuyo anexo de caída de voltaje se muestra en el Anexo B-12.

12.5.8. CIRCUITOS ELÉCTRICOS

12.5.8.1. Circuitos eléctricos de iluminación y luces de emergencia

Serán todas las actividades para la instalación de tuberías (IMC / EMT), cajas metálicas, conductores y piezas eléctricas (interruptores simples, dobles, conmutadores, sensores, etc.) para dar servicio a una lámpara, un foco o luminarias en general.

Procedimiento:

La altura recomendada por el diseñador eléctrico, debe ser medida desde la parte inferior del cajetín hasta el nivel de piso terminado, salvo indicación contraria, los interruptores se colocarán a 130 cm de altura y los cajetines y piezas en posición vertical.

Los conductores serán tipo THHW-flexible calibre No. 14 AWG para fase y neutro, más No 14 AWG para tierra (color verde) de acuerdo a la distribución de los planos de diseño, la cantidad de conductores irá de acuerdo a lo establecido en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2105-A, correspondiente a las instalaciones eléctricas internas.

Para las lámparas de emergencia se instalará un punto de iluminación, la altura de instalación estará a criterio del fiscalizador, sin que ésta sea inferior a 180 cm. Dicho punto, se conectará directamente al circuito de iluminación más cercano sin ningún tipo de interruptor.

Existirán dos tipos de instalaciones:

- En el cuarto de válvulas, o áreas con ambientes de alta humedad, se utilizará tubería IMC, y todos los accesorios, como cajetines, uniones, codos, etc., deberán ser diseñados para tubería IMC. De igual manera, los interruptores simples y dobles, a instalarse, deberán ser herméticos o tener una placa hermética con una protección IP66 o superior.
- En las demás áreas se utilizará tubería EMT, con sus accesorios correspondientes. Las placas serán decorativas del color que el promotor las requiera.

12.5.8.2. Circuito de Fuerza Normal

Serán todas las actividades que se requieran para la instalación de tuberías (IMC / EMT), cajas, conductores y piezas eléctricas (tomacorrientes) para dar servicio a los circuitos de tomacorrientes.

Procedimiento:

Para el tomacorriente normal en pared: la altura recomendada debe ser medida desde la parte inferior del cajetín hasta el nivel de piso terminado, existirán dos alturas $h_1=40\text{cm}$ y $h_2=130\text{cm}$, indicadas en los planos correspondientes, y se colocarán en posición horizontal.

La ubicación será de acuerdo al plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2105-A, los conductores serán tipo THHW-flexible calibre No. 12 AWG para fase y neutro, más N° 12 AWG para tierra (color verde). Los tomacorrientes serán del tipo doble polarizado.

Existirán dos tipos de instalaciones:

- En el cuarto de válvulas, o áreas con ambientes de alta humedad, se utilizará tubería IMC, y todos los accesorios, como cajetines, uniones, codos, etc., deberán ser diseñados para tubería IMC. De igual manera, para los tomacorrientes se utilizarán tapas herméticas con una protección IP66 o superior.
- En las demás áreas se utilizará tubería EMT, con sus accesorios correspondientes. Las tapas serán decorativas del mismo color de la pieza de tomacorriente respectivo.

12.5.9. ELEMENTOS ELÉCTRICOS DE LA INSTALACION

12.5.9.1. Luminaria LED hermética sobrepuesta, instalación interior.

Se utilizará en el techo del cuarto de válvulas y en el techo de la estructura de control, su instalación será hermética utilizando prensa estopas y cable concéntrico 3x14AWG,

las características de las luminarias son:

- Potencia; 40 Watts tubo LED
- Tension 120-240Vac.
- Tipo de distribución; directo simétrico.
- Tipo de montaje; sobrepuesto
- Carcaza; policarbonato color blanco
- Junta de poliuretano.
- Protección IP 65 Temperatura de color 6 000K
- Apto para lugares húmedos.



12.5.9.2. Luminaria LED exterior, tipo hermética instalada sobre pared.

Características:

- Potencia: 70 Watt
- Flujo luminoso: 3200lm
- tipo LED 100-277Vac



12.5.9.3. Luminaria exterior para tumbado

Características:

- Tipo tortuga para exterior.
- Para instalar directamente en superficie techo o pared.
- Portalámparas focos E27 hasta 26W
- Tensión: 120Vac 60Hz
- Protección: IP 65 o superior
- Con difusor de vidrio



12.5.9.4. Luminaria tipo vías y patios

Estas luminarias se instalarán en el exterior de los edificios en las vías y en el perímetro del predio, se instalarán sobre postes hormigón de 9 metros de altura con brazo de 1 metro de longitud

Características:

- Tipo: LED
- Protección: IP 65
- Potencia: 70watt
- Tensión: 100-240V 60Hz.
- Temperatura de color: CCT(K) 5000
- Flujo luminoso: 7445 lm



12.5.9.5. Luminarias de emergencia

Con la finalidad de dar seguridad a las personas cuando ocurre un corte de energía, se han dispuesto dos luminarias de emergencia por edificio, tanto en el cuarto de válvulas como en la estructura de control y cuarto de control.

Características:

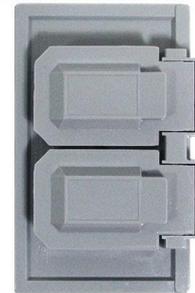
- Carcaza; termoplástica, color blanco
- Cabezales; cuadrados ajustables con dos lámparas de 1.6 Watt cada uno.
- Lámparas tipo: LED
- Distribución; Simétrica dirigible.
- Control: automático con botón de prueba e indicador de carga.
- Tensión de operación 120V- 277 Vac,
- Flujo luminoso Lm; 170
- Temp. De color (k) 6000 IRC 70
- Factor de potencia; 0.7
- Autonomía; 90 Minutos.
- Tipo de montaje; sobrepuesto sobre pared.



12.5.9.6. Tomacorrientes monofásicos 120Vac.

Las piezas de tomacorrientes serán de marca reconocida, conformada por el marco de dos tomacorrientes dobles polarizados fase, neutro más tierra, 15Amp. 120Vac, con conexión por medio de tornillos, con placa doble con tapas de protección de ingreso de agua.

La altura de montaje debe superar al nivel de inundación de tal manera que no ingrese agua a los bornes del tomacorriente.



12.5.9.7. Instalación de cables

Los cables eléctricos, serán tendidos de acuerdo; estructura del proyecto, al nivel de tensión, al sistema que corresponde; control, fuerza, etc.

Los tipos de instalación se describen a continuación.

El sistema de ductos para cables eléctricos a utilizar en este Proyecto será:

- Ductos.
- Tubos Conduit.
- Manguera negra reforzada

12.5.9.8. Ductos

Los bancos de ductos serán en PVC, cumpliendo los normativos de la EEQ, en áreas de circulación vehicular, obligatoriamente llevarán una capa de concreto, en el resto de áreas, su profundidad de enterramiento será 50 mm desde el piso terminado hasta la parte superior del ducto más cercano a la superficie.

Los bancos de ductos subterráneos deberán ser diseñados con una pendiente de 3 por mil como mínimo hacia los sótanos o drenajes para escurrir las aguas. En aquellos casos en los cuales el tubo deba aflorar a la superficie debe hacerse la transición PVC- Conduit metálico galvanizado en caliente. Las llegadas de los tubos de PVC a las cámaras se

harán con campanas de remate. Las uniones en tuberías de PVC deberán ser ejecutadas con un cemento adecuado que provea un empalme firme y a prueba de agua.

Las cámaras eléctricas serán diseñadas en forma tal que su tamaño permita un adecuado manejo e instalación y mantenimiento de los cables. En los planos LTR-F3-CON-ELE-P-P-2107-A y LTR-F3-CON-ELE-P-P-2108-A, se aprecia, recorridos y tipos de ductos con sus detalles constructivo.

12.5.9.9. Tubos Conduit IMC

Los tubos Conduit serie intermedia (IMC), galvanizado electrolítico, se utilizarán, preferentemente, en instalaciones de edificaciones, embutidos o vistos en paredes o losas, para iluminación y toma corrientes.

Los tubos Conduit diámetro 3/4" instalados horizontalmente, adosados a edificios o estructuras, deberán tener soportes cada 1.5 m, los tubos Conduit diámetro 1" en adelante deberán tener soportes cada 1.2m. Los tramos rectos sujetos a cambios de temperatura ambiente tendrán juntas de expansión. Ningún tramo de Conduit entre cajas de empalme y salidas, etc., deberá tener más de tres curvas de 90.

Será utilizada en circuitos de alimentación a tableros de fuerza, y control utilizados para procesos, con todos los accesorios necesarios para conexión y continuidad de conducción, las cajas son de diferentes tipos con sus tapas correspondientes; cuadradas con salidas roscadas, cajas tipo LB, LR, T, LL, etc.

12.5.9.10. Tubería metálica EMT

Será utilizada en circuitos de iluminación y tomacorrientes, embebidos en hormigón o a la vista, con los accesorios de instalación completos como; uniones, conectores, coronas, en los circuitos exteriores, la tubería EMT debe ser sujeta por medio de abrazaderas doble aleta tipo omega.

12.5.9.11. Manguera negra reforzada

Manguera plástica reforzada, de polietileno de alta densidad, de 2" (50mm), clase C color negra, resistente a la intemperie, membrana rígida, para uso de acometidas eléctricas, tendido de cable para iluminación, servicios de video vigilancia, semaforización y de telecomunicaciones.

12.5.10. ILUMINACIÓN PERIMETRAL Y PATIOS.

- Luminarias perimetrales existentes; retiro de cable enterrado que alimentan las luminarias.
- Retiro de luminarias perimetrales existentes y cables de alimentación desde la lámpara hasta el cable principal.

El nuevo diseño, contempla postes de 9 m de longitud de hormigón centrifugado, con luminarias tipo LED de 100 w. En los casos donde no se puede acceder con grúa, se instalarán postes de postes de plástico reforzado con fibra de vidrio de 9 m de altura.

Los detalles se aprecian en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2106-A, la alimentación eléctrica se realizará con cable de cobre tipo TTU calibre 8 AWG, para las fases y conductor de cobre desnudo calibre 8 AWG para la tierra, embebido en manguera negra de 50 mm de diámetro, a través de los pozos indicados.

El control se realiza desde el TDP, mediante un selector de tres POSICIONES: ON, OFF/AUTOMATICO, en manual se prende directamente todo el grupo de luminarias, en off, se apaga todo y en automático, se controla con fotocélula según sea de día o de noche. La fotocélula de control se ubicará en la pared más cercana al TDP, para que opere con la luz del día. Como se aprecia en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2106-A.

Los conductores se instalarán de manera soterrada, a través de manguera negra reforzada de 50mm, utilizando las cámaras de revisión eléctricas, y pozos tipo A de 60x60x60cm. Los detalles de la obra civil de pozos se indican en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2108-A.

12.5.11. RESISTIVIDAD, MALLA DE TIERRA Y MEJORAMIENTO DEL SUELO

En el anexo D, se dispone de un estudio del sistema de puesta a tierra. La puesta a tierra tendrá una nueva configuración partiendo desde los valores de resistencia y resistividad del terreno. De acuerdo a la tabla abajo indicada.

Tabla 12.5 Medición De Resistencia - Brisas del Norte

MEDICION DE RESISTENCIA Y RESISTIVIDAD CALCULADA		
Método de Wenner		
Resistencia medida (R) Ω	Distancia de electrodos d (m)	Resistividad $\rho = \pi \cdot 2 \cdot d \cdot R$ ($\Omega \cdot m$)
11	4	276.32

Del anexo D, se desprende, básicamente lo siguiente:

1. Las mallas de tierra que se van a construir, en su conformación topológica, se muestran en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2103-A.
2. Se utilizarán varillas copperweld de 2.4 m, la separación entre ellas, será de al menos 4.50 metros, como se muestra en el plano de tierras y en sus detalles en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2109-A.
3. El enriquecimiento de tierra es obligatorio en cada varilla, de acuerdo a la propuesta del anexo D.
4. El cable de tierra será de cobre calibre 2/0 AWG.
5. Las uniones hacia los puntos de tierra de las áreas a servirse, pueden ser de diferentes calibres, según se indican en los planos.
6. Todas las sueldas son exotérmicas.
7. Para el presente caso se define no instalar electrodos activos, si bien dan muy buen resultado en la medición de la tierra de la malla en un inicio, a la postre resultan un problema, pues requieren un mantenimiento regular cada 6 meses, en caso que no se realice dicho mantenimiento, los electrodos activos empiezan a perder sus características de baja resistencia, empezando a subir sus mediciones.
8. Para el caso de la mejora con GEM o ECUAGEM, los resultados son durables por lo menos durante los próximos 35 años, que es el tiempo de vida útil de las varillas copperweld. El carbón mineral no se deteriora, por lo que es la mejor opción de construir las mallas de tierra indicadas. Prácticamente su mantenimiento se reduce a mantener húmedo el terreno y en el peor de los casos, el carbón mineral tiene muy baja resistividad incluso si está seco, lo cual implica que, aunque no se humedezca a la malla de tierra, los resultados serán durables y sin mayor variación con el tiempo.

12.5.12. PARARRAYOS

Se montará una torre de 18 metros de altura para comunicaciones y en la parte superior se instalará un pararrayos tipo franklin, se presenta el estudio de protección contra descargas atmosféricas en el anexo E, y su área de protección se ha determinado que sea con las normas NFPA 780 e IEC 3205, definiendo un radio de esfera rodante de 60 m, lo cual nos da un nivel de protección IV, que considerando que es un área libre de explosivos, y de poca concurrencia de personas, es lo más adecuado para su diseño.

En el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2110-A, se indica claramente las áreas de protección y nos hemos concentrado en el área de equipos.

En la parte superior de la torre se encuentra el pararrayos y además una baliza para señalización de presencia para las naves aéreas. La baliza se ha diseñado del tipo fotovoltaica, lo cual le da independencia total de energía eléctrica, pues su sistema garantiza autonomía de 16 horas, con la carga solar y un tiempo de duración superior a los 10 años.

El pararrayos cuenta con un contador de descargas ubicado en el pie de la torre y su conexión a tierra será a través de un cable aislado 2/0 AWG tipo TTU, a través de una caja metálica que contiene una barra de cobre, donde se unirá el cable que baja desde el pararrayos, los detalles constructivos se muestran en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2110-A.

12.6. Ruta de Cables

En el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2107-A, se presenta un resumen de todos los circuitos principales, secundarios e iluminación perimetral, donde se detalla tipo de tubería, número de ductos, circuito eléctrico, tipo de conductor y distancia.

12.7. RESUMEN DE PRESENTACIÓN ELÉCTRICA, EN PLANOS Y DIAGRAMAS

Todo lo anteriormente indicado se resume en lo siguiente:

CODIGO DE PLANO	CONTENIDO
LTR-F3-CON-ELE-P-P-2100-A	SISTEMA ELÉCTRICO DEL BRISAS DEL NORTE
LTR-F3-CON-ELE-P-P-2101-A	RED DE MV Y CANALIZACIÓN DE BV
LTR-F3-CON-ELE-P-P-2102-A	DIAGRAMA UNIFILAR
LTR-F3-CON-ELE-P-P-2103-A	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA
LTR-F3-CON-ELE-P-P-2104-A	UBICACIÓN DE EQUIPOS
LTR-F3-CON-ELE-P-P-2105-A	ILUMINACIÓN INTERNA Y FUERZA
LTR-F3-CON-ELE-P-P-2106-A	ILUMINACIÓN EXTERNA Y PERIMETRAL
LTR-F3-CON-ELE-P-P-2107-A	RUTA DE CABLES (PLANO DE DUCTOS)
LTR-F3-CON-ELE-P-P-2108-A	DETALLES DE OBRA CIVIL
LTR-F3-CON-ELE-P-P-2109-A	DETALLES MALLAS DE TIERRA Y TABLEROS
LTR-F3-CON-ELE-P-P-2110-A	PROTECCIÓN DE PARRAYO (INCLUYE DETALLES)

En el ANEXO H-12, se presenta todos los planos correspondientes al sistema eléctrico del Tanque de Brisas del Norte.

12.8. LISTA DE MATERIALES SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO

En el anexo F-12, se presenta el listado de materiales del sistema eléctrico interno, con sus cantidades, en lo que se refiere a:

- Tablero de distribución principal (TDP)
- Tableros de distribución varios.
- Instalaciones interiores de la edificación.
- Sistema de mallas a tierra
- Sistema de protección contra descargas atmosféricas
- Sistema de iluminación perimetral.
- Etc.

Nota: Este listado se realiza de acuerdo al proyecto aprobado por la Empresa Eléctrica Quito (EEQ), por lo que pueden existir variantes con respecto al presupuesto referencial.

12.9. PRESUPUESTO REFERENCIAL

El valor del presupuesto del sistema eléctrico del tanque Brisas del Norte se encuentra en el Anexo G-12. Además, se presenta un resumen general del presupuesto de todos los tanques al final de la memoria como Anexo General 2.

12.10. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Las especificaciones técnicas de los elementos que forman parte el estudio del sistema de eléctrico se presentan de manera general para todos los tanques en el Anexo General 1. Dicho anexo se presenta una sola vez al final de las memorias.

12.11. ANEXOS

- ANEXO A-12: DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA
- ANEXO B-12: CÁLCULO DE CAÍDA DE VOLTAJE
- ANEXO C-12: LISTA DE MATERIALES MV, ACOMETIDA Y MEDIDOR.
- ANEXO D: RESISTIVIDAD, MALLA DE TIERRA Y MEJORAMIENTO DEL SUELO, DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE Y REDES DE CALDERÓN
- ANEXO E: SISTEMA DE PARARRAYOS, PROTECCIÓN CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE Y REDES DE CALDERÓN
- ANEXO F-12: LISTA DE MATERIALES SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO
- ANEXO G-12: PRESUPUESTO DEL PROYECTO
- ANEXO H-12: PLANOS

ANEXO “A-12”

DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA

ANEXO “B-12”

CÁLCULO DE CAÍDA DE VOLTAJE

ANEXO “C-12”

LISTA DE MATERIALES MV, ACOMETIDA Y MEDIDOR.

ANEXO “D”

RESISTIVIDAD, MALLA DE TIERRA Y MEJORAMIENTO DEL SUELO, DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE Y REDES DE CALDERÓN

ANEXO “E”

SISTEMA DE PARARRAYOS, PROTECCIÓN CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE Y REDES DE CALDERÓN

ANEXO “F-12”

LISTA DE MATERIALES SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO

ANEXO “G-12”

PRESUPUESTO DEL PROYECTO

ANEXO “H-12”

PLANOS

13. TANQUE DE AGUA POTABLE CARRETAS

13.1. GENERALIDADES

El tanque de agua potable de Carretas, forma parte del sistema de distribución Collaloma, con una capacidad de 875m³ y otros dos de 500m³, se encuentra situado en la parte baja de Calderón, en la calle Jesús del Gran Poder S/N, de la ciudad de Quito.

A una altura de 2732msnm

Tabla 13.1 Coordenadas UTM-WGS84 ZONA 17

Coordenadas UTM-WGS84 ZONA 17.	ESTE	NORTE
Carretas	782298,85	9987949,71

Fuente: INGECONSULT, 2019

La Empresa de Agua Potable de Quito, EPMAPS, se encuentra mejorando las instalaciones de agua potable para entregar un mejor servicio a la ciudadanía, para lo cual ha incrementado un conjunto de instalaciones hidráulicas llamadas Estructura de Control (EDC), supervisión al proceso, automatizando al sistema y mejorando las comunicaciones, este conjunto de mejoras determinan un mayor consumo de energía eléctrica y nuevas instalaciones en el sistema eléctrico de redes de agua potable de Calderón.

13.2. OBJETIVO

Este documento entrega los lineamientos generales que se realizarán para mejorar y adecuar las instalaciones eléctricas del predio y de proceso del Tanque Carretas.

13.3. SISTEMA ELÉCTRICO

El Sistema eléctrico se divide en dos partes, la una corresponde a la provisión de energía por parte de la Empresa Eléctrica Quito (EEQ), en el Anexo General 3 se presenta el proyecto eléctrico del Tanque Carretas, APROBADO por la EEQ.

La segunda parte, corresponde al sistema eléctrico a partir del medidor de energía eléctrica.

13.4. Parte I: RED DE MEDIO VOLTAJE, ACOMETIDA Y MEDICIÓN ELÉCTRICA

13.4.1. ANTECEDENTES

El tanque de agua potable de Carretas, forma parte del sistema de distribución Collaloma y que por medio del presente Proyecto pasaría a ser parte del Sistema de distribución del agua potable que viene de la Planta de Tratamiento de Calderón. Tiene una capacidad de dos tanques de 875m³ y otros dos de 500 m³, en la zona baja de la Parroquia de Calderón, en la calle Jesús del Gran Poder s/n, de la ciudad de Quito a una altura de 2732msnm y en las coordenadas UTM-WGS84 ZONA 17. Este 782298,85, Norte 9987949,71.

La Empresa de Agua Potable de Quito, EPMAPS, se encuentra mejorando las instalaciones de agua potable para entregar un mejor servicio a la ciudadanía. Para lo cual ha incrementado un conjunto de instalaciones hidráulicas, supervisión al proceso, automatizando al sistema y mejorando las comunicaciones. Lo cual implica alterar el sistema eléctrico, reemplazando acometidas y medidor eléctrico.

Para lo que se requiere realizar la instalación de un transformador monofásico de 25kVA, con todos sus accesorios de protección primario y secundario de acuerdo al nuevo estudio de cargas realizado. Para este requerimiento el constructor debe realizar la solicitud de cambio de servicio a la Empresa Eléctrica Quito (EEQ).

13.4.2. DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA

De acuerdo a la ubicación del tanque en cuestión, al ser un usuario atípico (bombas, equipos especiales de riego, controles, vivienda guardia, etc.), se estima disponer una demanda, presentada en el anexo A-13.

Del anexo A-13, tenemos el siguiente resumen:

CIR: 33.48 kW

DDt = Demanda de Diseño total = DD1+DD2 (kVA)

(%) = Porcentaje de sobrecarga (90%)

DDt = 23.87 kVA

DD = Demanda de diseño = DDt. 0.9

DD = 21.48 kVA

Por lo que se instalará un transformador de 25 kVA.

13.4.3. DESCRIPCIÓN RED DE MEDIO VOLTAJE

La Empresa Eléctrica Quito dispone de una red trifásica de distribución 23,8/ 13,2kV en medio voltaje a unos 70 metros del tanque de agua potable Carretas, la misma que servirá como punto de alimentación para el proyecto en mención.

La red de medio voltaje actualmente pasa por la calle E10, que se encuentra a unos 70 metros de la propiedad. Por lo que se proyecta realizar una derivación en medio voltaje desde el poste existente Pe2 (con coordenadas: X 782223.882; Y 9987985.494) para extender un red de medio voltaje monofásica, con conductor ASC 2/0 AWG hasta el poste a reemplazar P3. Se proyecta el retiro de dos postes Pe3 y Pe4, los cuales serán reemplazados por postes de hormigón armado de 12 metros de altura, para que pueda pasar la red de medio voltaje. En el poste existente Pe2 de derivación, no existe el espacio suficiente para colocar los tensores, por lo que se proyecta el poste P1, para instalar en éste los tensores, dejando un vano flojo entre los postes Pe2 y P1. En el poste proyectado P3 se instalará el transformador monofásico de 25 kVA, y el seccionador portafusible unipolar tipo abierto de 27kV, 100A, como se indica en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2201-A.

13.4.4. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Para el diseño del sistema eléctrico, se utiliza los normativos de la EEQ y de acuerdo al estudio de la demanda del Anexo A-13, el centro de transformación proyectado será, monofásico de las siguientes características:

Centro de transformación CT-1:

Se instalará en el poste proyectado P3.

Tipo: Convencional monofásico

Potencia: 25 kVA

Voltaje primario: 22.8 / 13.2 kV, GRD-Y

Voltaje secundario: 240 / 120 V

Tap: +1 / -3x2.5%

13.4.5. DESCRIPCIÓN RED DE BAJO VOLTAJE

Se partirá de los terminales de bajo voltaje del transformador, con conductor tipo TTU, de cobre, calibre 2 AWG, para las fases y conductor de cobre desnudo calibre 2AWG para el neutro, soterrados a través de dos pozos tipo B, mediante ductos de 110 mm de diámetro, de PVC pesado, como se indica en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2201-A, desde el pozo Pz-2, se alimentará al tablero de medidor ubicado en el cerramiento del lote.

Se ha verificado que el máximo de caída de voltaje sea inferior al 3%, que es el porcentaje máximo permitido según las Normas de la EEQ, para este tipo de usuario cuyo anexo de caída de voltaje se muestra en el Anexo B-13.

13.4.6. SECCIONAMIENTO Y PROTECCIONES

13.4.6.1. Medio voltaje:

Para la protección y seccionamiento del transformador, se prevé instalar un seccionador fusible unipolar tipo abierto, 27kV, 100A, con tirafusible de 5 A, tipo H, que irá ubicado en el poste proyectado P3, como se aprecia en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2201-A. Su derivación de la red aérea, se la realizará con cable tipo TTU, Cobre, 2 AWG.

Para protección contra descargas atmosféricas se prevé un pararrayos de 18 kV, que se fijará en el transformador de 25 kVA.

13.4.6.2. Bajo voltaje:

El transformador diseñado es del tipo convencional, razón por la que se instalará una capaceta bajo el transformador, que tendrán dos cartuchos fusible tipo NH1, de 100 A, fijadas en base portafusibles NH1, 250 A. Desde las bases NH1, saldrá el circuito de bajo voltaje hacia el tablero de medidor, con cable tipo TTU, 2 AWG, de cobre, para las fases y con cable tipo TTU, 2 AWG, de cobre el neutro.

13.4.7. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

Para el sistema de puesta a tierra, se ha previsto realizar un montaje con dos varillas copperweld de 15 mm, de diámetro y de 2.40 m de longitud de alta camada, con sueldas exotérmicas.

Los valores de medición estarán de acuerdo a los requerimientos de la EEQ y será menor a 25 Ω , para lo cual el constructor instalará GEM, para enriquecer el suelo y mejorar la resistividad de este, para lograr dicha medición.

Para el final de circuito de bajo voltaje, que viene a ser el medidor E1, se prevé instalar 1 varilla copperweld de 15 mm, de diámetro y de 2.40 m de longitud, con suelda exotérmica para conectar a la tierra del medidor de energía eléctrica.

13.4.8. MEDICIÓN ELÉCTRICA

Actualmente existe un medidor de energía eléctrica con número 675692. Debido al incremento de carga, se planifica que instalar un nuevo medidor totalizador en el ingreso a la propiedad. Se proyecta construir una mocheta en el cerramiento, de libre ingreso por la calle pública, de tal modo de no necesitar pedir permiso, para las tomas de lecturas de consumo. El medidor lo proveerá la EEQ.

El detalle del montaje del tablero se muestra en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2208-A.

13.4.9. MATERIALES

En el anexo C-13, se presenta la lista de equipos y materiales, para el sistema de medio voltaje, la cual se realiza de acuerdo al proyecto aprobado por la Empresa Eléctrica Quito (EEQ), por lo que pueden existir variantes con respecto al presupuesto referencial.

13.5. PARTE II: SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO

En esta parte, se dispone de los criterios y diseños eléctricos a partir del medidor de energía eléctrica, en toda la parte interna de los tanques de almacenamiento.

13.5.1. CRITERIOS DE DISEÑO

En el presente Estudio de Diseño Eléctrico se establece los aspectos más importantes a ser tomados en cuenta para el sistema eléctrico. La alimentación del sistema eléctrico será construida bajo las normas generales del Código Eléctrico Ecuatoriano, el mismo está apegado a las normas eléctricas National Electrical Code (NEC) y las normas de seguridad National Fire Protection Association (NFPA). Tomando en cuenta para su aplicación las características de los materiales y equipos disponibles en el mercado local.

- Gabinete para sistema eléctrico, sistema de control y sistema SCADA: Se tendrá un solo gabinete, dividido en tres cuerpos, el primero para el tablero de distribución principal del área eléctrica, el segundo para el sistema de respaldo baterías; y el tercero para el sistema de control y SCADA.
- Tablero de protección principal (TP): Se ubicará inmediatamente después del tablero de medidor (TM), y servirá como principal protección de las instalaciones eléctricas del tanque. La alimentación del medidor de energía eléctrica, llegará hasta éste tablero de protección principal.
- Tablero de distribución principal (TDP): Será el sistema principal de interrupción y protección de las instalaciones eléctricas del tanque, donde se proyecta centralizar todas las cargas que alimentaran al cuarto de válvulas principal y los diferentes subtableros de distribución (STD-X) del tanque “Carretas”, y dispondrá de todas las protecciones necesarias para este fin. Esto permitirá garantizar la previsión del mantenimiento eléctrico, sin que se vea afectado el normal funcionamiento del tanque de agua, además posibilita un fácil reconocimiento de fallas eléctricas en caso de producirse.
- Centros de carga (STD-X): Los centros de carga corresponden a los tableros de donde se derivarán todos los circuitos de iluminación y fuerza que alimentaran a los equipos que se encuentren en áreas distintas al cuarto de válvulas principal.
- Alimentador red principal de bajo voltaje: Desde el tablero de protección principal (TP) se derivará, como alimentador principal, un circuito que alimentará el Tablero de Distribución Principal (TDP); de éste se derivarán los alimentadores de la red secundaria que alimentarán a los centros de carga o Subtableros de Distribución (STD-X).
- El presente proyecto contempla como máximo un 5% de caída de voltaje desde el tablero de medidores hasta los circuitos finales, teniendo como referencia para este propósito el nivel de voltaje en el centro de carga.
- Se contempla dos tipos de instalaciones internas, para los sistemas de iluminación y fuerza:
 - Para instalaciones que se encuentren dentro de los cuartos de válvulas, se utilizará tubería eléctrica intermedia (IMC). Las cuales están diseñado para proteger los cables eléctricos del ambiente corrosivo que existe en estas áreas.
 - Para las instalaciones en áreas donde no se tiene una alta exposición a la humedad, se utilizará tubería eléctrica metálica (EMT), la cual está diseñada especialmente para la conducción de cables eléctricos para zonas industriales, comerciales y residenciales; manteniendo el cableado aislado y protegiéndolo contra todo tipo de amenazas que pudieran dañarlo.

13.5.2. ACOMETIDA EN BAJO VOLTAJE.

- Retiro de cable de acometida actual desde el medidor hasta tablero principal ubicado en el cuarto de válvulas.

- Tendido y conexión de cable de acometida eléctrica nuevo, desde el medidor de energía eléctrica hasta el Tablero de Distribución Principal TDP y Control TCP, ubicado en la adecuación del cuarto de válvulas y control.

Para el cálculo de los alimentadores se considera todos los circuitos que proveerán la potencia requerida en las diferentes áreas del tanque.

13.5.2.1. Alimentadores principales

En la sección correspondiente a la cámara de transformación se establece que el transformador que se instalará será de 25 kVA donde la acometida de bajo voltaje es considerada desde los fusibles NH hasta el Tablero de Medidor (TM), y posteriormente al Tablero de Protección principal (TP). Desde el TP se alimentará al Tablero de Distribución Principal (TDP) mediante el circuito denominado Circuito-TDP. Como se puede ver en el diagrama unifilar general presentado en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2202-A, así como en la red de bajo voltaje del plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2201-A.

Con la demanda total del tanque, tomada del anexo A-13, se realiza el cálculo de caída de voltaje, presentado en el anexo B-13. En la tabla 13.2 se especifica la capacidad y características de la acometida de bajo voltaje y el circuito-TDP, considerando que este ramal tendrá que alimentar todas las cargas del tanque "Carretas". La acometida de bajo voltaje se instalará de manera soterrada utilizando la canalización de tubería PVC de 110mm y pozos de bajo voltaje tipo B; por su parte el circuito-TDP se instalará utilizando la canalización de tubería PVC de 50mm, pozos de bajo voltaje tipo B y las cámaras eléctricas de revisión, tal como se puede apreciar en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2201-A.

Tabla 13.2 Alimentadores principales

Descripción	Demanda (kVA)	Conductores	In(A)	Protección
Acometida BV	21.48	2x2 AWG, TTU, Cu + 2 AWG, Cu Desn.	89.50	2Px100A
Circuito TDP	21.48	2x2(1x2), AWG, TTU, Cu.	89.50	2Px100A

13.5.2.2. Alimentadores Secundarios

Los alimentadores secundarios para se consideran los que se derivan desde el TDP hasta los centros de carga (STD-X), donde se distribuirán los circuitos de iluminación o fuerza de las áreas fuera del cuarto de válvulas principal de acuerdo a lo detallado en los diagramas unifilares presentados en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2202-A.

Se ha realizado el análisis de caída de voltaje, el cual se presenta en el anexo B-13, donde se ha tomado en cuenta que la caída de voltaje no supere el 5%, desde el tablero de medidor hasta cada centro de carga.

En la tabla 13.3 se resume el calibre del conductor que alimentará a los centros de carga.

Tabla 13.3 Alimentadores secundarios

Descripción	Potencia (kVA)	Alimentadores hasta los centros de carga de circuitos normales (STD-X)	In(A)	Factor de seguridad 1.25	Protección
CC-01	4.00	3x4 AWG, Concéntrico	33.33	41.67	1Px50A
STD-B	4.00	1x4(1x4)+1x4, AWG THHW, Cu	33.33	41.67	1Px50A
CC-02	3.00	4x8 AWG, Concéntrico	12.50	15.63	2Px30A
STD	3.00	2x8(1x8)+1x8, AWG THHW, Cu	12.50	15.63	2Px30A

13.5.3. CUARTO DE VÁLVULAS Y CONTROL EDC:

- Retiro de tablero de distribución principal de iluminación y toma Corrientes existente.
- Instalación de nuevo tablero de iluminación y toma corrientes y conexionado de las cargas correspondientes TDP.
- Retiro de conductores eléctricos de los circuitos de iluminación interior, exterior, emergencia y toma corrientes, retiro de boquillas plafón, piezas de interruptor y tomacorrientes y luminarias de emergencia.
- Instalación de un Tablero de Distribución Principal de Control TCP CU-E y Gabinete de Baterías.

Como se muestra en los planos LTR-F3-CON-ELE-P-P-2204-A y LTR-F3-CON-ELE-P-P-2209-A

13.5.4. GABINETE GENERAL: SISTEMA ELÉCTRICO - SCADA - SISTEMA DE CONTROL

Se proyecta instalar un solo gabinete que unifica al sistema eléctrico y al sistema de control SCADA.

El gabinete será de doble fondo metálico, sujeción con pernos, ventilador, filtros, con las siguientes características:

- Tipo Modular
- Dimensiones: 250x160x50 cm
- Material: acero pintado color RAL7035
- Chapa de 2mm de espesor
- Grado de Protección: IP68 / Nema 12
- Certificado grado de protección mecánica a los choques: IK10.
- Dividido en tres sectores:
 - Área eléctrica: 40cm de ancho, una sola puerta de 40x160cm.
 - Área de baterías: 120 cm de ancho, dos puertas de 60x160cm
 - Área de SCADA: 90 cm de ancho, dos puertas de 45x160cm

13.5.5. DISEÑO DE TABLEROS PRINCIPALES

Para el diseño de los tableros eléctricos se considera todos aquellos que se alimentarán desde los bushings del secundario del transformador hasta cada tablero que se requiere para el funcionamiento del tanque “Carretas”. En la tabla 13.4 se resume los tableros eléctricos, necesarios.

Tabla 13.4 Tableros Eléctricos.

Abreviatura	Descripción	Demanda (kVA)	Ubicación
TM	Tablero de Medidor	21.48	Fachada, ingreso de la propiedad
TP	Tablero de Protección principal	21.48	Posterior al Tablero de Medidor
TDP	Tablero de Distribución Principal	21.48	Cuarto de Válvulas

13.5.5.1. TABLERO DE DISTRIBUCION PRINCIPAL TDP:

En el primer sector del gabinete general se instalarán todos los elementos del TDP, el cual tendrá una altura de 160 cm, ancho de 40 cm, profundidad de 50 cm. Contendrá barras de cobre, capacidad de 180 A, para fases, neutro y tierra, un breaker principal 2Px100A, tipo caja moldeada y breakers tipo riel din de diferentes valores, como se indica en las especificaciones técnicas y en el plano de diagrama unifilar LTR-F3-CON-ELE-P-P-2202-

A. La disposición general de los elementos se detalla en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2209-A.

Desde el TDP, se controla:

- a) Circuito de Iluminación Interior
- b) Circuito de Tomacorrientes.
- c) Iluminación perimetral y patios
- d) Subtablero de distribución del Baño
- e) Subtablero de distribución

13.5.6. SISTEMA UPS.

Ubicado en el cuarto de control EDC, se alimentará desde las barras de distribución instalada en el TDP, para las fases y el neutro; la tierra viene directamente con cable TTU calibre 2 AWG desde la malla de tierra del área electrónica, nótese que no pasa por la protección principal del TDP.

El detalle interno de este segundo sector, así como del tercero correspondiente al sistema SCADA, se presenta en el sistema de control y SCADA.

13.5.7. TCP.

Este tablero es el destinado a Control, Instrumentación y Comunicaciones, dicho sistema se presenta en la ingeniería electrónica.

Se ha verificado que el máximo de caída de voltaje desde el tablero de medidor sea inferior al 5%, que es la norma permitida, cuyo anexo de caída de voltaje se muestra en el Anexo B-13.

13.5.8. CIRCUITOS ELÉCTRICOS

13.5.8.1. Circuitos eléctricos de iluminación y luces de emergencia

Serán todas las actividades para la instalación de tuberías (IMC / EMT), cajas metálicas, conductores y piezas eléctricas (interruptores simples, dobles, conmutadores, sensores, etc.) para dar servicio a una lámpara, un foco o luminarias en general.

Procedimiento:

La altura recomendada por el diseñador eléctrico, debe ser medida desde la parte inferior del cajetín hasta el nivel de piso terminado, salvo indicación contraria, los interruptores se colocarán a 130 cm de altura y los cajetines y piezas en posición vertical.

Los conductores serán tipo THHW-flexible calibre No. 14 AWG para fase y neutro, más No 14 AWG para tierra (color verde) de acuerdo a la distribución de los planos de diseño, la cantidad de conductores irá de acuerdo a lo establecido en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2205-A, correspondiente a las instalaciones eléctricas internas.

Para las lámparas de emergencia se instalará un punto de iluminación, la altura de instalación estará a criterio del fiscalizador, sin que ésta sea inferior a 180 cm. Dicho punto, se conectará directamente al circuito de iluminación más cercano sin ningún tipo de interruptor.

Existirán dos tipos de instalaciones:

- En el cuarto de válvulas, o áreas con ambientes de alta humedad, se utilizará tubería IMC, y todos los accesorios, como cajetines, uniones, codos, etc., deberán ser diseñados para tubería IMC. De igual manera, los interruptores simples y

dobles, a instalarse, deberán ser herméticos o tener una placa hermética con una protección IP66 o superior.

- En las demás áreas se utilizará tubería EMT, con sus accesorios correspondientes. Las placas serán decorativas del color que el promotor las requiera.

13.5.8.2. Circuito de Fuerza Normal

Serán todas las actividades que se requieran para la instalación de tuberías (IMC / EMT), cajas, conductores y piezas eléctricas (tomacorrientes) para dar servicio a los circuitos de tomacorrientes.

Procedimiento:

Para el tomacorriente normal en pared: la altura recomendada debe ser medida desde la parte inferior del cajetín hasta el nivel de piso terminado, existirán dos alturas $h_1=40\text{cm}$ y $h_2=130\text{cm}$, indicadas en los planos correspondientes, y se colocarán en posición horizontal.

La ubicación será de acuerdo al plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2205-A, los conductores serán tipo THHW-flexible calibre No. 12 AWG para fase y neutro, más N° 12 AWG para tierra (color verde). Los tomacorrientes serán del tipo doble polarizado.

Existirán dos tipos de instalaciones:

- En el cuarto de válvulas, o áreas con ambientes de alta humedad, se utilizará tubería IMC, y todos los accesorios, como cajetines, uniones, codos, etc., deberán ser diseñados para tubería IMC. De igual manera, para los tomacorrientes se utilizarán tapas herméticas con una protección IP66 o superior.
- En las demás áreas se utilizará tubería EMT, con sus accesorios correspondientes. Las tapas serán decorativas del mismo color de la pieza de tomacorriente respectivo.

13.5.9. ELEMENTOS ELÉCTRICOS DE LA INSTALACION

13.5.9.1. Luminaria LED hermética sobrepuesta, instalación interior.

Se utilizará en el techo del cuarto de válvulas y en el techo de la estructura de control, su instalación será hermética utilizando prensa estopas y cable concéntrico 3x14AWG, las características de las luminarias son:

- Potencia; 40 Watts tubo LED
- Tension 120-240Vac.
- Tipo de distribución; directo simétrico.
- Tipo de montaje; sobrepuesto
- Carcaza; policarbonato color blanco
- Junta de poliuretano.
- Protección IP 65 Temperatura de color 6 000K
- Apto para lugares húmedos.



13.5.9.2. Luminaria LED exterior, tipo hermética instalada sobre pared.

Características:

- Potencia: 70 Watt
- Flujo luminoso: 3200lm
- tipo LED 100-277Vac



13.5.9.3. Luminaria exterior para tumbado

Características:

- Tipo tortuga para exterior.
- Para instalar directamente en superficie techo o pared.
- Portalámparas focos E27 hasta 26W
- Tensión: 120Vac 60Hz
- Protección: IP 65 o superior
- Con difusor de vidrio



13.5.9.4. Luminaria tipo vías y patios

Estas luminarias se instalarán en el exterior de los edificios en las vías y en el perímetro del predio, se instalarán sobre postes hormigón de 9 metros de altura con brazo de 1 metro de longitud

Características:

- Tipo: LED
- Protección: IP 65
- Potencia: 70watt
- Tensión: 100-240V 60Hz.
- Temperatura de color: CCT(K) 5000
- Flujo luminoso: 7445 lm



13.5.9.5. Luminarias de emergencia

Con la finalidad de dar seguridad a las personas cuando ocurre un corte de energía, se han dispuesto dos luminarias de emergencia por edificio, tanto en el cuarto de válvulas como en la estructura de control y cuarto de control.

Características:

- Carcaza; termoplástica, color blanco
- Cabezales; cuadrados ajustables con dos lámparas de 1.6 Watt cada uno.
- Lámparas tipo: LED
- Distribución; Simétrica dirigible.
- Control: automático con botón de prueba e indicador de carga.
- Tensión de operación 120V- 277 Vac,
- Flujo luminoso Lm; 170
- Temp. De color (k) 6000 IRC 70
- Factor de potencia; 0.7
- Autonomía; 90 Minutos.



- Tipo de montaje; sobrepuesto sobre pared.

13.5.9.6. Tomacorrientes monofásicos 120Vac.

Las piezas de tomacorrientes serán de marca reconocida, conformada por el marco de dos tomacorrientes dobles polarizados fase, neutro más tierra, 15Amp. 120Vac, con conexión por medio de tornillos, con placa doble con tapas de protección de ingreso de agua.

La altura de montaje debe superar al nivel de inundación de tal manera que no ingrese agua a los bornes del tomacorriente.



13.5.9.7. Instalación de cables

Los cables eléctricos, serán tendidos de acuerdo; estructura del proyecto, al nivel de tensión, al sistema que corresponde; control, fuerza, etc.

Los tipos de instalación se describen a continuación.

El sistema de ductos para cables eléctricos a utilizar en este Proyecto será:

- Ductos.
- Tubos Conduit.
- Manguera negra reforzada

13.5.9.8. Ductos

Los bancos de ductos serán en PVC, cumpliendo los normativos de la EEQ, en áreas de circulación vehicular, obligatoriamente llevarán una capa de concreto, en el resto de áreas, su profundidad de enterramiento será 50 mm desde el piso terminado hasta la parte superior del ducto más cercano a la superficie.

Los bancos de ductos subterráneos deberán ser diseñados con una pendiente de 3 por mil como mínimo hacia los sótanos o drenajes para escurrir las aguas. En aquellos casos en los cuales el tubo deba aflorar a la superficie debe hacerse la transición PVC- Conduit metálico galvanizado en caliente. Las llegadas de los tubos de PVC a las cámaras se harán con campanas de remate. Las uniones en tuberías de PVC deberán ser ejecutadas con un cemento adecuado que provea un empalme firme y a prueba de agua.

Las cámaras eléctricas serán diseñadas en forma tal que su tamaño permita un adecuado manejo e instalación y mantenimiento de los cables. En los planos LTR-F3-CON-ELE-P-P-2207-A y LTR-F3-CON-ELE-P-P-2208-A, se aprecia, recorridos y tipos de ductos con sus detalles constructivo.

13.5.9.9. Tubos Conduit IMC

Los tubos Conduit serie intermedia (IMC), galvanizado electrolítico, se utilizarán, preferentemente, en instalaciones de edificaciones, embutidos o vistos en paredes o losas, para iluminación y toma corrientes.

Los tubos Conduit diámetro 3/4" instalados horizontalmente, adosados a edificios o

estructuras, deberán tener soportes cada 1.5 m, los tubos Conduit diámetro 1" en adelante deberán tener soportes cada 1.2m. Los tramos rectos sujetos a cambios de temperatura ambiente tendrán juntas de expansión. Ningún tramo de Conduit entre cajas de empalme y salidas, etc., deberá tener más de tres curvas de 90.

Será utilizada en circuitos de alimentación a tableros de fuerza, y control utilizados para procesos, con todos los accesorios necesarios para conexión y continuidad de conducción, las cajas son de diferentes tipos con sus tapas correspondientes; cuadradas con salidas roscadas, cajas tipo LB, LR, T, LL, etc.

13.5.9.10. Tubería metálica EMT

Será utilizada en circuitos de iluminación y tomacorrientes, embebidos en hormigón o a la vista, con los accesorios de instalación completos como; uniones, conectores, coronas, en los circuitos exteriores, la tubería EMT debe ser sujeta por medio de abrazaderas doble aleta tipo omega.

13.5.9.11. Manguera negra reforzada

Manguera plástica reforzada, de polietileno de alta densidad, de 2" (50mm), clase C color negra, resistente a la intemperie, membrana rígida, para uso de acometidas eléctricas, tendido de cable para iluminación, servicios de video vigilancia, semaforización y de telecomunicaciones.

13.5.10. ILUMINACIÓN PERIMETRAL Y PATIOS.

- Luminarias perimetrales existentes; retiro de cable enterrado que alimentan las luminarias.
- Retiro de luminarias perimetrales existentes y cables de alimentación desde la lámpara hasta el cable principal.

El nuevo diseño, contempla postes de 9 m de longitud de hormigón centrifugado, con luminarias tipo LED de 100 w. En los casos donde no se puede acceder con grúa, se instalarán postes de postes de plástico reforzado con fibra de vidrio de 9 m de altura.

Los detalles se aprecian en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2206-A, la alimentación eléctrica se realizará con cable de cobre tipo TTU calibre 8 AWG, para las fases y conductor de cobre desnudo calibre 8 AWG para la tierra, embebido en manguera negra de 50 mm de diámetro, a través de los pozos indicados.

El control se realiza desde el TDP, mediante un selector de tres POSICIONES: ON, OFF/AUTOMATICO, en manual se prende directamente todo el grupo de luminarias, en off, se apaga todo y en automático, se controla con fotocélula según sea de día o de noche. La fotocélula de control se ubicará en la pared más cercana al TDP, para que opere con la luz del día. Como se aprecia en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2206-A.

Los conductores se instalarán de manera soterrada, a través de manguera negra reforzada de 50mm, utilizando las cámaras de revisión eléctricas, y pozos tipo A de 60x60x60cm. Los detalles de la obra civil de pozos se indican en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2208-A.

13.5.11. RESISTIVIDAD, MALLA DE TIERRA Y MEJORAMIENTO DEL SUELO

En el anexo D, se dispone de un estudio del sistema de puesta a tierra. La puesta a tierra tendrá una nueva configuración partiendo desde los valores de resistencia y resistividad del terreno. De acuerdo a la tabla abajo indicada.

Tabla 13.5 Medición De Resistencia – Carretas

MEDICION DE RESISTENCIA Y RESISTIVIDAD CALCULADA		
Método de Wenner		
Resistencia medida (R) Ω	Distancia de electrodos d (m)	Resistividad $\rho = \pi \cdot 2 \cdot d \cdot R$ ($\Omega \cdot m$)
11	4	276.32

Del anexo D, se desprende, básicamente lo siguiente:

1. Las mallas de tierra que se van a construir, en su conformación topológica, se muestran en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2203-A.
2. Se utilizarán varillas copperweld de 2.4 m, la separación entre ellas, será de al menos 4.50 metros, como se muestra en el plano de tierras y en sus detalles en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2209-A.
3. El enriquecimiento de tierra es obligatorio en cada varilla, de acuerdo a la propuesta del anexo D.
4. El cable de tierra será de cobre calibre 2/0 AWG.
5. Las uniones hacia los puntos de tierra de las áreas a servirse, pueden ser de diferentes calibres, según se indican en los planos.
6. Todas las sueldas son exotérmicas.
7. Para el presente caso se define no instalar electrodos activos, si bien dan muy buen resultado en la medición de la tierra de la malla en un inicio, a la postre resultan un problema, pues requieren un mantenimiento regular cada 6 meses, en caso que no se realice dicho mantenimiento, los electrodos activos empiezan a perder sus características de baja resistencia, empezando a subir sus mediciones.
8. Para el caso de la mejora con GEM o ECUAGEM, los resultados son durables por lo menos durante los próximos 35 años, que es el tiempo de vida útil de las varillas copperweld. El carbón mineral no se deteriora, por lo que es la mejor opción de construir las mallas de tierra indicadas. Prácticamente su mantenimiento se reduce a mantener húmedo el terreno y en el peor de los casos, el carbón mineral tiene muy baja resistividad incluso si está seco, lo cual implica que, aunque no se humedezca a la malla de tierra, los resultados serán durables y sin mayor variación con el tiempo.

13.5.12. PARARRAYOS

Se montará una torre de 15 metros de altura para comunicaciones y en la parte superior se instalará un pararrayos tipo franklin, se presenta el estudio de protección contra descargas atmosféricas en el anexo E, y su área de protección se ha determinado que sea con las normas NFPA 780 e IEC 3205, definiendo un radio de esfera rodante de 60m, lo cual nos da un nivel de protección IV, que considerando que es un área libre de explosivos, y de poca concurrencia de personas, es lo más adecuado para su diseño.

En el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2210-A, se indica claramente las áreas de protección y nos hemos concentrado en el área de equipos. En este caso se encontró que el pararrayo en la torre de comunicaciones no es suficiente para proteger el área de equipos, por lo que es necesario instalar un segundo pararrayo, el cual se ubicará sobre un poste de hormigón circular de 12 metros de altura, tal como se muestra en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2210-A.

En la parte superior de la torre, además de un pararrayos, se encuentra una baliza para señalización de presencia para las naves aéreas. La baliza se ha diseñado del tipo fotovoltaica, lo cual le da independencia total de energía eléctrica, pues su sistema

garantiza autonomía de 16 horas, con la carga solar y un tiempo de duración superior a los 10 años.

Los dos pararrayos cuentan con un contador de descargas, cada uno, ubicado en el pie de la torre y del poste; su conexión a tierra será a través de un cable aislado 2/0 AWG tipo TTU, a través de una caja metálica que contiene una barra de cobre, donde se unirá el cable que baja desde el pararrayos, los detalles constructivos se muestran en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2210-A.

13.6. Ruta de Cables

En el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2207-A, se presenta un resumen de todos los circuitos principales, secundarios e iluminación perimetral, donde se detalla tipo de tubería, número de ductos, circuito eléctrico, tipo de conductor y distancia.

13.7. RESUMEN DE PRESENTACIÓN ELÉCTRICA, EN PLANOS Y DIAGRAMAS

Todo lo anteriormente indicado se resume en lo siguiente:

CODIGO DE PLANO	CONTENIDO
LTR-F3-CON-ELE-P-P-2200-A	SISTEMA ELÉCTRICO DEL TANQUE CARRETAS
LTR-F3-CON-ELE-P-P-2201-A	RED DE MV Y CANALIZACIÓN DE BV
LTR-F3-CON-ELE-P-P-2202-A	DIAGRAMA UNIFILAR
LTR-F3-CON-ELE-P-P-2203-A	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA
LTR-F3-CON-ELE-P-P-2204-A	UBICACIÓN DE EQUIPOS
LTR-F3-CON-ELE-P-P-2205-A	ILUMINACIÓN INTERNA Y FUERZA
LTR-F3-CON-ELE-P-P-2206-A	ILUMINACIÓN EXTERNA Y PERIMETRAL
LTR-F3-CON-ELE-P-P-2207-A	RUTA DE CABLES (PLANO DE DUCTOS)
LTR-F3-CON-ELE-P-P-2208-A	DETALLES DE OBRA CIVIL
LTR-F3-CON-ELE-P-P-2209-A	DETALLES MALLAS DE TIERRA Y TABLEROS
LTR-F3-CON-ELE-P-P-2210-A	PROTECCION DE PARRAYO (INCLUYE DETALLES)

En el ANEXO H-13, se presenta todos los planos correspondientes al sistema eléctrico del Tanque de Carretas.

13.8. LISTA DE MATERIALES SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO

En el anexo F-13, se presenta el listado de materiales del sistema eléctrico interno, con sus cantidades, en lo que se refiere a:

- Tablero de distribución principal (TDP)
- Tableros de distribución varios.
- Instalaciones interiores de la edificación.
- Sistema de mallas a tierra
- Sistema de protección contra descargas atmosféricas
- Sistema de iluminación perimetral.
- Etc.

Nota: Este listado se realiza de acuerdo al proyecto aprobado por la Empresa Eléctrica

Quito (EEQ), por lo que pueden existir variantes con respecto al presupuesto referencial.

13.9. PRESUPUESTO REFERENCIAL

El valor del presupuesto del sistema eléctrico del tanque Carretas se encuentra en el Anexo G-13. Además, se presenta un resumen general del presupuesto de todos los tanques al final de la memoria como Anexo General 2.

13.10. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Las especificaciones técnicas de los elementos que forman parte el estudio del sistema de eléctrico se presentan de manera general para todos los tanques en el Anexo General 1. Dicho anexo se presenta una sola vez al final de las memorias.

13.11. ANEXOS

- ANEXO A-13: DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA
- ANEXO B-13: CÁLCULO DE CAÍDA DE VOLTAJE
- ANEXO C-13: LISTA DE MATERIALES MV, ACOMETIDA Y MEDIDOR.
- ANEXO D: RESISTIVIDAD, MALLA DE TIERRA Y MEJORAMIENTO DEL SUELO, DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE Y REDES DE CALDERÓN
- ANEXO E: SISTEMA DE PARARRAYOS, PROTECCIÓN CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE Y REDES DE CALDERÓN
- ANEXO F-13: LISTA DE MATERIALES SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO
- ANEXO G-13: PRESUPUESTO DEL PROYECTO
- ANEXO H-13: PLANOS

ANEXO “A-13”

DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA

ANEXO “B-13”

CÁLCULO DE CAÍDA DE VOLTAJE

ANEXO “C-13”

LISTA DE MATERIALES MV, ACOMETIDA Y MEDIDOR.

ANEXO “D”

RESISTIVIDAD, MALLA DE TIERRA Y MEJORAMIENTO DEL SUELO, DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE Y REDES DE CALDERÓN

ANEXO “E”

SISTEMA DE PARARRAYOS, PROTECCIÓN CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE Y REDES DE CALDERÓN

ANEXO “F-13”

LISTA DE MATERIALES SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO

ANEXO “G-13”

PRESUPUESTO DEL PROYECTO

ANEXO “H-13”

PLANOS

14. TANQUE DE AGUA POTABLE CUATRO ESQUINAS

14.1. GENERALIDADES

El tanque de agua potable de Cuatro Esquinas, forma parte del sistema de distribución Collaloma, con una capacidad de 250m³ existente y que con el presente Proyecto formará parte del Sistema de la Planta de Tratamiento de Agua Potable de Calderón, para lo que se adiciona otro tanque de igual capacidad. Se encuentra ubicado en la parte media de la Parroquia de Calderón, de la ciudad de Quito.

A una altura de 2694msnm

Tabla 14.1 Coordenadas UTM-WGS84 ZONA 17

Coordenadas UTM-WGS84 ZONA 17	ESTE	NORTE
Cuatro Esquinas	785291.18	9989362.21

Fuente: INGECONSULT, 2019

La Empresa de Agua Potable de Quito, EPMAPS, se encuentra mejorando las instalaciones de agua potable para entregar un mejor servicio a la ciudadanía, para lo cual ha incrementado un conjunto de instalaciones hidráulicas llamadas Estructura de Control (EDC), supervisión al proceso, automatizando al sistema y mejorando las comunicaciones, este conjunto de mejoras determinan un mayor consumo de energía eléctrica y nuevas instalaciones en el sistema eléctrico de redes de agua potable de Calderón.

14.2. OBJETIVO

Este documento entrega los lineamientos generales que se realizarán para mejorar y adecuar las instalaciones eléctricas del predio y de proceso del Tanque Cuatro Esquinas

14.3. SISTEMA ELÉCTRICO

El Sistema eléctrico se divide en dos partes, la una corresponde a la provisión de energía por parte de la Empresa Eléctrica Quito (EEQ), en el Anexo General 3 se presenta el proyecto eléctrico del Tanque Cuatro Esquinas, APROBADO por la EEQ.

La segunda parte, corresponde al sistema eléctrico a partir del medidor de energía eléctrica.

14.4. Parte I: RED DE MEDIO VOLTAJE, ACOMETIDA Y MEDICIÓN ELÉCTRICA

14.4.1. ANTECEDENTES

El tanque de agua potable de Cuatro Esquinas, forma parte del sistema de distribución Collaloma, con una capacidad de 250m³ existente y que con el presente Proyecto formará parte del Sistema de la Planta de Tratamiento de Agua Potable de Calderón, para lo que se adiciona otro tanque de igual capacidad. Se encuentra ubicado en la parte media de la Parroquia de Calderón, de la ciudad de Quito, calle La Concordia S/N, a una altura de 2694msnm y en las coordenadas UTM-WGS84 ZONA 17. Este 785291.18, Sur 9989362.21.

La Empresa de Agua Potable de Quito, EPMAPS, se encuentra mejorando las instalaciones de agua potable para entregar un mejor servicio a la ciudadanía. Para lo cual ha incrementado un conjunto de instalaciones hidráulicas, supervisión al proceso, automatizando al sistema y mejorando las comunicaciones.

Lo cual implica alterar el sistema eléctrico, reemplazando acometidas y medidor eléctrico.

Para lo que se requiere realizar la instalación de un transformador monofásico de 25kVA, con todos sus accesorios de protección primario y secundario de acuerdo al nuevo estudio de cargas realizado. Para este requerimiento el constructor debe realizar la solicitud de cambio de servicio a la Empresa Eléctrica Quito (EEQ).

14.4.2. DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA

De acuerdo a la ubicación del tanque en cuestión, al ser un usuario atípico (bombas, equipos especiales de riego, controles, vivienda guardia, etc.), se estima disponer una demanda, presentada en el anexo A-14.

Del anexo A-14, tenemos el siguiente resumen:

CIR: 39.63 kW

DDt = Demanda de Diseño total = DD1+DD2 (kVA)

(%) = Porcentaje de sobrecarga (90%)

DDt = 24.32 kVA

DD = Demanda de diseño = DDt. 0.9

DD = 21.89 kVA

Por lo que se instalará un transformador de 25 kVA.

14.4.3. DESCRIPCIÓN RED DE MEDIO VOLTAJE

La Empresa Eléctrica Quito dispone en el sector de una red primaria aérea trifásica de 22.8/13.2 KV, en la misma dirección que el Tanque Cuatro Esquinas, en la vereda del frente.

Se realizará la instalación de un poste de hormigón armado circular de 12m, 500kg (P1), desde el poste existente (Pe1) se derivará una red monofásica aérea de MV, hasta el poste proyectado P1, donde se instalará un transformador monofásico de 25 kVA, y el seccionador portafusible unipolar tipo abierto de 27kV, 100A, como se indica en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2301-A.

14.4.4. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Para el diseño del sistema eléctrico, se utiliza los normativos de la EEQ y de acuerdo al estudio de la demanda del Anexo A-14, el centro de transformación proyectado será, monofásico de las siguientes características:

Centro de transformación CT-1:

Se instalará en el poste proyectado P1.

Tipo: Convencional monofásico

Potencia: 25 kVA

Voltaje primario: 22.8 / 13.2 kV, GRD-Y

Voltaje secundario: 240 / 120 V

Tap: +1 / -3x2.5%

14.4.5. DESCRIPCIÓN RED DE BAJO VOLTAJE

Se partirá de los terminales de bajo voltaje del transformador, con cable tipo TTU, calibre 2 AWG, para las fases y conductor de cobre desnudo calibre 2 AWG para el neutro, soterrado, a través de dos pozos tipo B, mediante ductos de 110 mm, de diámetro de PVC pesado, como se indica en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2301-A, desde el pozo tipo B Pz-2, se alimentará al tablero de medidor ubicado en el cerramiento del lote.

Se ha verificado que el máximo de caída de voltaje sea inferior al 3%, que es el porcentaje máximo permitido según las Normas de la EEQ, para este tipo de usuario cuyo anexo de caída de voltaje se muestra en el Anexo B-14.

14.4.6. SECCIONAMIENTO Y PROTECCIONES

14.4.6.1. Medio voltaje:

Para la protección y seccionamiento del transformador, se prevé instalar un seccionador fusible unipolar tipo abierto, 27kV, 100A, con tirafusible de 5 A, tipo H, que irá ubicado en el poste proyectado P1, como se aprecia en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2301-A. Su derivación de la red aérea, se la realizará con cable tipo TTU, Cobre, 2 AWG.

Para protección contra descargas atmosféricas se prevé un pararrayos de 18 kV, que se fijará en el transformador de 25 kVA.

14.4.6.2. Bajo voltaje:

El transformador diseñado es del tipo convencional, razón por la que se instalará una capaceta bajo el transformador, que tendrán dos cartuchos fusible tipo NH1, de 100 A, fijadas en base portafusibles NH1, 250 A. Desde las bases NH1, saldrá el circuito de bajo voltaje hacia el tablero de medidor, con cable tipo TTU, 2 AWG, de cobre, para las fases y con cable tipo TTU, 2 AWG, de cobre el neutro.

14.4.7. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

Para el sistema de puesta a tierra, se ha previsto realizar un montaje con dos varillas copperweld de 15 mm, de diámetro y de 2.40 m de longitud de alta camada, con sueldas exotérmicas.

Los valores de medición estarán de acuerdo a los requerimientos de la EEQ y será menor a 25 Ω , para lo cual el constructor instalará GEM, para enriquecer el suelo y mejorar la resistividad de este, para lograr dicha medición.

Para el final de circuito de bajo voltaje, que viene a ser el medidor E1, se prevé instalar 1 varilla copperweld de 15 mm, de diámetro y de 2.40 m de longitud, con suelda exotérmica para conectar a la tierra del medidor de energía eléctrica.

14.4.8. MEDICIÓN ELÉCTRICA

Actualmente existe un medidor de energía eléctrica con número 1008422. Debido al incremento de carga, se planifica que instalar un nuevo medidor totalizador en el ingreso a la propiedad. Se proyecta construir una mocheta en el cerramiento, de libre ingreso por la calle pública, de tal modo de no necesitar pedir permiso, para las tomas de lecturas de consumo. El medidor lo proveerá la EEQ.

El detalle del montaje del tablero se muestra en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2308-A.

14.4.9. MATERIALES

En el anexo C-14, se presenta la lista de equipos y materiales, para el sistema de medio voltaje, la cual se realiza de acuerdo al proyecto aprobado por la Empresa Eléctrica Quito (EEQ), por lo que pueden existir variantes con respecto al presupuesto referencial.

14.5. PARTE II: SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO

En esta parte, se dispone de los criterios y diseños eléctricos a partir del medidor de energía eléctrica, en toda la parte interna de los tanques de almacenamiento.

14.5.1. CRITERIOS DE DISEÑO

En el presente Estudio de Diseño Eléctrico se establece los aspectos más importantes a ser tomados en cuenta para el sistema eléctrico. La alimentación del sistema eléctrico será construida bajo las normas generales del Código Eléctrico Ecuatoriano, el mismo está apegado a las normas eléctricas National Electrical Code (NEC) y las normas de seguridad National Fire Protection Association (NFPA). Tomando en cuenta para su aplicación las características de los materiales y equipos disponibles en el mercado local.

- Gabinete para sistema eléctrico, sistema de control y sistema SCADA: Se tendrá un solo gabinete, dividido en tres cuerpos, el primero para el tablero de distribución principal del área eléctrica, el segundo para el sistema de respaldo baterías; y el tercero para el sistema de control y SCADA.
- Tablero de protección principal (TP): Se ubicará inmediatamente después del tablero de medidor (TM), y servirá como principal protección de las instalaciones eléctricas del tanque. La alimentación del medidor de energía eléctrica, llegará hasta éste tablero de protección principal.
- Tablero de distribución principal (TDP): Será el sistema principal de interrupción y protección de las instalaciones eléctricas del tanque, donde se proyecta centralizar todas las cargas que alimentaran al cuarto de válvulas principal y los diferentes subtableros de distribución (STD-X) del tanque “Cuatro Esquinas”, y dispondrá de todas las protecciones necesarias para este fin. Esto permitirá garantizar la previsión del mantenimiento eléctrico, sin que se vea afectado el normal funcionamiento del tanque de agua, además posibilita un fácil reconocimiento de fallas eléctricas en caso de producirse.
- Centros de carga (STD-X): Los centros de carga corresponden a los tableros de donde se derivarán todos los circuitos de iluminación y fuerza que alimentaran a los equipos que se encuentren en áreas distintas al cuarto de válvulas principal.
- Alimentador red principal de bajo voltaje: Desde el tablero de protección principal (TP) se derivará, como alimentador principal, un circuito que alimentará el Tablero de Distribución Principal (TDP); de éste se derivarán los alimentadores de la red secundaria que alimentarán a los centros de carga o Subtableros de Distribución (STD-X).
- El presente proyecto contempla como máximo un 5% de caída de voltaje desde el tablero de medidores hasta los circuitos finales, teniendo como referencia para este propósito el nivel de voltaje en el centro de carga.
- Se contempla dos tipos de instalaciones internas, para los sistemas de iluminación y fuerza:
 - Para instalaciones que se encuentren dentro de los cuartos de válvulas, se utilizará tubería eléctrica intermedia (IMC). Las cuales están diseñado para proteger los cables eléctricos del ambiente corrosivo que existe en estas áreas.
 - Para las instalaciones en áreas donde no se tiene una alta exposición a la humedad, se utilizará tubería eléctrica metálica (EMT), la cual está diseñada especialmente para la conducción de cables eléctricos para zonas industriales, comerciales y residenciales; manteniendo el cableado aislado y protegiéndolo contra todo tipo de amenazas que pudieran dañarlo.

14.5.2. ACOMETIDA EN BAJO VOLTAJE.

- Retiro de cable de acometida actual desde el medidor hasta tablero principal ubicado en el cuarto de válvulas.

- Tendido y conexión de cable de acometida eléctrica nuevo, desde el medidor de energía eléctrica hasta el Tablero de Distribución Principal TDP y Control TCP, ubicado en la adecuación del cuarto de válvulas y control.

Para el cálculo de los alimentadores se considera todos los circuitos que proveerán la potencia requerida en las diferentes áreas del tanque.

14.5.2.1. Alimentadores principales

En la sección correspondiente a la cámara de transformación se establece que el transformador que se instalará será de un tipo padmounted monofásico 25 kVA donde la acometida de bajo voltaje es considerada desde el interruptor termo magnético instalado en el interior del transformador hasta el Tablero de Medidor (TM), y posteriormente al Tablero de Protección principal (TP). Desde el TP se alimentará al Tablero de Distribución Principal (TDP) mediante el circuito denominado Circuito-TDP. Como se puede ver en el diagrama unifilar general presentado en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2302-A, así como en la red de bajo voltaje del plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2301-A.

Con la demanda total del tanque, tomada del anexo A-14, se realiza el cálculo de caída de voltaje, presentado en el anexo B-14. En la tabla 14.2 se especifica la capacidad y características de la acometida de bajo voltaje y el circuito-TDP, considerando que este ramal tendrá que alimentar todas las cargas del tanque “Cuatro Esquinas”. La acometida de bajo voltaje se instalará de manera soterrada utilizando la canalización de tubería PVC de 110mm y pozos de bajo voltaje tipo B; por su parte el circuito-TDP se instalará utilizando la canalización de tubería PVC de 50mm, pozos de bajo voltaje tipo B y las cámaras eléctricas de revisión, tal como se puede apreciar en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2301-A.

Tabla 14.2 Alimentadores principales

Descripción	Demanda (kVA)	Conductores	In(A)	Protección
Acometida BV	21.89	2x2 AWG, TTU, Cu + 2 AWG, Cu Desn.	91.21	2Px100A
Circuito TDP	21.89	2x2(1x2), AWG, TTU, Cu.	91.21	2Px100A

14.5.2.2. Alimentadores Secundarios

Los alimentadores secundarios para se consideran los que se derivan desde el TDP hasta los centros de carga (STD-X), donde se distribuirán los circuitos de iluminación o fuerza de las áreas fuera del cuarto de válvulas principal de acuerdo a lo detallado en los diagramas unifilares presentados en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2302-A.

Se ha realizado el análisis de caída de voltaje, el cual se presenta en el anexo B-14, donde se ha tomado en cuenta que la caída de voltaje no supere el 5%, desde el tablero de medidor hasta cada centro de carga.

En la tabla 14.3 se resume el calibre del conductor que alimentará a los centros de carga.

Tabla 14.3 Alimentadores secundarios

Descripción	Potencia (kVA)	Alimentadores hasta los centros de carga de circuitos normales (STD-X)	In(A)	Factor de seguridad 1.25	Protección
MONORIEL	3.00	2x8(1x8), AWG THHW, Cu	12.50	15.63	2Px20A
CC-01	4.00	3x4 AWG, Concéntrico	33.33	41.67	1Px50A
STD-B	4.00	1x4(1x4)+1x4, AWG THHW, Cu	33.33	41.67	1Px50A

14.5.3. CUARTO DE VÁLVULAS Y CONTROL EDC:

- Retiro de tablero de distribución principal de iluminación y toma Corrientes existente.
- Instalación de nuevo tablero de iluminación y toma corrientes y conexionado de las cargas correspondientes TDP.
- Retiro de conductores eléctricos de los circuitos de iluminación interior, exterior, emergencia y toma corrientes, retiro de boquillas plafón, piezas de interruptor y tomacorrientes y luminarias de emergencia.
- Instalación de un Tablero de Distribución Principal de Control TCP CU-E y Gabinete de Baterías.

Como se muestra en los planos LTR-F3-CON-ELE-P-P-2304-A y LTR-F3-CON-ELE-P-P-2309-A

14.5.4. GABINETE GENERAL: SISTEMA ELÉCTRICO - SCADA - SISTEMA DE CONTROL

Se proyecta instalar un solo gabinete que unifica al sistema eléctrico y al sistema de control SCADA.

El gabinete será de doble fondo metálico, sujeción con pernos, ventilador, filtros, con las siguientes características:

- Tipo Modular
- Dimensiones: 250x160x50 cm
- Material: acero pintado color RAL7035
- Chapa de 2mm de espesor
- Grado de Protección: IP68 / Nema 12
- Certificado grado de protección mecánica a los choques: IK10.
- Dividido en tres sectores:
 - Área eléctrica: 40cm de ancho, una sola puerta de 40x160cm.
 - Área de baterías: 120 cm de ancho, dos puertas de 60x160cm
 - Área de SCADA: 90 cm de ancho, dos puertas de 45x160cm

14.5.5. DISEÑO DE TABLEROS PRINCIPALES

Para el diseño de los tableros eléctricos se considera todos aquellos que se alimentarán desde los bushings del secundario del transformador hasta cada tablero que se requiere para el funcionamiento del tanque “Cuatro Esquinas”. En la tabla 14.4 se resume los tableros eléctricos, necesarios.

Tabla 14.4 Tableros Eléctricos.

Abreviatura	Descripción	Demanda (kVA)	Ubicación
TM	Tablero de Medidor	21.89	Fachada, ingreso de la propiedad
TP	Tablero de Protección principal	21.89	Posterior al Tablero de Medidor
TDP	Tablero de Distribución Principal	21.89	Cuarto de Válvulas

14.5.5.1. TABLERO DE DISTRIBUCION PRINCIPAL TDP:

En el primer sector del gabinete general se instalarán todos los elementos del TDP, el cual tendrá una altura de 160 cm, ancho de 40 cm, profundidad de 50 cm. Contendrá barras de cobre, capacidad de 180 A, para fases, neutro y tierra, un breaker principal 2Px100A, tipo caja moldeada y breakers tipo riel din de diferentes valores, como se indica en las

especificaciones técnicas y en el plano de diagrama unifilar LTR-F3-CON-ELE-P-P-2302-A. La disposición general de los elementos se detalla en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2309-A.

Desde el TDP, se controla:

- a) Circuito de Iluminación Interior
- b) Circuito de Tomacorrientes.
- c) Iluminación perimetral y patios
- d) Subtablero de distribución del Baño
- e) Monorriel con puente grúa

14.5.6. SISTEMA UPS.

Ubicado en el cuarto de control EDC, se alimentará desde las barras de distribución instalada en el TDP, para las fases y el neutro; la tierra viene directamente con cable TTU calibre 2 AWG desde la malla de tierra del área electrónica, nótese que no pasa por la protección principal del TDP.

El detalle interno de este segundo sector, así como del tercero correspondiente al sistema SCADA, se presenta en el sistema de control y SCADA.

14.5.7. TCP.

Este tablero es el destinado a Control, Instrumentación y Comunicaciones, dicho sistema se presenta en la ingeniería electrónica.

Se ha verificado que el máximo de caída de voltaje desde el tablero de medidor sea inferior al 5%, que es la norma permitida, cuyo anexo de caída de voltaje se muestra en el Anexo B-14.

14.5.8. CIRCUITOS ELÉCTRICOS

14.5.8.1. Circuitos eléctricos de iluminación y luces de emergencia

Serán todas las actividades para la instalación de tuberías (IMC / EMT), cajas metálicas, conductores y piezas eléctricas (interruptores simples, dobles, conmutadores, sensores, etc.) para dar servicio a una lámpara, un foco o luminarias en general.

Procedimiento:

La altura recomendada por el diseñador eléctrico, debe ser medida desde la parte inferior del cajetín hasta el nivel de piso terminado, salvo indicación contraria, los interruptores se colocarán a 130 cm de altura y los cajetines y piezas en posición vertical.

Los conductores serán tipo THHW-flexible calibre No. 14 AWG para fase y neutro, más No 14 AWG para tierra (color verde) de acuerdo a la distribución de los planos de diseño, la cantidad de conductores irá de acuerdo a lo establecido en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2305-A, correspondiente a las instalaciones eléctricas internas.

Para las lámparas de emergencia se instalará un punto de iluminación, la altura de instalación estará a criterio del fiscalizador, sin que ésta sea inferior a 180 cm. Dicho punto, se conectará directamente al circuito de iluminación más cercano sin ningún tipo de interruptor.

Existirán dos tipos de instalaciones:

- En el cuarto de válvulas, o áreas con ambientes de alta humedad, se utilizará tubería IMC, y todos los accesorios, como cajetines, uniones, codos, etc., deberán ser diseñados para tubería IMC. De igual manera, los interruptores simples y dobles, a instalarse, deberán ser herméticos o tener una placa hermética con una protección IP66 o superior.
- En las demás áreas se utilizará tubería EMT, con sus accesorios correspondientes. Las placas serán decorativas del color que el promotor las requiera.

14.5.8.2. Circuito de Fuerza Normal

Serán todas las actividades que se requieran para la instalación de tuberías (IMC / EMT), cajas, conductores y piezas eléctricas (tomacorrientes) para dar servicio a los circuitos de tomacorrientes.

Procedimiento:

Para el tomacorriente normal en pared: la altura recomendada debe ser medida desde la parte inferior del cajetín hasta el nivel de piso terminado, existirán dos alturas $h_1=40\text{cm}$ y $h_2=130\text{cm}$, indicadas en los planos correspondientes, y se colocarán en posición horizontal.

La ubicación será de acuerdo al plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2305-A, los conductores serán tipo THHW-flexible calibre No. 12 AWG para fase y neutro, más N° 12 AWG para tierra (color verde). Los tomacorrientes serán del tipo doble polarizado.

Existirán dos tipos de instalaciones:

- En el cuarto de válvulas, o áreas con ambientes de alta humedad, se utilizará tubería IMC, y todos los accesorios, como cajetines, uniones, codos, etc., deberán ser diseñados para tubería IMC. De igual manera, para los tomacorrientes se utilizarán tapas herméticas con una protección IP66 o superior.
- En las demás áreas se utilizará tubería EMT, con sus accesorios correspondientes. Las tapas serán decorativas del mismo color de la pieza de tomacorriente respectivo.

14.5.9. ELEMENTOS ELÉCTRICOS DE LA INSTALACION

14.5.9.1. Luminaria LED hermética sobrepuesta, instalación interior.

Se utilizará en el techo del cuarto de válvulas y en el techo de la estructura de control, su instalación será hermética utilizando prensa estopas y cable concéntrico 3x14AWG, las características de las luminarias son:

- Potencia; 40 Watts tubo LED
- Tension 120-240Vac.
- Tipo de distribución; directo simétrico.
- Tipo de montaje; sobrepuesto
- Carcaza; policarbonato color blanco
- Junta de poliuretano.
- Protección IP 65 Temperatura de color 6 000K
- Apto para lugares húmedos.



14.5.9.2. Luminaria LED exterior, tipo hermética instalada sobre pared.

Características:

- Potencia: 70 Watt
- Flujo luminoso: 3200lm
- tipo LED 100-277Vac



14.5.9.3. Luminaria exterior para tumbado

Características:

- Tipo tortuga para exterior.
- Para instalar directamente en superficie techo o pared.
- Portalámparas focos E27 hasta 26W
- Tensión: 120Vac 60Hz
- Protección: IP 65 o superior
- Con difusor de vidrio



14.5.9.4. Luminaria tipo vías y patios

Estas luminarias se instalarán en el exterior de los edificios en las vías y en el perímetro del predio, se instalarán sobre postes hormigón de 9 metros de altura con brazo de 1 metro de longitud

Características:

- Tipo: LED
- Protección: IP 65
- Potencia: 70watt
- Tensión: 100-240V 60Hz.
- Temperatura de color: CCT(K) 5000
- Flujo luminoso: 7445 lm



14.5.9.5. Luminarias de emergencia

Con la finalidad de dar seguridad a las personas cuando ocurre un corte de energía, se han dispuesto dos luminarias de emergencia por edificio, tanto en el cuarto de válvulas como en la estructura de control y cuarto de control.

Características:

- Carcaza; termoplástica, color blanco
- Cabezales; cuadrados ajustables con dos lámparas de 1.6 Watt cada uno.
- Lámparas tipo: LED
- Distribución; Simétrica dirigible.
- Control: automático con botón de prueba e indicador de carga.
- Tensión de operación 120V- 277 Vac,
- Flujo luminoso Lm; 170
- Temp. De color (k) 6000 IRC 70
- Factor de potencia; 0.7



- Autonomía; 90 Minutos.
- Tipo de montaje; sobrepuesto sobre pared.

14.5.9.6. Tomacorrientes monofásicos 120Vac.

Las piezas de tomacorrientes serán de marca reconocida, conformada por el marco de dos tomacorrientes dobles polarizados fase, neutro más tierra, 15Amp. 120Vac, con conexión por medio de tornillos, con placa doble con tapas de protección de ingreso de agua.

La altura de montaje debe superar al nivel de inundación de tal manera que no ingrese agua a los bornes del tomacorriente.



14.5.9.7. Instalación de cables

Los cables eléctricos, serán tendidos de acuerdo; estructura del proyecto, al nivel de tensión, al sistema que corresponde; control, fuerza, etc.

Los tipos de instalación se describen a continuación.

El sistema de ductos para cables eléctricos a utilizar en este Proyecto será:

- Ductos.
- Tubos Conduit.
- Manguera negra reforzada

14.5.9.8. Ductos

Los bancos de ductos serán en PVC, cumpliendo los normativos de la EEQ, en áreas de circulación vehicular, obligatoriamente llevarán una capa de concreto, en el resto de áreas, su profundidad de enterramiento será 50 mm desde el piso terminado hasta la parte superior del ducto más cercano a la superficie.

Los bancos de ductos subterráneos deberán ser diseñados con una pendiente de 3 por mil como mínimo hacia los sótanos o drenajes para escurrir las aguas. En aquellos casos en los cuales el tubo deba aflorar a la superficie debe hacerse la transición PVC- Conduit metálico galvanizado en caliente. Las llegadas de los tubos de PVC a las cámaras se harán con campanas de remate. Las uniones en tuberías de PVC deberán ser ejecutadas con un cemento adecuado que provea un empalme firme y a prueba de agua.

Las cámaras eléctricas serán diseñadas en forma tal que su tamaño permita un adecuado manejo e instalación y mantenimiento de los cables. En los planos LTR-F3-CON-ELE-P-P-2307-A y LTR-F3-CON-ELE-P-P-2308-A, se aprecia, recorridos y tipos de ductos con sus detalles constructivo.

14.5.9.9. Tubos Conduit IMC

Los tubos Conduit serie intermedia (IMC), galvanizado electrolítico, se utilizarán, preferentemente, en instalaciones de edificaciones, embutidos o vistos en paredes o

losas, para iluminación y toma corrientes.

Los tubos Conduit diámetro 3/4" instalados horizontalmente, adosados a edificios o estructuras, deberán tener soportes cada 1.5 m, los tubos Conduit diámetro 1" en adelante deberán tener soportes cada 1.2m. Los tramos rectos sujetos a cambios de temperatura ambiente tendrán juntas de expansión. Ningún tramo de Conduit entre cajas de empalme y salidas, etc., deberá tener más de tres curvas de 90.

Será utilizada en circuitos de alimentación a tableros de fuerza, y control utilizados para procesos, con todos los accesorios necesarios para conexión y continuidad de conducción, las cajas son de diferentes tipos con sus tapas correspondientes; cuadradas con salidas roscadas, cajas tipo LB, LR, T, LL, etc.

14.5.9.10. Tubería metálica EMT

Será utilizada en circuitos de iluminación y tomacorrientes, embebidos en hormigón o a la vista, con los accesorios de instalación completos como; uniones, conectores, coronas, en los circuitos exteriores, la tubería EMT debe ser sujeta por medio de abrazaderas doble aleta tipo omega.

14.5.9.11. Manguera negra reforzada

Manguera plástica reforzada, de polietileno de alta densidad, de 2" (50mm), clase C color negra, resistente a la intemperie, membrana rígida, para uso de acometidas eléctricas, tendido de cable para iluminación, servicios de video vigilancia, semaforización y de telecomunicaciones.

14.5.10. ILUMINACIÓN PERIMETRAL Y PATIOS.

- Luminarias perimetrales existentes; retiro de cable enterrado que alimentan las luminarias.
- Retiro de luminarias perimetrales existentes y cables de alimentación desde la lámpara hasta el cable principal.

El nuevo diseño, contempla postes de 9 m de longitud de hormigón centrifugado, con luminarias tipo LED de 100 w. En los casos donde no se puede acceder con grúa, se instalarán postes de postes de plástico reforzado con fibra de vidrio de 9 m de altura.

Los detalles se aprecian en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2306-A, la alimentación eléctrica se realizará con cable de cobre tipo TTU calibre 8 AWG, para las fases y conductor de cobre desnudo calibre 8 AWG para la tierra, embebido en manguera negra de 50 mm de diámetro, a través de los pozos indicados.

El control se realiza desde el TDP, mediante un selector de tres POSICIONES: ON, OFF/AUTOMATICO, en manual se prende directamente todo el grupo de luminarias, en off, se apaga todo y en automático, se controla con fotocélula según sea de día o de noche. La fotocélula de control se ubicará en la pared más cercana al TDP, para que opere con la luz del día. Como se aprecia en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2306-A.

Los conductores se instalarán de manera soterrada, a través de manguera negra reforzada de 50mm, utilizando las cámaras de revisión eléctricas, y pozos tipo A de 60x60x60cm. Los detalles de la obra civil de pozos se indican en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2308-A.

14.5.11. RESISTIVIDAD, MALLA DE TIERRA Y MEJORAMIENTO DEL SUELO

En el anexo D, se dispone de un estudio del sistema de puesta a tierra. La puesta a tierra tendrá una nueva configuración partiendo desde los valores de resistencia y resistividad del terreno. De acuerdo a la tabla abajo indicada.

Tabla 14.5 Medición De Resistencia – Cuatro Esquinas

MEDICION DE RESISTENCIA Y RESISTIVIDAD CALCULADA		
Método de Wenner		
Resistencia medida (R) Ω	Distancia de electrodos d (m)	Resistividad $\rho = \pi \cdot 2 \cdot d \cdot R$ ($\Omega \cdot m$)
12.2	4	306.61

Del anexo D, se desprende, básicamente lo siguiente:

1. Las mallas de tierra que se van a construir, en su conformación topológica, se muestran en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2303-A.
2. Se utilizarán varillas copperweld de 2.4 m, la separación entre ellas, será de al menos 4.50 metros, como se muestra en el plano de tierras y en sus detalles en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2309-A.
3. El enriquecimiento de tierra es obligatorio en cada varilla, de acuerdo a la propuesta del anexo D.
4. El cable de tierra será de cobre calibre 2/0 AWG.
5. Las uniones hacia los puntos de tierra de las áreas a servirse, pueden ser de diferentes calibres, según se indican en los planos.
6. Todas las sueldas son exotérmicas.
7. Para el presente caso se define no instalar electrodos activos, si bien dan muy buen resultado en la medición de la tierra de la malla en un inicio, a la postre resultan un problema, pues requieren un mantenimiento regular cada 6 meses, en caso que no se realice dicho mantenimiento, los electrodos activos empiezan a perder sus características de baja resistencia, empezando a subir sus mediciones.
8. Para el caso de la mejora con GEM o ECUAGEM, los resultados son durables por lo menos durante los próximos 35 años, que es el tiempo de vida útil de las varillas copperweld. El carbón mineral no se deteriora, por lo que es la mejor opción de construir las mallas de tierra indicadas. Prácticamente su mantenimiento se reduce a mantener húmedo el terreno y en el peor de los casos, el carbón mineral tiene muy baja resistividad incluso si está seco, lo cual implica que, aunque no se humedezca a la malla de tierra, los resultados serán durables y sin mayor variación con el tiempo.

14.5.12. PARARRAYOS

Se montará una torre de 15 metros de altura para comunicaciones y en la parte superior se instalará un pararrayos tipo franklin, se presenta el estudio de protección contra descargas atmosféricas en el anexo E, y su área de protección se ha determinado que sea con las normas NFPA 780 e IEC 3205, definiendo un radio de esfera rodante de 60m, lo cual nos da un nivel de protección IV, que considerando que es un área libre de explosivos, y de poca concurrencia de personas, es lo más adecuado para su diseño.

En el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2310-A, se indica claramente las áreas de protección y nos hemos concentrado en el área de equipos. En este caso se encontró que el pararrayo en la torre de comunicaciones no es suficiente para proteger el área de equipos, por lo que es necesario instalar un segundo pararrayo, el cual se ubicará sobre un poste de hormigón

circular de 12 metros de altura, tal como se muestra en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2310-A.

En la parte superior de la torre, además de un pararrayos, se encuentra una baliza para señalización de presencia para las naves aéreas. La baliza se ha diseñado del tipo fotovoltaica, lo cual le da independencia total de energía eléctrica, pues su sistema garantiza autonomía de 16 horas, con la carga solar y un tiempo de duración superior a los 10 años.

Los dos pararrayos cuentan con un contador de descargas, cada uno, ubicado en el pie de la torre y del poste; su conexión a tierra será a través de un cable aislado 2/0 AWG tipo TTU, a través de una caja metálica que contiene una barra de cobre, donde se unirá el cable que baja desde el pararrayos, los detalles constructivos se muestran en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2310-A.

14.6. Ruta de Cables

En el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2307-A, se presenta un resumen de todos los circuitos principales, secundarios e iluminación perimetral, donde se detalla tipo de tubería, número de ductos, circuito eléctrico, tipo de conductor y distancia.

14.7. RESUMEN DE PRESENTACIÓN ELÉCTRICA, EN PLANOS Y DIAGRAMAS

Todo lo anteriormente indicado se resume en lo siguiente:

CODIGO DE PLANO	CONTENIDO
LTR-F3-CON-ELE-P-P-2300-A	SISTEMA ELÉCTRICO DEL TANQUE CUATRO ESQUINAS
LTR-F3-CON-ELE-P-P-2301-A	Red De Mv Y Canalización De Bv
LTR-F3-CON-ELE-P-P-2302-A	Diagrama Unifilar
LTR-F3-CON-ELE-P-P-2303-A	Sistema De Puesta A Tierra
LTR-F3-CON-ELE-P-P-2304-A	Ubicación De Equipos
LTR-F3-CON-ELE-P-P-2305-A	Iluminación Interna Y Fuerza
LTR-F3-CON-ELE-P-P-2306-A	Iluminación Externa Y Perimetral
LTR-F3-CON-ELE-P-P-2307-A	Ruta De Cables (Plano De Ductos)
LTR-F3-CON-ELE-P-P-2308-A	Detalles De Obra Civil
LTR-F3-CON-ELE-P-P-2309-A	Detalles Mallas De Tierra Y Tableros
LTR-F3-CON-ELE-P-P-2310-A	Proteccion De Parrayo (Incluye Detalles)

En el ANEXO H-14, se presenta todos los planos correspondientes al sistema eléctrico del Tanque de "Cuatro Esquinas".

14.8. LISTA DE MATERIALES SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO

En el anexo F-14, se presenta el listado de materiales del sistema eléctrico interno, con sus cantidades, en lo que se refiere a:

- Tablero de distribución principal (TDP)
- Tableros de distribución varios.
- Instalaciones interiores de la edificación.

- Sistema de mallas a tierra
- Sistema de protección contra descargas atmosféricas
- Sistema de iluminación perimetral.
- Etc.

Nota: Este listado se realiza de acuerdo al proyecto aprobado por la Empresa Eléctrica Quito (EEQ), por lo que pueden existir variantes con respecto al presupuesto referencial.

14.9. PRESUPUESTO REFERENCIAL

El valor del presupuesto del sistema eléctrico del tanque Cuatro Esquinas se encuentra en el Anexo G-14. Además, se presenta un resumen general del presupuesto de todos los tanques al final de la memoria como Anexo General 2.

14.10. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Las especificaciones técnicas de los elementos que forman parte el estudio del sistema de eléctrico se presentan de manera general para todos los tanques en el Anexo General 1. Dicho anexo se presenta una sola vez al final de las memorias.

14.11. ANEXOS

- ANEXO A-14: DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA
- ANEXO B-14: CÁLCULO DE CAÍDA DE VOLTAJE
- ANEXO C-14: LISTA DE MATERIALES MV, ACOMETIDA Y MEDIDOR.
- ANEXO D: RESISTIVIDAD, MALLA DE TIERRA Y MEJORAMIENTO DEL SUELO, DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE Y REDES DE CALDERÓN
- ANEXO E: SISTEMA DE PARARRAYOS, PROTECCIÓN CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE Y REDES DE CALDERÓN
- ANEXO F-14: LISTA DE MATERIALES SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO
- ANEXO G-14: PRESUPUESTO DEL PROYECTO
- ANEXO H-14: PLANOS

ANEXO “A-14”

DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA

ANEXO “B-14”

CÁLCULO DE CAÍDA DE VOLTAJE

ANEXO “C-14”

LISTA DE MATERIALES MV, ACOMETIDA Y MEDIDOR.

ANEXO “D”

RESISTIVIDAD, MALLA DE TIERRA Y MEJORAMIENTO DEL SUELO, DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE Y REDES DE CALDERÓN

ANEXO “E”

SISTEMA DE PARARRAYOS, PROTECCIÓN CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE Y REDES DE CALDERÓN

ANEXO “F-14”

LISTA DE MATERIALES SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO

ANEXO “G-14”

PRESUPUESTO DEL PROYECTO

ANEXO “H-14”

PLANOS

15. TANQUE DE AGUA POTABLE SAN LUIS

15.1. GENERALIDADES

El tanque de agua potable de San Luis, forma parte del sistema de distribución Bellavista - Collaloma - Calderón, con una capacidad de 2000m³, en dos tanques de 1000 m³ cada uno, se encuentra situado en la parroquia de Calderón, de la ciudad de Quito. A una altura de 2693msnm

Tabla 15.1 Coordenadas UTM-WGS84 ZONA 17

Coordenadas UTM-WGS84 ZONA 17	ESTE	NORTE
SAN LUIS	784949.88	9989409.40

Fuente: INGECONSULT, 2019

La Empresa de Agua Potable de Quito, EPMAPS, se encuentra mejorando las instalaciones de agua potable para entregar un mejor servicio a la ciudadanía, para lo cual ha incrementado un conjunto de instalaciones hidráulicas llamadas Estructura de Control (EDC), supervisión al proceso, automatizando al sistema y mejorando las comunicaciones, este conjunto de mejoras determinan un mayor consumo de energía eléctrica y nuevas instalaciones en el sistema eléctrico de redes de agua potable de Calderón.

15.2. OBJETIVO

Este documento entrega los lineamientos generales que se realizarán para mejorar y adecuar las instalaciones eléctricas del predio y de proceso del San Luis.

15.3. SISTEMA ELÉCTRICO

El Sistema eléctrico se divide en dos partes, la una corresponde a la provisión de energía por parte de la Empresa Eléctrica Quito (EEQ), en el Anexo General 3 se presenta el proyecto eléctrico del Tanque San Luis, APROBADO por la EEQ.

La segunda parte, corresponde al sistema eléctrico a partir del medidor de energía eléctrica.

15.4. Parte I: RED DE MEDIO VOLTAJE, ACOMETIDA Y MEDICIÓN ELÉCTRICA

15.4.1. ANTECEDENTES

El tanque de agua potable de San Luis, forma parte del sistema de distribución Bellavista – Collaloma - Calderón, con una capacidad de 2000m³, en dos tanques de 1000m³ cada uno, se encuentra ubicado en la parroquia de Calderón, en la Avenida Capitán Giovanni Calles, de la ciudad de Quito a una altura de 2693msnm y en las coordenadas UTM-WGS84 ZONA 17. Este 784949.88, Norte 9989409.40,

La Empresa de Agua Potable de Quito, EPMAPS, se encuentra mejorando las instalaciones de agua potable para entregar un mejor servicio a la ciudadanía. Para lo cual ha incrementado un conjunto de instalaciones hidráulicas, supervisión al proceso, automatizando al sistema y mejorando las comunicaciones.

Lo cual implica alterar el sistema eléctrico, reemplazando acometidas y medidor eléctrico.

Para lo que se requiere realizar la instalación de un transformador monofásico de 25kVA, con todos sus accesorios de protección primario y secundario de acuerdo al nuevo estudio de cargas realizado. Para este requerimiento el constructor debe realizar la solicitud de cambio de servicio a la Empresa Eléctrica Quito (EEQ).

15.4.2. DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA

De acuerdo a la ubicación del tanque en cuestión, al ser un usuario atípico (bombas, equipos especiales de riego, controles, vivienda guardia, etc.), se estima disponer una demanda, presentada en el anexo A-15.

Del anexo A-15, tenemos el siguiente resumen:

CIR: 46.42 kW

DDt = Demanda de Diseño total = DD1+DD2+DD3 (kVA)

(%) = Porcentaje de sobrecarga (90%)

DDt = 24.51 kVA

DD = Demanda de diseño = DDt. 0.9

DD = 22.06 kVA

Por lo que se instalará un transformador de 25 kVA.

15.4.3. DESCRIPCIÓN RED DE MEDIO VOLTAJE

La Empresa Eléctrica Quito dispone en el sector de una red monofásica de distribución de 13.2 KV en medio voltaje en la calle de los Cipreses, a unos 170m del tanque de agua potable San Luis, la misma que servirá de punto de alimentación para el proyecto en mención. La red de medio voltaje actualmente llega a la altura de la calle de los Cipreses, terminado en el poste existente Pe1 (con coordenadas: X 784768; Y 9989457), por lo cual sobre la misma calle se proyecta la extensión de red de medio voltaje con conductor ASC 1/0 AWG desde el poste existente Pe1 hasta el poste a reemplazar P4. Se proyecta el reemplazo de los postes existentes Pe2, Pe3, Pe4 y Pe5; por postes de hormigón armado de 12 metros de altura, en donde se instalarán estructuras de medio voltaje para que pueda pasar la red proyectada.

En el poste proyectado P4 se instalará el transformador monofásico de 25 kVA, y el seccionador portafusibles unipolar tipo abierto de 27kV, 100A, como se indica en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2401-A.

15.4.4. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Para el diseño del sistema eléctrico, se utiliza los normativos de la EEQ y de acuerdo al estudio de la demanda del Anexo A-15, el centro de transformación proyectado será, monofásico de las siguientes características:

Centro de transformación CT-1:

Se instalará en el poste proyectado P4.

Tipo: Convencional monofásico

Potencia: 25 kVA

Voltaje primario: 22.8 / 13.2 kV, GRD-Y

Voltaje secundario: 240 / 120 V

Tap: +1 / -3x2.5%

15.4.5. DESCRIPCIÓN RED DE BAJO VOLTAJE

Se partirá de los terminales de bajo voltaje del transformador, con conductor tipo TTU, de cobre, calibre 2 AWG, para las fases y conductor de cobre desnudo calibre 2AWG para el neutro, soterrados a través de un pozo tipo B, mediante ductos de 110 mm de diámetro, de PVC pesado, como se indica en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2401-A, desde el pozo Pz-1, se alimentará al tablero de medidor ubicado en el cerramiento del lote.

Se ha verificado que el máximo de caída de voltaje sea inferior al 3%, que es el porcentaje máximo permitido según las Normas de la EEQ, para este tipo de usuario cuyo anexo de caída de voltaje se muestra en el Anexo B-15.

15.4.6. SECCIONAMIENTO Y PROTECCIONES

15.4.6.1. Medio voltaje:

Para la protección y seccionamiento del transformador, se prevé instalar un seccionador fusible unipolar tipo abierto, 27kV, 100A, con tirafusible de 5 A, tipo H, que irá ubicado en el poste proyectado P1, como se aprecia en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2401-A. Su derivación de la red aérea, se la realizará con cable tipo TTU, Cobre, 2 AWG.

Para protección contra descargas atmosféricas se prevé un pararrayos de 18 kV, que se fijará en el transformador de 25 kVA.

15.4.6.2. Bajo voltaje:

El transformador diseñado es del tipo convencional, razón por la que se instalará una capaceta bajo el transformador, que tendrán dos cartuchos fusible tipo NH1, de 100 A, fijadas en base portafusibles NH1, 250 A. Desde las bases NH1, saldrá el circuito de bajo voltaje hacia el tablero de medidor, con cable tipo TTU, 2 AWG, de cobre, para las fases y con cable tipo TTU, 2 AWG, de cobre el neutro.

15.4.7. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

Para el sistema de puesta a tierra, se ha previsto realizar un montaje con dos varillas copperweld de 15 mm, de diámetro y de 2.40 m de longitud de alta camada, con sueldas exotérmicas.

Los valores de medición estarán de acuerdo a los requerimientos de la EEQ y será menor a 25 Ω , para lo cual el constructor instalará GEM, para enriquecer el suelo y mejorar la resistividad de este, para lograr dicha medición.

Para el final de circuito de bajo voltaje, que viene a ser el medidor E1, se prevé instalar 1 varilla copperweld de 15 mm, de diámetro y de 2.40 m de longitud, con suelda exotérmica para conectar a la tierra del medidor de energía eléctrica.

15.4.8. MEDICIÓN ELÉCTRICA

Actualmente existe un medidor de energía eléctrica con número 262019. Debido al incremento de carga, se planifica que instalar un nuevo medidor totalizador en el ingreso a la propiedad. Se proyecta construir una mocheta en el cerramiento, de libre ingreso por la calle pública, de tal modo de no necesitar pedir permiso, para las tomas de lecturas de consumo. El medidor lo proveerá la EEQ.

El detalle del montaje del tablero se muestra en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2408-A.

15.4.9. MATERIALES

En el anexo C-15, se presenta la lista de equipos y materiales, para el sistema de medio voltaje, la cual se realiza de acuerdo al proyecto aprobado por la Empresa Eléctrica Quito (EEQ), por lo que pueden existir variantes con respecto al presupuesto referencial.

15.5. PARTE II: SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO

En esta parte, se dispone de los criterios y diseños eléctricos a partir del medidor de energía eléctrica, en toda la parte interna de los tanques de almacenamiento.

15.5.1. CRITERIOS DE DISEÑO

En el presente Estudio de Diseño Eléctrico se establece los aspectos más importantes a ser tomados en cuenta para el sistema eléctrico. La alimentación del sistema eléctrico será construida bajo las normas generales del Código Eléctrico Ecuatoriano, el mismo está apegado a las normas eléctricas National Electrical Code (NEC) y las normas de seguridad National Fire Protection Association (NFPA). Tomando en cuenta para su aplicación las características de los materiales y equipos disponibles en el mercado local.

- Gabinete para sistema eléctrico, sistema de control y sistema SCADA: Se tendrá un solo gabinete, dividido en tres cuerpos, el primero para el tablero de distribución principal del área eléctrica, el segundo para el sistema de respaldo baterías; y el tercero para el sistema de control y SCADA.
- Tablero de protección principal (TP): Se ubicará inmediatamente después del tablero de medidor (TM), y servirá como principal protección de las instalaciones eléctricas del tanque. La alimentación del medidor de energía eléctrica, llegará hasta éste tablero de protección principal.
- Tablero de distribución principal (TDP): Será el sistema principal de interrupción y protección de las instalaciones eléctricas del tanque, donde se proyecta centralizar todas las cargas que alimentaran al cuarto de válvulas principal y los diferentes subtableros de distribución (STD-X) del tanque “San Luis”, y dispondrá de todas las protecciones necesarias para este fin. Esto permitirá garantizar la previsión del mantenimiento eléctrico, sin que se vea afectado el normal funcionamiento del tanque de agua, además posibilita un fácil reconocimiento de fallas eléctricas en caso de producirse.
- Centros de carga (STD-X): Los centros de carga corresponden a los tableros de donde se derivarán todos los circuitos de iluminación y fuerza que alimentaran a los equipos que se encuentren en áreas distintas al cuarto de válvulas principal.
- Alimentador red principal de bajo voltaje: Desde el tablero de protección principal (TP) se derivará, como alimentador principal, un circuito que alimentará el Tablero de Distribución Principal (TDP); de éste se derivarán los alimentadores de la red secundaria que alimentarán a los centros de carga o Subtableros de Distribución (STD-X).
- El presente proyecto contempla como máximo un 5% de caída de voltaje desde el tablero de medidores hasta los circuitos finales, teniendo como referencia para este propósito el nivel de voltaje en el centro de carga.
- Se contempla dos tipos de instalaciones internas, para los sistemas de iluminación y fuerza:
 - Para instalaciones que se encuentren dentro de los cuartos de válvulas, se utilizará tubería eléctrica intermedia (IMC). Las cuales están diseñado para proteger los cables eléctricos del ambiente corrosivo que existe en estas áreas.
 - Para las instalaciones en áreas donde no se tiene una alta exposición a la humedad, se utilizará tubería eléctrica metálica (EMT), la cual está diseñada especialmente para la conducción de cables eléctricos para zonas industriales, comerciales y residenciales; manteniendo el cableado aislado y protegiéndolo contra todo tipo de amenazas que pudieran dañarlo.

15.5.2. ACOMETIDA EN BAJO VOLTAJE.

- Retiro de cable de acometida actual desde el medidor hasta tablero principal ubicado en el cuarto de válvulas.

- Tendido y conexión de cable de acometida eléctrica nuevo, desde el medidor de energía eléctrica hasta el Tablero de Distribución Principal TDP y Control TCP, ubicado en la adecuación del cuarto de válvulas y control.

Para el cálculo de los alimentadores se considera todos los circuitos que proveerán la potencia requerida en las diferentes áreas del tanque.

15.5.2.1. Alimentadores principales

En la sección correspondiente a la cámara de transformación se establece que el transformador que se instalará será de 25 kVA donde la acometida de bajo voltaje es considerada desde los fusibles NH hasta el Tablero de Medidor (TM), y posteriormente al Tablero de Protección principal (TP). Desde el TP se alimentará al Tablero de Distribución Principal (TDP) mediante el circuito denominado Circuito-TDP. Como se puede ver en el diagrama unifilar general presentado en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2402-A, así como en la red de bajo voltaje del plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2401-A.

Con la demanda total del tanque, tomada del anexo A-15, se realiza el cálculo de caída de voltaje, presentado en el anexo B-15. En la tabla 15.2 se especifica la capacidad y características de la acometida de bajo voltaje y el circuito-TDP, considerando que este ramal tendrá que alimentar todas las cargas del tanque "San Luis". La acometida de bajo voltaje se instalará de manera soterrada utilizando la canalización de tubería PVC de 110mm y pozos de bajo voltaje tipo B; por su parte el circuito-TDP se instalará utilizando la canalización de tubería PVC de 50mm, pozos de bajo voltaje tipo B y las cámaras eléctricas de revisión, tal como se puede apreciar en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2401-A.

Tabla 15.2 Alimentadores principales

Descripción	Demanda (kVA)	Conductores	In(A)	Protección
Acometida BV	22.06	2x2 AWG, TTU, Cu + 2 AWG, Cu Desn.	91.92	2Px100A
Circuito TDP	22.06	2x2(1x2), AWG, TTU, Cu.	91.92	2Px100A

15.5.2.2. Alimentadores Secundarios

Los alimentadores secundarios para se consideran los que se derivan desde el TDP hasta los centros de carga (STD-X), donde se distribuirán los circuitos de iluminación o fuerza de las áreas fuera del cuarto de válvulas principal de acuerdo a lo detallado en los diagramas unifilares presentados en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2402-A.

Se ha realizado el análisis de caída de voltaje, el cual se presenta en el anexo B-15, donde se ha tomado en cuenta que la caída de voltaje no supere el 5%, desde el tablero de medidor hasta cada centro de carga.

En la tabla 15.3 se resume el calibre del conductor que alimentará a los centros de carga.

Tabla 15.3 Alimentadores secundarios

Descripción	Potencia (kVA)	Alimentadores hasta los centros de carga de circuitos normales (STD-X)	In(A)	Factor de seguridad 1.25	Protección
MONORIEL	3.00	2x8(1x8), AWG THHW, Cu	12.50	15.63	2Px20A
CC-01	4.00	3x8 AWG, Concéntrico	33.33	41.67	1Px50A
STD-B	4.00	1x8(1x8)+1x8, AWG THHW, Cu	33.33	41.67	1Px50A
CC-02	7.59	4x8 AWG, Concéntrico	31.63	39.53	2Px50A
STD-CG	7.59	2x8(1x8)+1x8, AWG THHW, Cu	31.63	39.53	2Px50A

15.5.3. CUARTO DE VÁLVULAS Y CONTROL EDC:

- Retiro de tablero de distribución principal de iluminación y toma Corrientes existente.
- Instalación de nuevo tablero de iluminación y toma corrientes y conexionado de las cargas correspondientes TDP.
- Retiro de conductores eléctricos de los circuitos de iluminación interior, exterior, emergencia y toma corrientes, retiro de boquillas plafón, piezas de interruptor y tomacorrientes y luminarias de emergencia.
- Instalación de un Tablero de Distribución Principal de Control TCP CU-E y Gabinete de Baterías.

Como se muestra en los planos LTR-F3-CON-ELE-P-P-2404-A y LTR-F3-CON-ELE-P-P-2409-A

15.5.4. GABINETE GENERAL: SISTEMA ELÉCTRICO - SCADA - SISTEMA DE CONTROL

Se proyecta instalar un solo gabinete que unifica al sistema eléctrico y al sistema de control SCADA.

El gabinete será de doble fondo metálico, sujeción con pernos, ventilador, filtros, con las siguientes características:

- Tipo Modular
- Dimensiones: 250x160x50 cm
- Material: acero pintado color RAL7035
- Chapa de 2mm de espesor
- Grado de Protección: IP68 / Nema 12
- Certificado grado de protección mecánica a los choques: IK10.
- Dividido en tres sectores:
 - Área eléctrica: 40cm de ancho, una sola puerta de 40x160cm.
 - Área de baterías: 120 cm de ancho, dos puertas de 60x160cm
 - Área de SCADA: 90 cm de ancho, dos puertas de 45x160cm

15.5.5. DISEÑO DE TABLEROS PRINCIPALES

Para el diseño de los tableros eléctricos se considera todos aquellos que se alimentarán desde los bushings del secundario del transformador hasta cada tablero que se requiere para el funcionamiento del tanque “San Luis”. En la tabla 15.4 se resume los tableros eléctricos, necesarios.

Tabla 15.4 Tableros Eléctricos.

Abreviatura	Descripción	Demanda (kVA)	Ubicación
TM	Tablero de Medidor	22.06	Fachada, ingreso de la propiedad
TP	Tablero de Protección principal	22.06	Posterior al Tablero de Medidor
TDP	Tablero de Distribución Principal	22.06	Cuarto de Válvulas

15.5.5.1. TABLERO DE DISTRIBUCION PRINCIPAL TDP:

En el primer sector del gabinete general se instalarán todos los elementos del TDP, el cual tendrá una altura de 160 cm, ancho de 40 cm, profundidad de 50 cm. Contendrá barras de cobre, capacidad de 180 A, para fases, neutro y tierra, un breaker principal 2Px100A, tipo caja moldeada y breakers tipo riel din de diferentes valores, como se indica en las especificaciones técnicas y en el plano de diagrama unifilar LTR-F3-CON-ELE-P-P-2402-

A. La disposición general de los elementos se detalla en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2409-A.

Desde el TDP, se controla:

- a) Circuito de Iluminación Interior
- b) Circuito de Tomacorrientes.
- c) Iluminación perimetral y patios
- d) Subtablero de distribución del Baño
- e) Subtablero de distribución de la Casa del Guardia
- f) Monorriel con puente grúa

15.5.6. SISTEMA UPS.

Ubicado en el cuarto de control EDC, se alimentará desde las barras de distribución instalada en el TDP, para las fases y el neutro; la tierra viene directamente con cable TTU calibre 2 AWG desde la malla de tierra del área electrónica, nótese que no pasa por la protección principal del TDP.

El detalle interno de este segundo sector, así como del tercero correspondiente al sistema SCADA, se presenta en el sistema de control y SCADA.

15.5.7. TCP.

Este tablero es el destinado a Control, Instrumentación y Comunicaciones, dicho sistema se presenta en la ingeniería electrónica.

Se ha verificado que el máximo de caída de voltaje desde el tablero de medidor sea inferior al 5%, que es la norma permitida, cuyo anexo de caída de voltaje se muestra en el Anexo B-15.

15.5.8. CIRCUITOS ELÉCTRICOS

15.5.8.1. Circuitos eléctricos de iluminación y luces de emergencia

Serán todas las actividades para la instalación de tuberías (IMC / EMT), cajas metálicas, conductores y piezas eléctricas (interruptores simples, dobles, conmutadores, sensores, etc.) para dar servicio a una lámpara, un foco o luminarias en general.

Procedimiento:

La altura recomendada por el diseñador eléctrico, debe ser medida desde la parte inferior del cajetín hasta el nivel de piso terminado, salvo indicación contraria, los interruptores se colocarán a 130 cm de altura y los cajetines y piezas en posición vertical.

Los conductores serán tipo THHW-flexible calibre No. 14 AWG para fase y neutro, más No 14 AWG para tierra (color verde) de acuerdo a la distribución de los planos de diseño, la cantidad de conductores irá de acuerdo a lo establecido en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2405-A, correspondiente a las instalaciones eléctricas internas.

Para las lámparas de emergencia se instalará un punto de iluminación, la altura de instalación estará a criterio del fiscalizador, sin que ésta sea inferior a 180 cm. Dicho punto, se conectará directamente al circuito de iluminación más cercano sin ningún tipo de interruptor.

Existirán dos tipos de instalaciones:

- En el cuarto de válvulas, o áreas con ambientes de alta humedad, se utilizará tubería IMC, y todos los accesorios, como cajetines, uniones, codos, etc., deberán

ser diseñados para tubería IMC. De igual manera, los interruptores simples y dobles, a instalarse, deberán ser herméticos o tener una placa hermética con una protección IP66 o superior.

- En las demás áreas se utilizará tubería EMT, con sus accesorios correspondientes. Las placas serán decorativas del color que el promotor las requiera.

15.5.8.2. Circuito de Fuerza Normal

Serán todas las actividades que se requieran para la instalación de tuberías (IMC / EMT), cajas, conductores y piezas eléctricas (tomacorrientes) para dar servicio a los circuitos de tomacorrientes.

Procedimiento:

Para el tomacorriente normal en pared: la altura recomendada debe ser medida desde la parte inferior del cajetín hasta el nivel de piso terminado, existirán dos alturas $h_1=40\text{cm}$ y $h_2=130\text{cm}$, indicadas en los planos correspondientes, y se colocarán en posición horizontal.

La ubicación será de acuerdo al plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2405-A, los conductores serán tipo THHW-flexible calibre No. 12 AWG para fase y neutro, más N° 12 AWG para tierra (color verde). Los tomacorrientes serán del tipo doble polarizado.

Existirán dos tipos de instalaciones:

- En el cuarto de válvulas, o áreas con ambientes de alta humedad, se utilizará tubería IMC, y todos los accesorios, como cajetines, uniones, codos, etc., deberán ser diseñados para tubería IMC. De igual manera, para los tomacorrientes se utilizarán tapas herméticas con una protección IP66 o superior.
- En las demás áreas se utilizará tubería EMT, con sus accesorios correspondientes. Las tapas serán decorativas del mismo color de la pieza de tomacorriente respectivo.

15.5.9. ELEMENTOS ELÉCTRICOS DE LA INSTALACION

15.5.9.1. Luminaria LED hermética sobrepuesta, instalación interior.

Se utilizará en el techo del cuarto de válvulas y en el techo de la estructura de control, su instalación será hermética utilizando prensa estopas y cable concéntrico 3x14AWG, las características de las luminarias son:

- Potencia; 40 Watts tubo LED
- Tension 120-240Vac.
- Tipo de distribución; directo simétrico.
- Tipo de montaje; sobrepuesto
- Carcaza; policarbonato color blanco
- Junta de poliuretano.
- Protección IP 65 Temperatura de color 6 000K
- Apto para lugares húmedos.



15.5.9.2. Luminaria LED exterior, tipo hermética instalada sobre pared.

Características:

- Potencia: 70 Watt
- Flujo luminoso: 3200lm
- tipo LED 100-277Vac



15.5.9.3. Luminaria exterior para tumbado

Características:

- Tipo tortuga para exterior.
- Para instalar directamente en superficie techo o pared.
- Portalámparas focos E27 hasta 26W
- Tensión: 120Vac 60Hz
- Protección: IP 65 o superior
- Con difusor de vidrio



15.5.9.4. Luminaria tipo vías y patios

Estas luminarias se instalarán en el exterior de los edificios en las vías y en el perímetro del predio, se instalarán sobre postes hormigón de 9 metros de altura con brazo de 1 metro de longitud

Características:

- Tipo: LED
- Protección: IP 65
- Potencia: 70watt
- Tensión: 100-240V 60Hz.
- Temperatura de color: CCT(K) 5000
- Flujo luminoso: 7445 lm



15.5.9.5. Luminarias de emergencia

Con la finalidad de dar seguridad a las personas cuando ocurre un corte de energía, se han dispuesto dos luminarias de emergencia por edificio, tanto en el cuarto de válvulas como en la estructura de control y cuarto de control.

Características:

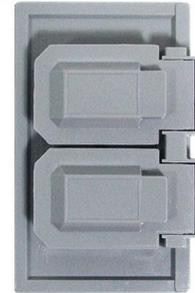
- Carcaza; termoplástica, color blanco
- Cabezales; cuadrados ajustables con dos lámparas de 1.6 Watt cada uno.
- Lámparas tipo: LED
- Distribución; Simétrica dirigitable.
- Control: automático con botón de prueba e indicador de carga.
- Tensión de operación 120V- 277 Vac,
- Flujo luminoso Lm; 170
- Temp. De color (k) 6000 IRC 70
- Factor de potencia; 0.7
- Autonomía; 90 Minutos.
- Tipo de montaje; sobrepuesto sobre pared.



15.5.9.6. Tomacorrientes monofásicos 120Vac.

Las piezas de tomacorrientes serán de marca reconocida, conformada por el marco de dos tomacorrientes dobles polarizados fase, neutro más tierra, 15Amp. 120Vac, con conexión por medio de tornillos, con placa doble con tapas de protección de ingreso de agua.

La altura de montaje debe superar al nivel de inundación de tal manera que no ingrese agua a los bornes del tomacorriente.



15.5.9.7. Instalación de cables

Los cables eléctricos, serán tendidos de acuerdo; estructura del proyecto, al nivel de tensión, al sistema que corresponde; control, fuerza, etc.

Los tipos de instalación se describen a continuación.

El sistema de ductos para cables eléctricos a utilizar en este Proyecto será:

- Ductos.
- Tubos Conduit.
- Manguera negra reforzada

15.5.9.8. Ductos

Los bancos de ductos serán en PVC, cumpliendo los normativos de la EEQ, en áreas de circulación vehicular, obligatoriamente llevarán una capa de concreto, en el resto de áreas, su profundidad de enterramiento será 50 mm desde el piso terminado hasta la parte superior del ducto más cercano a la superficie.

Los bancos de ductos subterráneos deberán ser diseñados con una pendiente de 3 por mil como mínimo hacia los sótanos o drenajes para escurrir las aguas. En aquellos casos en los cuales el tubo deba aflorar a la superficie debe hacerse la transición PVC- Conduit metálico galvanizado en caliente. Las llegadas de los tubos de PVC a las cámaras se harán con campanas de remate. Las uniones en tuberías de PVC deberán ser ejecutadas con un cemento adecuado que provea un empalme firme y a prueba de agua.

Las cámaras eléctricas serán diseñadas en forma tal que su tamaño permita un adecuado manejo e instalación y mantenimiento de los cables. En los planos LTR-F3-CON-ELE-P-P-2407-A y LTR-F3-CON-ELE-P-P-2408-A, se aprecia, recorridos y tipos de ductos con sus detalles constructivo.

15.5.9.9. Tubos Conduit IMC

Los tubos Conduit serie intermedia (IMC), galvanizado electrolítico, se utilizarán, preferentemente, en instalaciones de edificaciones, embutidos o vistos en paredes o losas, para iluminación y toma corrientes.

Los tubos Conduit diámetro 3/4" instalados horizontalmente, adosados a edificios o

estructuras, deberán tener soportes cada 1.5 m, los tubos Conduit diámetro 1" en adelante deberán tener soportes cada 1.2m. Los tramos rectos sujetos a cambios de temperatura ambiente tendrán juntas de expansión. Ningún tramo de Conduit entre cajas de empalme y salidas, etc., deberá tener más de tres curvas de 90.

Será utilizada en circuitos de alimentación a tableros de fuerza, y control utilizados para procesos, con todos los accesorios necesarios para conexión y continuidad de conducción, las cajas son de diferentes tipos con sus tapas correspondientes; cuadradas con salidas roscadas, cajas tipo LB, LR, T, LL, etc.

15.5.9.10. Tubería metálica EMT

Será utilizada en circuitos de iluminación y tomacorrientes, embebidos en hormigón o a la vista, con los accesorios de instalación completos como; uniones, conectores, coronas, en los circuitos exteriores, la tubería EMT debe ser sujeta por medio de abrazaderas doble aleta tipo omega.

15.5.9.11. Manguera negra reforzada

Manguera plástica reforzada, de polietileno de alta densidad, de 2" (50mm), clase C color negra, resistente a la intemperie, membrana rígida, para uso de acometidas eléctricas, tendido de cable para iluminación, servicios de video vigilancia, semaforización y de telecomunicaciones.

15.5.10. ILUMINACIÓN PERIMETRAL Y PATIOS.

- Luminarias perimetrales existentes; retiro de cable enterrado que alimentan las luminarias.
- Retiro de luminarias perimetrales existentes y cables de alimentación desde la lámpara hasta el cable principal.

El nuevo diseño, contempla postes de 9 m de longitud de hormigón centrifugado, con luminarias tipo LED de 100 w. En los casos donde no se puede acceder con grúa, se instalarán postes de postes de plástico reforzado con fibra de vidrio de 9 m de altura.

Los detalles se aprecian en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2406-A, la alimentación eléctrica se realizará con cable de cobre tipo TTU calibre 8 AWG, para las fases y conductor de cobre desnudo calibre 8 AWG para la tierra, embebido en manguera negra de 50 mm de diámetro, a través de los pozos indicados.

El control se realiza desde el TDP, mediante un selector de tres POSICIONES: ON, OFF/AUTOMATICO, en manual se prende directamente todo el grupo de luminarias, en off, se apaga todo y en automático, se controla con fotocélula según sea de día o de noche. La fotocélula de control se ubicará en la pared más cercana al TDP, para que opere con la luz del día. Como se aprecia en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2406-A.

Los conductores se instalarán de manera soterrada, a través de manguera negra reforzada de 50mm, utilizando las cámaras de revisión eléctricas, y pozos tipo A de 60x60x60cm. Los detalles de la obra civil de pozos se indican en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2408-A.

15.5.11. RESISTIVIDAD, MALLA DE TIERRA Y MEJORAMIENTO DEL SUELO

En el anexo D, se dispone de un estudio del sistema de puesta a tierra. La puesta a tierra tendrá una nueva configuración partiendo desde los valores de resistencia y resistividad del terreno. De acuerdo a la tabla abajo indicada.

Tabla 15.5 Medición De Resistencia – San Luis

MEDICION DE RESISTENCIA Y RESISTIVIDAD CALCULADA		
Método de Wenner		
Resistencia medida (R) Ω	Distancia de electrodos d (m)	Resistividad $\rho = \pi \cdot 2 \cdot d \cdot R$ ($\Omega \cdot m$)
12	4	301.59

Del anexo D, se desprende, básicamente lo siguiente:

1. Las mallas de tierra que se van a construir, en su conformación topológica, se muestran en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2403-A.
2. Se utilizarán varillas copperweld de 2.4 m, la separación entre ellas, será de al menos 4.50 metros, como se muestra en el plano de tierras y en sus detalles en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2409-A.
3. El enriquecimiento de tierra es obligatorio en cada varilla, de acuerdo a la propuesta del anexo D.
4. El cable de tierra será de cobre calibre 2/0 AWG.
5. Las uniones hacia los puntos de tierra de las áreas a servirse, pueden ser de diferentes calibres, según se indican en los planos.
6. Todas las soldas son exotérmicas.
7. Para el presente caso se define no instalar electrodos activos, si bien dan muy buen resultado en la medición de la tierra de la malla en un inicio, a la postre resultan un problema, pues requieren un mantenimiento regular cada 6 meses, en caso que no se realice dicho mantenimiento, los electrodos activos empiezan a perder sus características de baja resistencia, empezando a subir sus mediciones.
8. Para el caso de la mejora con GEM o ECUAGEM, los resultados son durables por lo menos durante los próximos 35 años, que es el tiempo de vida útil de las varillas copperweld. El carbón mineral no se deteriora, por lo que es la mejor opción de construir las mallas de tierra indicadas. Prácticamente su mantenimiento se reduce a mantener húmedo el terreno y en el peor de los casos, el carbón mineral tiene muy baja resistividad incluso si está seco, lo cual implica que, aunque no se humedezca a la malla de tierra, los resultados serán durables y sin mayor variación con el tiempo.

15.5.12. PARARRAYOS

Se montará una torre de 15 metros de altura para comunicaciones y en la parte superior se instalará un pararrayos tipo franklin, se presenta el estudio de protección contra descargas atmosféricas en el anexo E, y su área de protección se ha determinado que sea con las normas NFPA 780 e IEC 3205, definiendo un radio de esfera rodante de 60m, lo cual nos da un nivel de protección IV, que considerando que es un área libre de explosivos, y de poca concurrencia de personas, es lo más adecuado para su diseño.

En el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2410-A, se indica claramente las áreas de protección y nos hemos concentrado en el área de equipos. En este caso se encontró que el pararrayo en la torre de comunicaciones no es suficiente para proteger el área de equipos, por lo que es necesario instalar un segundo pararrayo, el cual se ubicará sobre un poste de hormigón circular de 12 metros de altura, tal como se muestra en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2410-A.

En la parte superior de la torre, además de un pararrayos, se encuentra una baliza para señalización de presencia para las naves aéreas. La baliza se ha diseñado del tipo fotovoltaica, lo cual le da independencia total de energía eléctrica, pues su sistema

garantiza autonomía de 16 horas, con la carga solar y un tiempo de duración superior a los 10 años.

Los dos pararrayos cuentan con un contador de descargas, cada uno, ubicado en el pie de la torre y del poste; su conexión a tierra será a través de un cable aislado 2/0 AWG tipo TTU, a través de una caja metálica que contiene una barra de cobre, donde se unirá el cable que baja desde el pararrayos, los detalles constructivos se muestran en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2410-A.

15.6. Ruta de Cables

En el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2407-A, se presenta un resumen de todos los circuitos principales, secundarios e iluminación perimetral, donde se detalla tipo de tubería, número de ductos, circuito eléctrico, tipo de conductor y distancia.

15.7. RESUMEN DE PRESENTACIÓN ELÉCTRICA, EN PLANOS Y DIAGRAMAS

Todo lo anteriormente indicado se resume en lo siguiente:

CODIGO DE PLANO	CONTENIDO
LTR-F3-CON-ELE-P-P-2400-A	SISTEMA ELÉCTRICO DEL TANQUE SAN LUIS
LTR-F3-CON-ELE-P-P-2401-A	RED DE MV Y CANALIZACIÓN DE BV
LTR-F3-CON-ELE-P-P-2402-A	DIAGRAMA UNIFILAR
LTR-F3-CON-ELE-P-P-2403-A	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA
LTR-F3-CON-ELE-P-P-2404-A	UBICACIÓN DE EQUIPOS
LTR-F3-CON-ELE-P-P-2405-A	ILUMINACIÓN INTERNA Y FUERZA
LTR-F3-CON-ELE-P-P-2406-A	ILUMINACIÓN EXTERNA Y PERIMETRAL
LTR-F3-CON-ELE-P-P-2407-A	RUTA DE CABLES (PLANO DE DUCTOS)
LTR-F3-CON-ELE-P-P-2408-A	DETALLES DE OBRA CIVIL
LTR-F3-CON-ELE-P-P-2409-A	DETALLES MALLAS DE TIERRA Y TABLEROS
LTR-F3-CON-ELE-P-P-2410-A	PROTECCION DE PARRAYO (INCLUYE DETALLES)

En el ANEXO H-15, se presenta todos los planos correspondientes al sistema eléctrico del Tanque de San Luis.

15.8. LISTA DE MATERIALES SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO

En el anexo F-15, se presenta el listado de materiales del sistema eléctrico interno, con sus cantidades, en lo que se refiere a:

- Tablero de distribución principal (TDP)
- Tableros de distribución varios.
- Instalaciones interiores de la edificación.
- Sistema de mallas a tierra
- Sistema de protección contra descargas atmosféricas
- Sistema de iluminación perimetral.
- Etc.

Nota: Este listado se realiza de acuerdo al proyecto aprobado por la Empresa Eléctrica

Quito (EEQ), por lo que pueden existir variantes con respecto al presupuesto referencial.

15.9. PRESUPUESTO REFERENCIAL

El valor del presupuesto del sistema eléctrico del tanque San Luis se encuentra en el Anexo G-15. Además, se presenta un resumen general del presupuesto de todos los tanques al final de la memoria como Anexo General 2.

15.10. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Las especificaciones técnicas de los elementos que forman parte el estudio del sistema de eléctrico se presentan de manera general para todos los tanques en el Anexo General 1. Dicho anexo se presenta una sola vez al final de las memorias.

15.11. ANEXOS

- ANEXO A-15: DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA
- ANEXO B-15: CÁLCULO DE CAÍDA DE VOLTAJE
- ANEXO C-15: LISTA DE MATERIALES MV, ACOMETIDA Y MEDIDOR.
- ANEXO D: RESISTIVIDAD, MALLA DE TIERRA Y MEJORAMIENTO DEL SUELO, DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE Y REDES DE CALDERÓN
- ANEXO E: SISTEMA DE PARARRAYOS, PROTECCIÓN CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE Y REDES DE CALDERÓN
- ANEXO F-15: LISTA DE MATERIALES SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO
- ANEXO G-15: PRESUPUESTO DEL PROYECTO
- ANEXO H-15: PLANOS

ANEXO “A-15”

DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA

ANEXO “B-15”

CÁLCULO DE CAÍDA DE VOLTAJE

ANEXO “C-15”

LISTA DE MATERIALES MV, ACOMETIDA Y MEDIDOR.

ANEXO “D”

RESISTIVIDAD, MALLA DE TIERRA Y MEJORAMIENTO DEL SUELO, DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE Y REDES DE CALDERÓN

ANEXO “E”

SISTEMA DE PARARRAYOS, PROTECCIÓN CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE Y REDES DE CALDERÓN

ANEXO “F-15”

LISTA DE MATERIALES SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO

ANEXO “G-15”

PRESUPUESTO DEL PROYECTO

ANEXO “H-15”

PLANOS

16. TANQUE DE AGUA POTABLE SAN MIGUEL DEL COMÚN BAJO

16.1. GENERALIDADES

El tanque de agua potable de San Miguel del Común Bajo, forma parte del sistema de distribución Collaloma, con una capacidad de 100m³ existente y con el presente se proyecta pertenecer al Sistema de la nueva Planta de Tratamiento de Calderón, se encuentra situado en la Parroquia de Calderón.

A una altura de 2490msnm

Tabla 16.1 Coordenadas UTM-WGS84 ZONA 17

Coordenadas UTM-WGS84 ZONA 17	ESTE	NORTE
SAN MIGUEL DEL COMÚN BAJO	788012.13	9988915.87

Fuente: INGECONSULT, 2019

La Empresa de Agua Potable de Quito, EPMAPS, se encuentra mejorando las instalaciones de agua potable para entregar un mejor servicio a la ciudadanía, para lo cual ha incrementado un conjunto de instalaciones hidráulicas llamadas Estructura de Control (EDC), supervisión al proceso, automatizando al sistema y mejorando las comunicaciones, este conjunto de mejoras determinan un mayor consumo de energía eléctrica y nuevas instalaciones en el sistema eléctrico de redes de agua potable de Calderón.

16.2. OBJETIVO

Este documento entrega los lineamientos generales que se realizarán para mejorar y adecuar las instalaciones eléctricas del predio y de proceso del Tanque San Miguel del Común Bajo

16.3. SISTEMA ELÉCTRICO

El Sistema eléctrico se divide en dos partes, la una corresponde a la provisión de energía por parte de la Empresa Eléctrica Quito (EEQ), en el Anexo General 3 se presenta el proyecto eléctrico del Tanque San Miguel del Común Bajo, APROBADO por la EEQ.

La segunda parte, corresponde al sistema eléctrico a partir del medidor de energía eléctrica.

16.4. Parte I: RED DE MEDIO VOLTAJE, ACOMETIDA Y MEDICIÓN ELÉCTRICA

16.4.1. ANTECEDENTES

El tanque de agua potable de San Miguel del Común Bajo, forma parte del sistema de distribución Collaloma, con una capacidad de 100m³ existente y con el presente se proyecta pertenecer al Sistema de la nueva Planta de Tratamiento de Calderón, se encuentra situado en la Parroquia de Calderón, cerca del Peaje de Oyacoto, en la calle Ulqui Ñan, Panamericana Norte de la ciudad de Quito a una altura de 2490msnm y en las coordenadas UTM-WGS84 ZONA 17. Este 788012.13, Sur 9988915.87.

La Empresa de Agua Potable de Quito, EPMAPS, se encuentra mejorando las instalaciones de agua potable para entregar un mejor servicio a la ciudadanía. Para lo cual ha incrementado un conjunto de instalaciones hidráulicas, supervisión al proceso, automatizando al sistema y mejorando las comunicaciones.

Lo cual implica alterar el sistema eléctrico, reemplazando acometidas y medidor eléctrico.

Para lo cual se requiere la instalación de un transformador de 25kVA en el poste existente, con todos sus accesorios de protección primario y secundario de acuerdo al nuevo estudio de cargas realizado. Para este requerimiento el constructor debe realizar la solicitud de cambio de servicio a la Empresa Eléctrica Quito (EEQ).

16.4.2. DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA

De acuerdo a la ubicación del tanque en cuestión, al ser un usuario atípico (bombas, equipos especiales de riego, controles, vivienda guardia, etc.), se estima disponer una demanda, presentada en el anexo A-16.

Del anexo A-16, tenemos el siguiente resumen:

CIR: 36.41 kW

DDt = Demanda de Diseño total = DD1+DD2 (kVA)

(%) = Porcentaje de sobrecarga (90%)

DDt = 22.58 kVA

DD = Demanda de diseño = DDt. 0.9

DD = 20.32 kVA

Por lo que se instalará un transformador de 25 kVA.

16.4.3. DESCRIPCIÓN RED DE MEDIO VOLTAJE

Actualmente existe una red aérea trifásica a 22.8 GRDY / 13.2 kV, que es de propiedad de la EEQ, en la misma dirección que el Tanque San Miguel del Común Bajo, en la vereda del frente.

En el poste existente Pe1 (con coordenadas: X 788000.123; Y 9988898.18) de hormigón armado circular de 12m de altura se proyecta instalar el transformador monofásico de 25 kVA, y el seccionador portafusible unipolar tipo abierto de 27kV, 100A, como se indica en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2501-A.

16.4.4. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Para el diseño del sistema eléctrico, se utiliza los normativos de la EEQ y de acuerdo al estudio de la demanda del Anexo A-16, el centro de transformación proyectado será, monofásico de las siguientes características:

Centro de transformación CT-1:

Se instalará en el poste existente Pe1.

Tipo: Convencional monofásico

Potencia: 25 kVA

Voltaje primario: 22.8 / 13.2 kV, GRD-Y

Voltaje secundario: 240 / 120 V

Tap: +1 / -3x2.5%

16.4.5. DESCRIPCIÓN RED DE BAJO VOLTAJE

Se partirá de los terminales de bajo voltaje del transformador, con conductor tipo TTU, de cobre, calibre 2 AWG, para las fases y conductor de cobre desnudo calibre 2AWG para el neutro, soterrados a través de dos pozos tipo B, mediante ductos de 110 mm de diámetro, de PVC pesado, como se indica en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2501-A, desde el pozo Pz-2, se alimentará al tablero de medidor ubicado en el cerramiento del lote.

Se ha verificado que el máximo de caída de voltaje sea inferior al 3%, que es el porcentaje máximo permitido según las Normas de la EEQ, para este tipo de usuario cuyo anexo de caída de voltaje se muestra en el Anexo B-16.

16.4.6. SECCIONAMIENTO Y PROTECCIONES

16.4.6.1. Medio voltaje:

Para la protección y seccionamiento del transformador, se prevé instalar un seccionador fusible unipolar tipo abierto, 27kV, 100A, con tirafusible de 5 A, tipo H, que irá ubicado en el poste existente Pe1, como se aprecia en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2501-A. Su derivación de la red aérea, se la realizará con cable tipo TTU, Cobre, 2 AWG.

Para protección contra descargas atmosféricas se prevé un pararrayos de 18 kV, que se fijará en el transformador de 25 kVA.

16.4.6.2. Bajo voltaje:

El transformador diseñado es del tipo convencional, razón por la que se instalará una capaceta bajo el transformador, que tendrán dos cartuchos fusible tipo NH1, de 100 A, fijadas en base portafusibles NH1, 250 A. Desde las bases NH1, saldrá el circuito de bajo voltaje hacia el tablero de medidor, con cable tipo TTU, 2 AWG, de cobre, para las fases y con cable tipo TTU, 2 AWG, de cobre el neutro.

16.4.7. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

Para el sistema de puesta a tierra, se ha previsto realizar un montaje con dos varillas copperweld de 15 mm, de diámetro y de 2.40 m de longitud de alta camada, con sueldas exotérmicas.

Los valores de medición estarán de acuerdo a los requerimientos de la EEQ y será menor a 25 Ω , para lo cual el constructor instalará GEM, para enriquecer el suelo y mejorar la resistividad de este, para lograr dicha medición.

Para el final de circuito de bajo voltaje, que viene a ser el medidor E1, se prevé instalar 1 varilla copperweld de 15 mm, de diámetro y de 2.40 m de longitud, con suelda exotérmica para conectar a la tierra del medidor de energía eléctrica.

16.4.8. MEDICIÓN ELÉCTRICA

Actualmente existe un medidor de energía eléctrica con número 1001868145. Debido al incremento de carga, se planifica que instalar un nuevo medidor totalizador en el ingreso a la propiedad. Se proyecta construir una mocheta en el cerramiento, de libre ingreso por la calle pública, de tal modo de no necesitar pedir permiso, para las tomas de lecturas de consumo. El medidor lo proveerá la EEQ.

El detalle del montaje del tablero se muestra en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2508-A.

16.4.9. MATERIALES

En el anexo C-16, se presenta la lista de equipos y materiales, para el sistema de medio voltaje, la cual se realiza de acuerdo al proyecto aprobado por la Empresa Eléctrica Quito (EEQ), por lo que pueden existir variantes con respecto al presupuesto referencial.

16.5. PARTE II: SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO

En esta parte, se dispone de los criterios y diseños eléctricos a partir del medidor de energía eléctrica, en toda la parte interna de los tanques de almacenamiento.

16.5.1. CRITERIOS DE DISEÑO

En el presente Estudio de Diseño Eléctrico se establece los aspectos más importantes a ser tomados en cuenta para el sistema eléctrico. La alimentación del sistema eléctrico será construida bajo las normas generales del Código Eléctrico Ecuatoriano, el mismo está apegado a las normas eléctricas National Electrical Code (NEC) y las normas de seguridad National Fire Protection Association (NFPA). Tomando en cuenta para su aplicación las características de los materiales y equipos disponibles en el mercado local.

- Gabinete para sistema eléctrico, sistema de control y sistema SCADA: Se tendrá un solo gabinete, dividido en tres cuerpos, el primero para el tablero de distribución principal del área eléctrica, el segundo para el sistema de respaldo baterías; y el tercero para el sistema de control y SCADA.
- Tablero de protección principal (TP): Se ubicará inmediatamente después del tablero de medidor (TM), y servirá como principal protección de las instalaciones eléctricas del tanque. La alimentación del medidor de energía eléctrica, llegará hasta éste tablero de protección principal.
- Tablero de distribución principal (TDP): Será el sistema principal de interrupción y protección de las instalaciones eléctricas del tanque, donde se proyecta centralizar todas las cargas que alimentaran al cuarto de válvulas principal y los diferentes subtableros de distribución (STD-X) del tanque “San Miguel del Común Bajo”, y dispondrá de todas las protecciones necesarias para este fin. Esto permitirá garantizar la previsión del mantenimiento eléctrico, sin que se vea afectado el normal funcionamiento del tanque de agua, además posibilita un fácil reconocimiento de fallas eléctricas en caso de producirse.
- Centros de carga (STD-X): Los centros de carga corresponden a los tableros de donde se derivarán todos los circuitos de iluminación y fuerza que alimentaran a los equipos que se encuentren en áreas distintas al cuarto de válvulas principal.
- Alimentador red principal de bajo voltaje: Desde el tablero de protección principal (TP) se derivará, como alimentador principal, un circuito que alimentará el Tablero de Distribución Principal (TDP); de éste se derivarán los alimentadores de la red secundaria que alimentarán a los centros de carga o Subtableros de Distribución (STD-X).
- El presente proyecto contempla como máximo un 5% de caída de voltaje desde el tablero de medidores hasta los circuitos finales, teniendo como referencia para este propósito el nivel de voltaje en el centro de carga.
- Se contempla dos tipos de instalaciones internas, para los sistemas de iluminación y fuerza:
 - Para instalaciones que se encuentren dentro de los cuartos de válvulas, se utilizará tubería eléctrica intermedia (IMC). Las cuales están diseñado para proteger los cables eléctricos del ambiente corrosivo que existe en estas áreas.
 - Para las instalaciones en áreas donde no se tiene una alta exposición a la humedad, se utilizará tubería eléctrica metálica (EMT), la cual está diseñada especialmente para la conducción de cables eléctricos para zonas industriales, comerciales y residenciales; manteniendo el cableado aislado y protegiéndolo contra todo tipo de amenazas que pudieran dañarlo.

16.5.2. ACOMETIDA EN BAJO VOLTAJE.

- Retiro de cable de acometida actual desde el medidor hasta tablero principal ubicado en el cuarto de válvulas.

- Tendido y conexión de cable de acometida eléctrica nuevo, desde el medidor de energía eléctrica hasta el Tablero de Distribución Principal TDP y Control TCP, ubicado en la adecuación del cuarto de válvulas y control.

Para el cálculo de los alimentadores se considera todos los circuitos que proveerán la potencia requerida en las diferentes áreas del tanque.

16.5.2.1. Alimentadores principales

En la sección correspondiente a la cámara de transformación se establece que el transformador que se instalará será de 25 kVA donde la acometida de bajo voltaje es considerada desde los fusibles NH hasta el Tablero de Medidor (TM), y posteriormente al Tablero de Protección principal (TP). Desde el TP se alimentará al Tablero de Distribución Principal (TDP) mediante el circuito denominado Circuito-TDP. Como se puede ver en el diagrama unifilar general presentado en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2502-A, así como en la red de bajo voltaje del plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2501-A.

Con la demanda total del tanque, tomada del anexo A-16, se realiza el cálculo de caída de voltaje, presentado en el anexo B-16. En la tabla 16.2 se especifica la capacidad y características de la acometida de bajo voltaje y el circuito-TDP, considerando que este ramal tendrá que alimentar todas las cargas del tanque “San Miguel del Común Bajo”. La acometida de bajo voltaje se instalará de manera soterrada utilizando la canalización de tubería PVC de 110mm y pozos de bajo voltaje tipo B; por su parte el circuito-TDP se instalará utilizando la canalización de tubería PVC de 50mm, pozos de bajo voltaje tipo B y las cámaras eléctricas de revisión, tal como se puede apreciar en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2501-A.

Tabla 16.2 Alimentadores principales

Descripción	Demanda (kVA)	Conductores	In(A)	Protección
Acometida BV	20.32	2x2 AWG, TTU, Cu + 2 AWG, Cu Desn.	84.67	2Px100A
Circuito TDP	20.32	2x2(1x2), AWG, TTU, Cu.	84.67	2Px100A

16.5.2.2. Alimentadores Secundarios

Los alimentadores secundarios para se consideran los que se derivan desde el TDP hasta los centros de carga (STD-X), donde se distribuirán los circuitos de iluminación o fuerza de las áreas fuera del cuarto de válvulas principal de acuerdo a lo detallado en los diagramas unifilares presentados en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2502-A.

Se ha realizado el análisis de caída de voltaje, el cual se presenta en el anexo B-16, donde se ha tomado en cuenta que la caída de voltaje no supere el 5%, desde el tablero de medidor hasta cada centro de carga.

En la tabla 5.3 se resume el calibre del conductor que alimentará a los centros de carga.

Tabla 16.3 Alimentadores secundarios

Descripción	Potencia (kVA)	Alimentadores hasta los centros de carga de circuitos normales (STD-X)	In(A)	Factor de seguridad 1.25	Protección
CC-01	4.00	3x8 AWG, Concéntrico	33.33	41.67	1Px50A
STD-B	4.00	1x8(1x8)+1x8, AWG THHW, Cu	33.33	41.67	1Px50A

16.5.3. CUARTO DE VÁLVULAS Y CONTROL EDC:

- Retiro de tablero de distribución principal de iluminación y toma Corrientes existente.
- Instalación de nuevo tablero de iluminación y toma corrientes y conexionado de las cargas correspondientes TDP.
- Retiro de conductores eléctricos de los circuitos de iluminación interior, exterior, emergencia y toma corrientes, retiro de boquillas plafón, piezas de interruptor y tomacorrientes y luminarias de emergencia.
- Instalación de un Tablero de Distribución Principal de Control TCP CU-E y Gabinete de Baterías.

Como se muestra en los planos LTR-F3-CON-ELE-P-P-2504-A y LTR-F3-CON-ELE-P-P-2509-A

16.5.4. GABINETE GENERAL: SISTEMA ELÉCTRICO - SCADA - SISTEMA DE CONTROL

Se proyecta instalar un solo gabinete que unifica al sistema eléctrico y al sistema de control SCADA.

El gabinete será de doble fondo metálico, sujeción con pernos, ventilador, filtros, con las siguientes características:

- Tipo Modular
- Dimensiones: 250x160x50 cm
- Material: acero pintado color RAL7035
- Chapa de 2mm de espesor
- Grado de Protección: IP68 / Nema 12
- Certificado grado de protección mecánica a los choques: IK10.
- Dividido en tres sectores:
 - Área eléctrica: 40cm de ancho, una sola puerta de 40x160cm.
 - Área de baterías: 120 cm de ancho, dos puertas de 60x160cm
 - Área de SCADA: 90 cm de ancho, dos puertas de 45x160cm

16.5.5. DISEÑO DE TABLEROS PRINCIPALES

Para el diseño de los tableros eléctricos se considera todos aquellos que se alimentarán desde los bushings del secundario del transformador hasta cada tablero que se requiere para el funcionamiento del tanque “San Miguel del Común Bajo”. En la tabla 16.4 se resume los tableros eléctricos, necesarios.

Tabla 16.4 Tableros Eléctricos.

Abreviatura	Descripción	Demanda (kVA)	Ubicación
TM	Tablero de Medidor	20.32	Fachada, ingreso de la propiedad
TP	Tablero de Protección principal	20.32	Posterior al Tablero de Medidor
TDP	Tablero de Distribución Principal	20.32	Cuarto de Válvulas

16.5.5.1. TABLERO DE DISTRIBUCION PRINCIPAL TDP:

En el primer sector del gabinete general se instalarán todos los elementos del TDP, el cual tendrá una altura de 160 cm, ancho de 40 cm, profundidad de 50 cm. Contendrá barras de cobre, capacidad de 180 A, para fases, neutro y tierra, un breaker principal 2Px100A, tipo

caja moldeada y breakers tipo riel din de diferentes valores, como se indica en las especificaciones técnicas y en el plano de diagrama unifilar LTR-F3-CON-ELE-P-P-2502-A. La disposición general de los elementos se detalla en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2509-A.

Desde el TDP, se controla:

- a) Circuito de Iluminación Interior
- b) Circuito de Tomacorrientes.
- c) Iluminación perimetral y patios
- d) Subtablero de distribución del Baño

16.5.6. SISTEMA UPS.

Ubicado en el cuarto de control EDC, se alimentará desde las barras de distribución instalada en el TDP, para las fases y el neutro; la tierra viene directamente con cable TTU calibre 2 AWG desde la malla de tierra del área electrónica, nótese que no pasa por la protección principal del TDP.

El detalle interno de este segundo sector, así como del tercero correspondiente al sistema SCADA, se presenta en el sistema de control y SCADA.

16.5.7. TCP.

Este tablero es el destinado a Control, Instrumentación y Comunicaciones, dicho sistema se presenta en la ingeniería electrónica.

Se ha verificado que el máximo de caída de voltaje desde el tablero de medidor sea inferior al 5%, que es la norma permitida, cuyo anexo de caída de voltaje se muestra en el Anexo B-16.

16.5.8. CIRCUITOS ELÉCTRICOS

16.5.8.1. Circuitos eléctricos de iluminación y luces de emergencia

Serán todas las actividades para la instalación de tuberías (IMC / EMT), cajas metálicas, conductores y piezas eléctricas (interruptores simples, dobles, conmutadores, sensores, etc.) para dar servicio a una lámpara, un foco o luminarias en general.

Procedimiento:

La altura recomendada por el diseñador eléctrico, debe ser medida desde la parte inferior del cajetín hasta el nivel de piso terminado, salvo indicación contraria, los interruptores se colocarán a 130 cm de altura y los cajetines y piezas en posición vertical.

Los conductores serán tipo THHW-flexible calibre No. 14 AWG para fase y neutro, más No 14 AWG para tierra (color verde) de acuerdo a la distribución de los planos de diseño, la cantidad de conductores irá de acuerdo a lo establecido en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2505-A, correspondiente a las instalaciones eléctricas internas.

Para las lámparas de emergencia se instalará un punto de iluminación, la altura de instalación estará a criterio del fiscalizador, sin que ésta sea inferior a 180 cm. Dicho punto, se conectará directamente al circuito de iluminación más cercano sin ningún tipo de interruptor.

Existirán dos tipos de instalaciones:

- En el cuarto de válvulas, o áreas con ambientes de alta humedad, se utilizará tubería IMC, y todos los accesorios, como cajetines, uniones, codos, etc., deberán ser diseñados para tubería IMC. De igual manera, los interruptores simples y dobles, a instalarse, deberán ser herméticos o tener una placa hermética con una protección IP66 o superior.
- En las demás áreas se utilizará tubería EMT, con sus accesorios correspondientes. Las placas serán decorativas del color que el promotor las requiera.

16.5.8.2. Circuito de Fuerza Normal

Serán todas las actividades que se requieran para la instalación de tuberías (IMC / EMT), cajas, conductores y piezas eléctricas (tomacorrientes) para dar servicio a los circuitos de tomacorrientes.

Procedimiento:

Para el tomacorriente normal en pared: la altura recomendada debe ser medida desde la parte inferior del cajetín hasta el nivel de piso terminado, existirán dos alturas $h_1=40\text{cm}$ y $h_2=130\text{cm}$, indicadas en los planos correspondientes, y se colocarán en posición horizontal.

La ubicación será de acuerdo al plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2505-A, los conductores serán tipo THHW-flexible calibre No. 12 AWG para fase y neutro, más N° 12 AWG para tierra (color verde). Los tomacorrientes serán del tipo doble polarizado.

Existirán dos tipos de instalaciones:

- En el cuarto de válvulas, o áreas con ambientes de alta humedad, se utilizará tubería IMC, y todos los accesorios, como cajetines, uniones, codos, etc., deberán ser diseñados para tubería IMC. De igual manera, para los tomacorrientes se utilizarán tapas herméticas con una protección IP66 o superior.
- En las demás áreas se utilizará tubería EMT, con sus accesorios correspondientes. Las tapas serán decorativas del mismo color de la pieza de tomacorriente respectivo.

16.5.9. ELEMENTOS ELÉCTRICOS DE LA INSTALACION

16.5.9.1. Luminaria LED hermética sobrepuesta, instalación interior.

Se utilizará en el techo del cuarto de válvulas y en el techo de la estructura de control, su instalación será hermética utilizando prensa estopas y cable concéntrico 3x14AWG, las características de las luminarias son:

- Potencia; 40 Watts tubo LED
- Tension 120-240Vac.
- Tipo de distribución; directo simétrico.
- Tipo de montaje; sobrepuesto
- Carcaza; policarbonato color blanco
- Junta de poliuretano.
- Protección IP 65 Temperatura de color 6 000K
- Apto para lugares húmedos.



16.5.9.2. Luminaria LED exterior, tipo hermética instalada sobre pared.

Características:

- Potencia: 70 Watt
- Flujo luminoso: 3200lm
- tipo LED 100-277Vac



16.5.9.3. Luminaria exterior para tumbado

Características:

- Tipo tortuga para exterior.
- Para instalar directamente en superficie techo o pared.
- Portalámparas focos E27 hasta 26W
- Tensión: 120Vac 60Hz
- Protección: IP 65 o superior
- Con difusor de vidrio



16.5.9.4. Luminaria tipo vías y patios

Estas luminarias se instalarán en el exterior de los edificios en las vías y en el perímetro del predio, se instalarán sobre postes hormigón de 9 metros de altura con brazo de 1 metro de longitud

Características:

- Tipo: LED
- Protección: IP 65
- Potencia: 70watt
- Tensión: 100-240V 60Hz.
- Temperatura de color: CCT(K) 5000
- Flujo luminoso: 7445 lm



16.5.9.5. Luminarias de emergencia

Con la finalidad de dar seguridad a las personas cuando ocurre un corte de energía, se han dispuesto dos luminarias de emergencia por edificio, tanto en el cuarto de válvulas como en la estructura de control y cuarto de control.

Características:

- Carcaza; termoplástica, color blanco
- Cabezales; cuadrados ajustables con dos lámparas de 1.6 Watt cada uno.
- Lámparas tipo: LED
- Distribución; Simétrica dirigible.
- Control: automático con botón de prueba e indicador de carga.
- Tensión de operación 120V- 277 Vac,
- Flujo luminoso Lm; 170
- Temp. De color (k) 6000 IRC 70
- Factor de potencia; 0.7

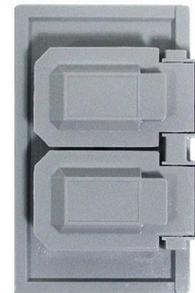


- Autonomía; 90 Minutos.
- Tipo de montaje; sobrepuesto sobre pared.

16.5.9.6. Tomacorrientes monofásicos 120Vac.

Las piezas de tomacorrientes serán de marca reconocida, conformada por el marco de dos tomacorrientes dobles polarizados fase, neutro más tierra, 15Amp. 120Vac, con conexión por medio de tornillos, con placa doble con tapas de protección de ingreso de agua.

La altura de montaje debe superar al nivel de inundación de tal manera que no ingrese agua a los bornes del tomacorriente.



16.5.9.7. Instalación de cables

Los cables eléctricos, serán tendidos de acuerdo; estructura del proyecto, al nivel de tensión, al sistema que corresponde; control, fuerza, etc.

Los tipos de instalación se describen a continuación.

El sistema de ductos para cables eléctricos a utilizar en este Proyecto será:

- Ductos.
- Tubos Conduit.
- Manguera negra reforzada

16.5.9.8. Ductos

Los bancos de ductos serán en PVC, cumpliendo los normativos de la EEQ, en áreas de circulación vehicular, obligatoriamente llevarán una capa de concreto, en el resto de áreas, su profundidad de enterramiento será 50 mm desde el piso terminado hasta la parte superior del ducto más cercano a la superficie.

Los bancos de ductos subterráneos deberán ser diseñados con una pendiente de 3 por mil como mínimo hacia los sótanos o drenajes para escurrir las aguas. En aquellos casos en los cuales el tubo deba aflorar a la superficie debe hacerse la transición PVC- Conduit metálico galvanizado en caliente. Las llegadas de los tubos de PVC a las cámaras se harán con campanas de remate. Las uniones en tuberías de PVC deberán ser ejecutadas con un cemento adecuado que provea un empalme firme y a prueba de agua.

Las cámaras eléctricas serán diseñadas en forma tal que su tamaño permita un adecuado manejo e instalación y mantenimiento de los cables. En los planos LTR-F3-CON-ELE-P-P-2507-A y LTR-F3-CON-ELE-P-P-2508-A, se aprecia, recorridos y tipos de ductos con sus detalles constructivo.

16.5.9.9. Tubos Conduit IMC

Los tubos Conduit serie intermedia (IMC), galvanizado electrolítico, se utilizarán, preferentemente, en instalaciones de edificaciones, embutidos o vistos en paredes o

losas, para iluminación y toma corrientes.

Los tubos Conduit diámetro 3/4" instalados horizontalmente, adosados a edificios o estructuras, deberán tener soportes cada 1.5 m, los tubos Conduit diámetro 1" en adelante deberán tener soportes cada 1.2m. Los tramos rectos sujetos a cambios de temperatura ambiente tendrán juntas de expansión. Ningún tramo de Conduit entre cajas de empalme y salidas, etc., deberá tener más de tres curvas de 90.

Será utilizada en circuitos de alimentación a tableros de fuerza, y control utilizados para procesos, con todos los accesorios necesarios para conexión y continuidad de conducción, las cajas son de diferentes tipos con sus tapas correspondientes; cuadradas con salidas roscadas, cajas tipo LB, LR, T, LL, etc.

16.5.9.10. Tubería metálica EMT

Será utilizada en circuitos de iluminación y tomacorrientes, embebidos en hormigón o a la vista, con los accesorios de instalación completos como; uniones, conectores, coronas, en los circuitos exteriores, la tubería EMT debe ser sujeta por medio de abrazaderas doble aleta tipo omega.

16.5.9.11. Manguera negra reforzada

Manguera plástica reforzada, de polietileno de alta densidad, de 2" (50mm), clase C color negra, resistente a la intemperie, membrana rígida, para uso de acometidas eléctricas, tendido de cable para iluminación, servicios de video vigilancia, semaforización y de telecomunicaciones.

16.5.10. ILUMINACIÓN PERIMETRAL Y PATIOS.

El nuevo diseño, contempla postes de 9 m de longitud de hormigón centrifugado, con luminarias tipo LED de 100 w. En los casos donde no se puede acceder con grúa, se instalarán postes de postes de plástico reforzado con fibra de vidrio de 9 m de altura.

Los detalles se aprecian en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2506-A, la alimentación eléctrica se realizará con cable de cobre tipo TTU calibre 8 AWG, para las fases y conductor de cobre desnudo calibre 8 AWG para la tierra, embebido en manguera negra de 50 mm de diámetro, a través de los pozos indicados.

El control se realiza desde el TDP, mediante un selector de tres POSICIONES: ON, OFF/AUTOMATICO, en manual se prende directamente todo el grupo de luminarias, en off, se apaga todo y en automático, se controla con fotocélula según sea de día o de noche. La fotocélula de control se ubicará en la pared más cercana al TDP, para que opere con la luz del día. Como se aprecia en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2506-A.

Los conductores se instalarán de manera soterrada, a través de manguera negra reforzada de 50mm, utilizando las cámaras de revisión eléctricas, y pozos tipo A de 60x60x60cm. Los detalles de la obra civil de pozos se indican en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2508-A.

16.5.11. RESISTIVIDAD, MALLA DE TIERRA Y MEJORAMIENTO DEL SUELO

En el anexo D, se dispone de un estudio del sistema de puesta a tierra. La puesta a tierra tendrá una nueva configuración partiendo desde los valores de resistencia y resistividad del terreno. De acuerdo a la tabla abajo indicada.

Tabla 16.5 Medición De Resistencia - San Miguel del Común Bajo

MEDICION DE RESISTENCIA Y RESISTIVIDAD CALCULADA		
Método de Wenner		
Resistencia medida (R) Ω	Distancia de electrodos d (m)	Resistividad $\rho = \pi \cdot 2 \cdot d \cdot R$ ($\Omega \cdot m$)
11	4	276.32

Del anexo D, se desprende, básicamente lo siguiente:

1. Las mallas de tierra que se van a construir, en su conformación topológica, se muestran en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2503-A.
2. Se utilizarán varillas copperweld de 2.4 m, la separación entre ellas, será de al menos 4.50 metros, como se muestra en el plano de tierras y en sus detalles en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2509-A.
3. El enriquecimiento de tierra es obligatorio en cada varilla, de acuerdo a la propuesta del anexo D.
4. El cable de tierra será de cobre calibre 2/0 AWG.
5. Las uniones hacia los puntos de tierra de las áreas a servirse, pueden ser de diferentes calibres, según se indican en los planos.
6. Todas las soldas son exotérmicas.
7. Para el presente caso se define no instalar electrodos activos, si bien dan muy buen resultado en la medición de la tierra de la malla en un inicio, a la postre resultan un problema, pues requieren un mantenimiento regular cada 6 meses, en caso que no se realice dicho mantenimiento, los electrodos activos empiezan a perder sus características de baja resistencia, empezando a subir sus mediciones.
8. Para el caso de la mejora con GEM o ECUAGEM, los resultados son durables por lo menos durante los próximos 35 años, que es el tiempo de vida útil de las varillas copperweld. El carbón mineral no se deteriora, por lo que es la mejor opción de construir las mallas de tierra indicadas. Prácticamente su mantenimiento se reduce a mantener húmedo el terreno y en el peor de los casos, el carbón mineral tiene muy baja resistividad incluso si está seco, lo cual implica que, aunque no se humedezca a la malla de tierra, los resultados serán durables y sin mayor variación con el tiempo.

16.5.12. PARARRAYOS

Se montará una torre de 15 metros de altura para comunicaciones y en la parte superior se instalará un pararrayos tipo franklin, se presenta el estudio de protección contra descargas atmosféricas en el anexo E, y su área de protección se ha determinado que sea con las normas NFPA 780 e IEC 3205, definiendo un radio de esfera rodante de 60m, lo cual nos da un nivel de protección IV, que considerando que es un área libre de explosivos, y de poca concurrencia de personas, es lo más adecuado para su diseño.

En el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2510-A, se indica claramente las áreas de protección y nos hemos concentrado en el área de equipos.

En la parte superior de la torre se encuentra el pararrayos y además una baliza para señalización de presencia para las naves aéreas. La baliza se ha diseñado del tipo fotovoltaica, lo cual le da independencia total de energía eléctrica, pues su sistema garantiza autonomía de 16 horas, con la carga solar y un tiempo de duración superior a los 10 años.

El pararrayos cuenta con un contador de descargas ubicado en el pie de la torre y su conexión a tierra será a través de un cable aislado 2/0 AWG tipo TTU, a través de una caja metálica que contiene una barra de cobre, donde se unirá el cable que baja desde el pararrayos, los detalles constructivos se muestran en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2510-A.

16.6. Ruta de Cables

En el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2507-A, se presenta un resumen de todos los circuitos principales, secundarios e iluminación perimetral, donde se detalla tipo de tubería, número de ductos, circuito eléctrico, tipo de conductor y distancia.

16.7. RESUMEN DE PRESENTACIÓN ELÉCTRICA, EN PLANOS Y DIAGRAMAS

Todo lo anteriormente indicado se resume en lo siguiente:

CODIGO DE PLANO	CONTENIDO
LTR-F3-CON-ELE-P-P-2500-A	SISTEMA ELÉCTRICO DEL SAN MIGUEL DEL COMÚN BAJO
LTR-F3-CON-ELE-P-P-2501-A	RED DE MV Y CANALIZACIÓN DE BV
LTR-F3-CON-ELE-P-P-2502-A	DIAGRAMA UNIFILAR
LTR-F3-CON-ELE-P-P-2503-A	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA
LTR-F3-CON-ELE-P-P-2504-A	UBICACIÓN DE EQUIPOS
LTR-F3-CON-ELE-P-P-2505-A	ILUMINACIÓN INTERNA Y FUERZA
LTR-F3-CON-ELE-P-P-2506-A	ILUMINACIÓN EXTERNA Y PERIMETRAL
LTR-F3-CON-ELE-P-P-2507-A	RUTA DE CABLES (PLANO DE DUCTOS)
LTR-F3-CON-ELE-P-P-2508-A	DETALLES DE OBRA CIVIL
LTR-F3-CON-ELE-P-P-2509-A	DETALLES MALLAS DE TIERRA Y TABLEROS
LTR-F3-CON-ELE-P-P-2510-A	PROTECCION DE PARRAYO (INCLUYE DETALLES)

En el ANEXO H-16, se presenta todos los planos correspondientes al sistema eléctrico del Tanque de San Miguel del Común Bajo.

16.8. LISTA DE MATERIALES SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO

En el anexo F-16, se presenta el listado de materiales del sistema eléctrico interno, con sus cantidades, en lo que se refiere a:

- Tablero de distribución principal (TDP)
- Tableros de distribución varios.
- Instalaciones interiores de la edificación.
- Sistema de mallas a tierra
- Sistema de protección contra descargas atmosféricas
- Sistema de iluminación perimetral.
- Etc.

Nota: Este listado se realiza de acuerdo al proyecto aprobado por la Empresa Eléctrica Quito (EEQ), por lo que pueden existir variantes con respecto al presupuesto referencial.

16.9. PRESUPUESTO REFERENCIAL

El valor del presupuesto del sistema eléctrico del tanque San Miguel del Común Bajo se

encuentra en el Anexo G-16. Además, se presenta un resumen general del presupuesto de todos los tanques al final de la memoria como Anexo General 2.

16.10. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Las especificaciones técnicas de los elementos que forman parte el estudio del sistema de eléctrico se presentan de manera general para todos los tanques en el Anexo General 1. Dicho anexo se presenta una sola vez al final de las memorias.

16.11. ANEXOS

- ANEXO A-16: DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA
- ANEXO B-16: CÁLCULO DE CAÍDA DE VOLTAJE
- ANEXO C-16: LISTA DE MATERIALES MV, ACOMETIDA Y MEDIDOR.
- ANEXO D: RESISTIVIDAD, MALLA DE TIERRA Y MEJORAMIENTO DEL SUELO, DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE Y REDES DE CALDERÓN
- ANEXO E: SISTEMA DE PARARRAYOS, PROTECCIÓN CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE Y REDES DE CALDERÓN
- ANEXO F-16: LISTA DE MATERIALES SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO
- ANEXO G-16: PRESUPUESTO DEL PROYECTO
- ANEXO H-16: PLANOS

ANEXO “A-16”

DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA

ANEXO “B-16”

CÁLCULO DE CAÍDA DE VOLTAJE

ANEXO “C-16”

LISTA DE MATERIALES MV, ACOMETIDA Y MEDIDOR.

ANEXO “D”

RESISTIVIDAD, MALLA DE TIERRA Y MEJORAMIENTO DEL SUELO, DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE Y REDES DE CALDERÓN

ANEXO “E”

SISTEMA DE PARARRAYOS, PROTECCIÓN CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE Y REDES DE CALDERÓN

ANEXO “F-16”

LISTA DE MATERIALES SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO

ANEXO “G-16”

PRESUPUESTO DEL PROYECTO

ANEXO “H-16”

PLANOS

17. TANQUE DE AGUA POTABLE SAN MIGUEL DEL COMÚN MEDIO

17.1. GENERALIDADES

El tanque de agua potable de San Miguel del Común Medio, forma parte del sistema de distribución Collaloma, con una capacidad de 100m³, se encuentra situado en la parroquia de Calderón, en la Panamericana Norte S/N, de la ciudad de Quito.

A una altura de 2570msnm

Tabla 17.1 Coordenadas UTM-WGS84 ZONA 17

Coordenadas UTM-WGS84 ZONA 17	ESTE	NORTE
SAN MIGUEL DEL COMÚN MEDIO	785794.96	9989836.14

Fuente: INGECONSULT, 2019

La Empresa de Agua Potable de Quito, EPMAPS, se encuentra mejorando las instalaciones de agua potable para entregar un mejor servicio a la ciudadanía, para lo cual ha incrementado un conjunto de instalaciones hidráulicas llamadas Estructura de Control (EDC), supervisión al proceso, automatizando al sistema y mejorando las comunicaciones, este conjunto de mejoras determinan un mayor consumo de energía eléctrica y nuevas instalaciones en el sistema eléctrico de redes de agua potable de Calderón.

17.2. OBJETIVO

Este documento entrega los lineamientos generales que se realizarán para mejorar y adecuar las instalaciones eléctricas del predio y de proceso del San Miguel del Común Medio.

17.3. SISTEMA ELÉCTRICO

El Sistema eléctrico se divide en dos partes, la una corresponde a la provisión de energía por parte de la Empresa Eléctrica Quito (EEQ), en el Anexo General 3 se presenta el proyecto eléctrico del Tanque San Miguel del Común Medio, APROBADO por la EEQ.

La segunda parte, corresponde al sistema eléctrico a partir del medidor de energía eléctrica.

17.4. Parte I: RED DE MEDIO VOLTAJE, ACOMETIDA Y MEDICIÓN ELÉCTRICA

17.4.1. ANTECEDENTES

El tanque de agua potable de San miguel del Común Medio, forma parte del sistema de distribución Collaloma, con una capacidad de 100m³, se encuentra ubicado en la parroquia Calderón, en la Panamericana Norte S/N, de la ciudad de Quito a una altura de 2570msnm y en las coordenadas UTM-WGS84 ZONA 17. Este 785794.96 Norte 9989836.14.

La Empresa de Agua Potable de Quito, EPMAPS, se encuentra mejorando las instalaciones de agua potable para entregar un mejor servicio a la ciudadanía. Para lo cual ha incrementado un conjunto de instalaciones hidráulicas, supervisión al proceso, automatizando al sistema y mejorando las comunicaciones.

Lo cual implica alterar el sistema eléctrico, reemplazando acometidas y medidor eléctrico. Para lo cual se requiere la instalación de un transformador de 25kVA en el poste

existente, con todos sus accesorios de protección primario y secundario de acuerdo al nuevo estudio de cargas realizado. Para este requerimiento el constructor debe realizar la solicitud de cambio de servicio a la Empresa Eléctrica Quito (EEQ).

17.4.2. DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA

De acuerdo a la ubicación del tanque en cuestión, al ser un usuario atípico (bombas, equipos especiales de riego, controles, vivienda guardia, etc.), se estima disponer una demanda, presentada en el anexo A-17.

Del anexo A-17, tenemos el siguiente resumen:

CIR: 36.41 kW

DDt = Demanda de Diseño total = DD1+DD2 (kVA)

(%) = Porcentaje de sobrecarga (90%)

DDt = 22.58 kVA

DD = Demanda de diseño = DDt. 0.9

DD = 20.32 kVA

Por lo que se instalará un transformador de 25 kVA.

17.4.3. DESCRIPCIÓN RED DE MEDIO VOLTAJE

La Empresa Eléctrica Quito dispone de una red monofásica de distribución 23,8/ 13,2KV en medio voltaje, la misma que servirá como punto de alimentación para el proyecto en mención.

La red de medio voltaje actualmente termina en el poste existente Pe1 (con coordenadas: X 788146.265; Y 9989787.153) de hormigón armado circular, por lo que se proyecta el reemplazo del poste existente Pe3, por un poste de hormigón de 12m de altura denominado P1 y la extensión de red monofásica, con conductor ASC 2/0 AWG desde el poste Pe1 hasta el poste proyectado P1. En el poste proyectado P1 se instalará el transformador monofásico de 25 kVA, y el seccionador portafusible unipolar tipo abierto de 27kV, 100A, como se indica en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2601-A.

17.4.4. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Para el diseño del sistema eléctrico, se utiliza los normativos de la EEQ y de acuerdo al estudio de la demanda del Anexo A-17, el centro de transformación proyectado será, monofásico de las siguientes características:

Centro de transformación CT-1: Se instalará en el poste proyectado P1.

Tipo: Convencional monofásico

Potencia: 25 kVA

Voltaje primario: 22.8 / 13.2 kV, GRD-Y

Voltaje secundario: 240 / 120 V

Tap: +1 / -3x2.5%

17.4.5. DESCRIPCIÓN RED DE BAJO VOLTAJE

Se partirá de los terminales de bajo voltaje del transformador, con conductor tipo TTU, de cobre, calibre 2 AWG, para las fases y conductor de cobre desnudo calibre 2AWG para el neutro, soterrados a través de tres pozos tipo B, mediante ductos de 110 mm de diámetro, de PVC pesado, como se indica en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2601-A, desde el pozo Pz-3, se alimentará al tablero de medidor ubicado en el cerramiento del lote.

Se ha verificado que el máximo de caída de voltaje sea inferior al 3%, que es el porcentaje máximo permitido según las Normas de la EEQ, para este tipo de usuario cuyo anexo de caída de voltaje se muestra en el Anexo B-17.

17.4.6. SECCIONAMIENTO Y PROTECCIONES

17.4.6.1. Medio voltaje:

Para la protección y seccionamiento del transformador, se prevé instalar un seccionador fusible unipolar tipo abierto, 27kV, 100A, con tirafusible de 5 A, tipo H, que irá ubicado en el poste proyectado P1, como se aprecia en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2601-A. Su derivación de la red aérea, se la realizará con cable tipo TTU, Cobre, 2 AWG.

Para protección contra descargas atmosféricas se prevé un pararrayos de 18 kV, que se fijará en el transformador de 25 kVA.

17.4.6.2. Bajo voltaje:

El transformador diseñado es del tipo convencional, razón por la que se instalará una capaceta bajo el transformador, que tendrán dos cartuchos fusible tipo NH1, de 100 A, fijadas en base portafusibles NH1, 250 A. Desde las bases NH1, saldrá el circuito de bajo voltaje hacia el tablero de medidor, con cable tipo TTU, 2 AWG, de cobre, para las fases y con cable tipo TTU, 2 AWG, de cobre el neutro.

17.4.7. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

Para el sistema de puesta a tierra, se ha previsto realizar un montaje con dos varillas copperweld de 15 mm, de diámetro y de 2.40 m de longitud de alta camada, con sueldas exotérmicas.

Los valores de medición estarán de acuerdo a los requerimientos de la EEQ y será menor a 25 Ω , para lo cual el constructor instalará GEM, para enriquecer el suelo y mejorar la resistividad de este, para lograr dicha medición.

Para el final de circuito de bajo voltaje, que viene a ser el medidor E1, se prevé instalar 1 varilla copperweld de 15 mm, de diámetro y de 2.40 m de longitud, con suelda exotérmica para conectar a la tierra del medidor de energía eléctrica.

17.4.8. MEDICIÓN ELÉCTRICA

Actualmente existe un medidor de energía eléctrica con número 686342. Debido al incremento de carga, se planifica que instalar un nuevo medidor totalizador en el ingreso a la propiedad. Se proyecta construir una mocheta en el cerramiento, de libre ingreso por la calle pública, de tal modo de no necesitar pedir permiso, para las tomas de lecturas de consumo. El medidor lo proveerá la EEQ.

El detalle del montaje del tablero se muestra en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2608-A.

17.4.9. MATERIALES

En el anexo C-17, se presenta la lista de equipos y materiales, para el sistema de medio voltaje, la cual se realiza de acuerdo al proyecto aprobado por la Empresa Eléctrica Quito (EEQ), por lo que pueden existir variantes con respecto al presupuesto referencial.

17.5. PARTE II: SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO

En esta parte, se dispone de los criterios y diseños eléctricos a partir del medidor de energía eléctrica, en toda la parte interna de los tanques de almacenamiento.

17.5.1. CRITERIOS DE DISEÑO

En el presente Estudio de Diseño Eléctrico se establece los aspectos más importantes a ser tomados en cuenta para el sistema eléctrico. La alimentación del sistema eléctrico será construida bajo las normas generales del Código Eléctrico Ecuatoriano, el mismo está apegado a las normas eléctricas National Electrical Code (NEC) y las normas de seguridad National Fire Protection Association (NFPA). Tomando en cuenta para su aplicación las características de los materiales y equipos disponibles en el mercado local.

- Gabinete para sistema eléctrico, sistema de control y sistema SCADA: Se tendrá un solo gabinete, dividido en tres cuerpos, el primero para el tablero de distribución principal del área eléctrica, el segundo para el sistema de respaldo baterías; y el tercero para el sistema de control y SCADA.
- Tablero de protección principal (TP): Se ubicará inmediatamente después del tablero de medidor (TM), y servirá como principal protección de las instalaciones eléctricas del tanque. La alimentación del medidor de energía eléctrica, llegará hasta éste tablero de protección principal.
- Tablero de distribución principal (TDP): Será el sistema principal de interrupción y protección de las instalaciones eléctricas del tanque, donde se proyecta centralizar todas las cargas que alimentaran al cuarto de válvulas principal y los diferentes subtableros de distribución (STD-X) del tanque “San Miguel del Común Medio”, y dispondrá de todas las protecciones necesarias para este fin. Esto permitirá garantizar la previsión del mantenimiento eléctrico, sin que se vea afectado el normal funcionamiento del tanque de agua, además posibilita un fácil reconocimiento de fallas eléctricas en caso de producirse.
- Centros de carga (STD-X): Los centros de carga corresponden a los tableros de donde se derivarán todos los circuitos de iluminación y fuerza que alimentaran a los equipos que se encuentren en áreas distintas al cuarto de válvulas principal.
- Alimentador red principal de bajo voltaje: Desde el tablero de protección principal (TP) se derivará, como alimentador principal, un circuito que alimentará el Tablero de Distribución Principal (TDP); de éste se derivarán los alimentadores de la red secundaria que alimentarán a los centros de carga o Subtableros de Distribución (STD-X).
- El presente proyecto contempla como máximo un 5% de caída de voltaje desde el tablero de medidores hasta los circuitos finales, teniendo como referencia para este propósito el nivel de voltaje en el centro de carga.
- Se contempla dos tipos de instalaciones internas, para los sistemas de iluminación y fuerza:
 - Para instalaciones que se encuentren dentro de los cuartos de válvulas, se utilizará tubería eléctrica intermedia (IMC). Las cuales están diseñado para proteger los cables eléctricos del ambiente corrosivo que existe en estas áreas.
 - Para las instalaciones en áreas donde no se tiene una alta exposición a la humedad, se utilizará tubería eléctrica metálica (EMT), la cual está diseñada especialmente para la conducción de cables eléctricos para zonas industriales, comerciales y residenciales; manteniendo el cableado aislado y protegiéndolo contra todo tipo de amenazas que pudieran dañarlo.

17.5.2. ACOMETIDA EN BAJO VOLTAJE.

- Retiro de cable de acometida actual desde el medidor hasta tablero principal ubicado en el cuarto de válvulas.

- Tendido y conexionado de cable de acometida eléctrica nuevo, desde el medidor de energía eléctrica hasta el Tablero de Distribución Principal TDP y Control TCP, ubicado en la adecuación del cuarto de válvulas y control.

Para el cálculo de los alimentadores se considera todos los circuitos que proveerán la potencia requerida en las diferentes áreas del tanque.

17.5.2.1. Alimentadores principales

En la sección correspondiente a la cámara de transformación se establece que el transformador que se instalará será de 25 kVA donde la acometida de bajo voltaje es considerada desde los fusibles NH hasta el Tablero de Medidor (TM), y posteriormente al Tablero de Protección principal (TP). Desde el TP se alimentará al Tablero de Distribución Principal (TDP) mediante el circuito denominado Circuito-TDP. Como se puede ver en el diagrama unifilar general presentado en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2602-A, así como en la red de bajo voltaje del plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2601-A.

Con la demanda total del tanque, tomada del anexo A-17, se realiza el cálculo de caída de voltaje, presentado en el anexo B-17. En la tabla 17.2 se especifica la capacidad y características de la acometida de bajo voltaje y el circuito-TDP, considerando que este ramal tendrá que alimentar todas las cargas del tanque “San Miguel del Común Medio”. La acometida de bajo voltaje se instalará de manera soterrada utilizando la canalización de tubería PVC de 110mm y pozos de bajo voltaje tipo B; por su parte el circuito-TDP se instalará utilizando la canalización de tubería PVC de 50mm, pozos de bajo voltaje tipo B y las cámaras eléctricas de revisión, tal como se puede apreciar en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2601-A.

Tabla 17.2 Alimentadores principales

Descripción	Demanda (kVA)	Conductores	In(A)	Protección
Acometida BV	20.32	2x2 AWG, TTU, Cu + 2 AWG, Cu Desn.	84.67	2Px100A
Circuito TDP	20.32	2x2(1x2), AWG, TTU, Cu.	84.67	2Px100A

17.5.2.2. Alimentadores Secundarios

Los alimentadores secundarios para se consideran los que se derivan desde el TDP hasta los centros de carga (STD-X), donde se distribuirán los circuitos de iluminación o fuerza de las áreas fuera del cuarto de válvulas principal de acuerdo a lo detallado en los diagramas unifilares presentados en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2602-A.

Se ha realizado el análisis de caída de voltaje, el cual se presenta en el anexo B-17, donde se ha tomado en cuenta que la caída de voltaje no supere el 5%, desde el tablero de medidor hasta cada centro de carga.

En la tabla 17.3 se resume el calibre del conductor que alimentará a los centros de carga.

Tabla 17.3 Alimentadores secundarios

Descripción	Potencia (kVA)	Alimentadores hasta los centros de carga de circuitos normales (STD-X)	In(A)	Factor de seguridad 1.25	Protección
CC-01	4.00	3x8 AWG, Concéntrico	33.33	41.67	1Px50A
STD-B	4.00	1x8(1x8)+1x8, AWG THHW, Cu	33.33	41.67	1Px50A

17.5.3. CUARTO DE VÁLVULAS Y CONTROL EDC:

- Retiro de tablero de distribución principal de iluminación y toma Corrientes existente.
- Instalación de nuevo tablero de iluminación y toma corrientes y conexionado de las cargas correspondientes TDP.
- Retiro de conductores eléctricos de los circuitos de iluminación interior, exterior, emergencia y toma corrientes, retiro de boquillas plafón, piezas de interruptor y tomacorrientes y luminarias de emergencia.
- Instalación de un Tablero de Distribución Principal de Control TCP CU-E y Gabinete de Baterías.

Como se muestra en los planos LTR-F3-CON-ELE-P-P-2604-A y LTR-F3-CON-ELE-P-P-2609-A

17.5.4. GABINETE GENERAL: SISTEMA ELÉCTRICO - SCADA - SISTEMA DE CONTROL

Se proyecta instalar un solo gabinete que unifica al sistema eléctrico y al sistema de control SCADA.

El gabinete será de doble fondo metálico, sujeción con pernos, ventilador, filtros, con las siguientes características:

- Tipo Modular
- Dimensiones: 250x160x50 cm
- Material: acero pintado color RAL7035
- Chapa de 2mm de espesor
- Grado de Protección: IP68 / Nema 12
- Certificado grado de protección mecánica a los choques: IK10.
- Dividido en tres sectores:
 - Área eléctrica: 40cm de ancho, una sola puerta de 40x160cm.
 - Área de baterías: 120 cm de ancho, dos puertas de 60x160cm
 - Área de SCADA: 90 cm de ancho, dos puertas de 45x160cm

17.5.5. DISEÑO DE TABLEROS PRINCIPALES

Para el diseño de los tableros eléctricos se considera todos aquellos que se alimentarán desde los bushings del secundario del transformador hasta cada tablero que se requiere para el funcionamiento del tanque “San Miguel del Común Medio”. En la tabla 17.4 se resume los tableros eléctricos, necesarios.

Tabla 17.4 Tableros Eléctricos.

Abreviatura	Descripción	Demanda (kVA)	Ubicación
TM	Tablero de Medidor	20.32	Fachada, ingreso de la propiedad
TP	Tablero de Protección principal	20.32	Posterior al Tablero de Medidor
TDP	Tablero de Distribución Principal	20.32	Cuarto de Válvulas

17.5.5.1. TABLERO DE DISTRIBUCION PRINCIPAL TDP:

En el primer sector del gabinete general se instalarán todos los elementos del TDP, el cual tendrá una altura de 160 cm, ancho de 40 cm, profundidad de 50 cm. Contendrá barras de cobre, capacidad de 180 A, para fases, neutro y tierra, un breaker principal 2Px100A, tipo

caja moldeada y breakers tipo riel din de diferentes valores, como se indica en las especificaciones técnicas y en el plano de diagrama unifilar LTR-F3-CON-ELE-P-P-2602-A. La disposición general de los elementos se detalla en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2609-A.

Desde el TDP, se controla:

- a) Circuito de Iluminación Interior
- b) Circuito de Tomacorrientes.
- c) Iluminación perimetral y patios
- d) Subtablero de distribución del Baño

17.5.6. SISTEMA UPS.

Ubicado en el cuarto de control EDC, se alimentará desde las barras de distribución instalada en el TDP, para las fases y el neutro; la tierra viene directamente con cable TTU calibre 2 AWG desde la malla de tierra del área electrónica, nótese que no pasa por la protección principal del TDP.

El detalle interno de este segundo sector, así como del tercero correspondiente al sistema SCADA, se presenta en el sistema de control y SCADA.

17.5.7. TCP.

Este tablero es el destinado a Control, Instrumentación y Comunicaciones, dicho sistema se presenta en la ingeniería electrónica.

Se ha verificado que el máximo de caída de voltaje desde el tablero de medidor sea inferior al 5%, que es la norma permitida, cuyo anexo de caída de voltaje se muestra en el Anexo B-17.

17.5.8. CIRCUITOS ELÉCTRICOS

17.5.8.1. Circuitos eléctricos de iluminación y luces de emergencia

Serán todas las actividades para la instalación de tuberías (IMC / EMT), cajas metálicas, conductores y piezas eléctricas (interruptores simples, dobles, conmutadores, sensores, etc.) para dar servicio a una lámpara, un foco o luminarias en general.

Procedimiento:

La altura recomendada por el diseñador eléctrico, debe ser medida desde la parte inferior del cajetín hasta el nivel de piso terminado, salvo indicación contraria, los interruptores se colocarán a 130 cm de altura y los cajetines y piezas en posición vertical.

Los conductores serán tipo THHW-flexible calibre No. 14 AWG para fase y neutro, más No 14 AWG para tierra (color verde) de acuerdo a la distribución de los planos de diseño, la cantidad de conductores irá de acuerdo a lo establecido en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2605-A, correspondiente a las instalaciones eléctricas internas.

Para las lámparas de emergencia se instalará un punto de iluminación, la altura de instalación estará a criterio del fiscalizador, sin que ésta sea inferior a 180 cm. Dicho punto, se conectará directamente al circuito de iluminación más cercano sin ningún tipo de interruptor.

Existirán dos tipos de instalaciones:

- En el cuarto de válvulas, o áreas con ambientes de alta humedad, se utilizará tubería IMC, y todos los accesorios, como cajetines, uniones, codos, etc., deberán

ser diseñados para tubería IMC. De igual manera, los interruptores simples y dobles, a instalarse, deberán ser herméticos o tener una placa hermética con una protección IP66 o superior.

- En las demás áreas se utilizará tubería EMT, con sus accesorios correspondientes. Las placas serán decorativas del color que el promotor las requiera.

17.5.8.2. Circuito de Fuerza Normal

Serán todas las actividades que se requieran para la instalación de tuberías (IMC / EMT), cajas, conductores y piezas eléctricas (tomacorrientes) para dar servicio a los circuitos de tomacorrientes.

Procedimiento:

Para el tomacorriente normal en pared: la altura recomendada debe ser medida desde la parte inferior del cajetín hasta el nivel de piso terminado, existirán dos alturas $h_1=40\text{cm}$ y $h_2=130\text{cm}$, indicadas en los planos correspondientes, y se colocarán en posición horizontal.

La ubicación será de acuerdo al plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2605-A, los conductores serán tipo THHW-flexible calibre No. 12 AWG para fase y neutro, más N° 12 AWG para tierra (color verde). Los tomacorrientes serán del tipo doble polarizado.

Existirán dos tipos de instalaciones:

- En el cuarto de válvulas, o áreas con ambientes de alta humedad, se utilizará tubería IMC, y todos los accesorios, como cajetines, uniones, codos, etc., deberán ser diseñados para tubería IMC. De igual manera, para los tomacorrientes se utilizarán tapas herméticas con una protección IP66 o superior.
- En las demás áreas se utilizará tubería EMT, con sus accesorios correspondientes. Las tapas serán decorativas del mismo color de la pieza de tomacorriente respectivo.

17.5.9. ELEMENTOS ELÉCTRICOS DE LA INSTALACION

17.5.9.1. Luminaria LED hermética sobrepuesta, instalación interior.

Se utilizará en el techo del cuarto de válvulas y en el techo de la estructura de control, su instalación será hermética utilizando prensa estopas y cable concéntrico 3x14AWG, las características de las luminarias son:

Potencia; 40 Watts tubo LED

- Tension 120-240Vac.
- Tipo de distribución; directo simétrico.
- Tipo de montaje; sobrepuesto
- Carcaza; policarbonato color blanco
- Junta de poliuretano.
- Protección IP 65 Temperatura de color 6 000K
- Apto para lugares húmedos.



17.5.9.2. Luminaria LED exterior, tipo hermética instalada sobre pared.

Características:

- Potencia: 70 Watt
- Flujo luminoso: 3200lm
- tipo LED 100-277Vac



17.5.9.3. Luminaria exterior para tumbado

Características:

- Tipo tortuga para exterior.
- Para instalar directamente en superficie techo o pared.
- Portalámparas focos E27 hasta 26W
- Tensión: 120Vac 60Hz
- Protección: IP 65 o superior
- Con difusor de vidrio



17.5.9.4. Luminaria tipo vías y patios

Estas luminarias se instalarán en el exterior de los edificios en las vías y en el perímetro del predio, se instalarán sobre postes hormigón de 9 metros de altura con brazo de 1 metro de longitud

Características:

- Tipo: LED
- Protección: IP 65
- Potencia: 70watt
- Tensión: 100-240V 60Hz.
- Temperatura de color: CCT(K) 5000
- Flujo luminoso: 7445 lm



17.5.9.5. Luminarias de emergencia

Con la finalidad de dar seguridad a las personas cuando ocurre un corte de energía, se han dispuesto dos luminarias de emergencia por edificio, tanto en el cuarto de válvulas como en la estructura de control y cuarto de control.

Características:

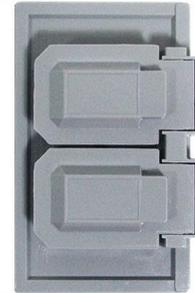
- Carcaza; termoplástica, color blanco
- Cabezales; cuadrados ajustables con dos lámparas de 1.6 Watt cada uno.
- Lámparas tipo: LED
- Distribución; Simétrica dirigible.
- Control: automático con botón de prueba e indicador de carga.
- Tensión de operación 120V- 277 Vac,
- Flujo luminoso Lm; 170
- Temp. De color (k) 6000 IRC 70
- Factor de potencia; 0.7
- Autonomía; 90 Minutos.
- Tipo de montaje; sobrepuesto sobre pared.



17.5.9.6. Tomacorrientes monofásicos 120Vac.

Las piezas de tomacorrientes serán de marca reconocida, conformada por el marco de dos tomacorrientes dobles polarizados fase, neutro más tierra, 15Amp. 120Vac, con conexión por medio de tornillos, con placa doble con tapas de protección de ingreso de agua.

La altura de montaje debe superar al nivel de inundación de tal manera que no ingrese agua a los bornes del tomacorriente.



17.5.9.7. Instalación de cables

Los cables eléctricos, serán tendidos de acuerdo; estructura del proyecto, al nivel de tensión, al sistema que corresponde; control, fuerza, etc.

Los tipos de instalación se describen a continuación.

El sistema de ductos para cables eléctricos a utilizar en este Proyecto será:

- Ductos.
- Tubos Conduit.
- Manguera negra reforzada

17.5.9.8. Ductos

Los bancos de ductos serán en PVC, cumpliendo los normativos de la EEQ, en áreas de circulación vehicular, obligatoriamente llevarán una capa de concreto, en el resto de áreas, su profundidad de enterramiento será 50 mm desde el piso terminado hasta la parte superior del ducto más cercano a la superficie.

Los bancos de ductos subterráneos deberán ser diseñados con una pendiente de 3 por mil como mínimo hacia los sótanos o drenajes para escurrir las aguas. En aquellos casos en los cuales el tubo deba aflorar a la superficie debe hacerse la transición PVC- Conduit metálico galvanizado en caliente. Las llegadas de los tubos de PVC a las cámaras se harán con campanas de remate. Las uniones en tuberías de PVC deberán ser ejecutadas con un cemento adecuado que provea un empalme firme y a prueba de agua.

Las cámaras eléctricas serán diseñadas en forma tal que su tamaño permita un adecuado manejo e instalación y mantenimiento de los cables. En los planos LTR-F3-CON-ELE-P-P-2607-A y LTR-F3-CON-ELE-P-P-2608-A, se aprecia, recorridos y tipos de ductos con sus detalles constructivo.

17.5.9.9. Tubos Conduit IMC

Los tubos Conduit serie intermedia (IMC), galvanizado electrolítico, se utilizarán, preferentemente, en instalaciones de edificaciones, embutidos o vistos en paredes o losas, para iluminación y toma corrientes.

Los tubos Conduit diámetro 3/4" instalados horizontalmente, adosados a edificios o estructuras, deberán tener soportes cada 1.5 m, los tubos Conduit diámetro 1" en adelante deberán tener soportes cada 1.2m. Los tramos rectos sujetos a cambios de temperatura ambiente tendrán juntas de expansión. Ningún tramo de Conduit entre cajas de empalme y salidas, etc., deberá tener más de tres curvas de 90.

Será utilizada en circuitos de alimentación a tableros de fuerza, y control utilizados para procesos, con todos los accesorios necesarios para conexión y continuidad de conducción, las cajas son de diferentes tipos con sus tapas correspondientes; cuadradas con salidas roscadas, cajas tipo LB, LR, T, LL, etc.

17.5.9.10. Tubería metálica EMT

Será utilizada en circuitos de iluminación y tomacorrientes, embebidos en hormigón o a la vista, con los accesorios de instalación completos como; uniones, conectores, coronas, en los circuitos exteriores, la tubería EMT debe ser sujeta por medio de abrazaderas doble aleta tipo omega.

17.5.9.11. Manguera negra reforzada

Manguera plástica reforzada, de polietileno de alta densidad, de 2" (50mm), clase C color negra, resistente a la intemperie, membrana rígida, para uso de acometidas eléctricas, tendido de cable para iluminación, servicios de video vigilancia, semaforización y de telecomunicaciones.

17.5.10. ILUMINACIÓN PERIMETRAL Y PATIOS.

El nuevo diseño, contempla postes de 9 m de longitud de hormigón centrifugado, con luminarias tipo LED de 100 w. En los casos donde no se puede acceder con grúa, se instalarán postes de postes de plástico reforzado con fibra de vidrio de 9 m de altura.

Los detalles se aprecian en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2606-A, la alimentación eléctrica se realizará con cable de cobre tipo TTU calibre 8 AWG, para las fases y conductor de cobre desnudo calibre 8 AWG para la tierra, embebido en manguera negra de 50 mm de diámetro, a través de los pozos indicados.

El control se realiza desde el TDP, mediante un selector de tres POSICIONES: ON, OFF/AUTOMATICO, en manual se prende directamente todo el grupo de luminarias, en off, se apaga todo y en automático, se controla con fotocélula según sea de día o de noche. La fotocélula de control se ubicará en la pared más cercana al TDP, para que opere con la luz del día. Como se aprecia en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2606-A.

Los conductores se instalarán de manera soterrada, a través de manguera negra reforzada de 50mm, utilizando las cámaras de revisión eléctricas, y pozos tipo A de 60x60x60cm. Los detalles de la obra civil de pozos se indican en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2608-A.

17.5.11. RESISTIVIDAD, MALLA DE TIERRA Y MEJORAMIENTO DEL SUELO

En el anexo D, se dispone de un estudio del sistema de puesta a tierra. La puesta a tierra tendrá una nueva configuración partiendo desde los valores de resistencia y resistividad del terreno. De acuerdo a la tabla abajo indicada.

Tabla 17.5 Medición De Resistencia - San Miguel del Común Medio

MEDICION DE RESISTENCIA Y RESISTIVIDAD CALCULADA		
Método de Wenner		
Resistencia medida (R) Ω	Distancia de electrodos d (m)	Resistividad $\rho = \pi \cdot 2 \cdot d \cdot R$ ($\Omega \cdot m$)
11	4	276.32

Del anexo D, se desprende, básicamente lo siguiente:

1. Las mallas de tierra que se van a construir, en su conformación topológica, se muestran en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2603-A.
2. Se utilizarán varillas copperweld de 2.4 m, la separación entre ellas, será de al menos 4.50 metros, como se muestra en el plano de tierras y en sus detalles en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2609-A.
3. El enriquecimiento de tierra es obligatorio en cada varilla, de acuerdo a la propuesta del anexo D.
4. El cable de tierra será de cobre calibre 2/0 AWG.
5. Las uniones hacia los puntos de tierra de las áreas a servirse, pueden ser de diferentes calibres, según se indican en los planos.
6. Todas las sueldas son exotérmicas.
7. Para el presente caso se define no instalar electrodos activos, si bien dan muy buen resultado en la medición de la tierra de la malla en un inicio, a la postre resultan un problema, pues requieren un mantenimiento regular cada 6 meses, en caso que no se realice dicho mantenimiento, los electrodos activos empiezan a perder sus características de baja resistencia, empezando a subir sus mediciones.
8. Para el caso de la mejora con GEM o ECUAGEM, los resultados son durables por lo menos durante los próximos 35 años, que es el tiempo de vida útil de las varillas copperweld. El carbón mineral no se deteriora, por lo que es la mejor opción de construir las mallas de tierra indicadas. Prácticamente su mantenimiento se reduce a mantener húmedo el terreno y en el peor de los casos, el carbón mineral tiene muy baja resistividad incluso si está seco, lo cual implica que, aunque no se humedezca a la malla de tierra, los resultados serán durables y sin mayor variación con el tiempo.

17.5.12. PARARRAYOS

Se montará una torre de 15 metros de altura para comunicaciones y en la parte superior se instalará un pararrayos tipo franklin, se presenta el estudio de protección contra descargas atmosféricas en el anexo E, y su área de protección se ha determinado que sea con las normas NFPA 780 e IEC 3205, definiendo un radio de esfera rodante de 60m, lo cual nos da un nivel de protección IV, que considerando que es un área libre de explosivos, y de poca concurrencia de personas, es lo más adecuado para su diseño.

En el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2610-A, se indica claramente las áreas de protección y nos hemos concentrado en el área de equipos.

En la parte superior de la torre se encuentra el pararrayos y además una baliza para señalización de presencia para las naves aéreas. La baliza se ha diseñado del tipo fotovoltaica, lo cual le da independencia total de energía eléctrica, pues su sistema garantiza autonomía de 16 horas, con la carga solar y un tiempo de duración superior a los 10 años.

El pararrayos cuenta con un contador de descargas ubicado en el pie de la torre y su conexión a tierra será a través de un cable aislado 2/0 AWG tipo TTU, a través de una caja

metálica que contiene una barra de cobre, donde se unirá el cable que baja desde el pararrayos, los detalles constructivos se muestran en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2610-A.

17.6. Ruta de Cables

En el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2607-A, se presenta un resumen de todos los circuitos principales, secundarios e iluminación perimetral, donde se detalla tipo de tubería, número de ductos, circuito eléctrico, tipo de conductor y distancia.

17.7. RESUMEN DE PRESENTACIÓN ELÉCTRICA, EN PLANOS Y DIAGRAMAS

Todo lo anteriormente indicado se resume en lo siguiente:

CODIGO DE PLANO	CONTENIDO
LTR-F3-CON-ELE-P-P-2600-A	SISTEMA ELÉCTRICO DEL SAN MIGUEL DEL COMÚN MEDIO
LTR-F3-CON-ELE-P-P-2601-A	RED DE MV Y CANALIZACIÓN DE BV
LTR-F3-CON-ELE-P-P-2602-A	DIAGRAMA UNIFILAR
LTR-F3-CON-ELE-P-P-2603-A	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA
LTR-F3-CON-ELE-P-P-2604-A	UBICACIÓN DE EQUIPOS
LTR-F3-CON-ELE-P-P-2605-A	ILUMINACIÓN INTERNA Y FUERZA
LTR-F3-CON-ELE-P-P-2606-A	ILUMINACIÓN EXTERNA Y PERIMETRAL
LTR-F3-CON-ELE-P-P-2607-A	RUTA DE CABLES (PLANO DE DUCTOS)
LTR-F3-CON-ELE-P-P-2608-A	DETALLES DE OBRA CIVIL
LTR-F3-CON-ELE-P-P-2609-A	DETALLES MALLAS DE TIERRA Y TABLEROS
LTR-F3-CON-ELE-P-P-2610-A	PROTECCION DE PARRAYO (INCLUYE DETALLES)

En el ANEXO H-17, se presenta todos los planos correspondientes al sistema eléctrico del Tanque de San Miguel del Común Medio.

17.8. LISTA DE MATERIALES SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO

En el anexo F-17, se presenta el listado de materiales del sistema eléctrico interno, con sus cantidades, en lo que se refiere a:

- Tablero de distribución principal (TDP)
- Tableros de distribución varios.
- Instalaciones interiores de la edificación.
- Sistema de mallas a tierra
- Sistema de protección contra descargas atmosféricas
- Sistema de iluminación perimetral.
- Etc.

Nota: Este listado se realiza de acuerdo al proyecto aprobado por la Empresa Eléctrica Quito (EEQ), por lo que pueden existir variantes con respecto al presupuesto referencial.

17.9. PRESUPUESTO REFERENCIAL

El valor del presupuesto del sistema eléctrico del tanque San Miguel del Común Medio se encuentra en el Anexo G-17. Además, se presenta un resumen general del presupuesto de todos los tanques al final de la memoria como Anexo General 2.

17.10. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Las especificaciones técnicas de los elementos que forman parte el estudio del sistema de eléctrico se presentan de manera general para todos los tanques en el Anexo General 1. Dicho anexo se presenta una sola vez al final de las memorias.

17.11. ANEXOS

- ANEXO A-17: DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA
- ANEXO B-17: CÁLCULO DE CAÍDA DE VOLTAJE
- ANEXO C-17: LISTA DE MATERIALES MV, ACOMETIDA Y MEDIDOR.
- ANEXO D: RESISTIVIDAD, MALLA DE TIERRA Y MEJORAMIENTO DEL SUELO, DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE Y REDES DE CALDERÓN
- ANEXO E: SISTEMA DE PARARRAYOS, PROTECCIÓN CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE Y REDES DE CALDERÓN
- ANEXO F-17: LISTA DE MATERIALES SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO
- ANEXO G-17: PRESUPUESTO DEL PROYECTO
- ANEXO H-17: PLANOS

ANEXO “A-17”

DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA

ANEXO “B-17”

CÁLCULO DE CAÍDA DE VOLTAJE

ANEXO “C-17”

LISTA DE MATERIALES MV, ACOMETIDA Y MEDIDOR.

ANEXO “D”

RESISTIVIDAD, MALLA DE TIERRA Y MEJORAMIENTO DEL SUELO, DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE Y REDES DE CALDERÓN

ANEXO “E”

SISTEMA DE PARARRAYOS, PROTECCIÓN CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE Y REDES DE CALDERÓN

ANEXO “F-17”

LISTA DE MATERIALES SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO

ANEXO “G-17”

PRESUPUESTO DEL PROYECTO

ANEXO “H-17”

PLANOS

18. TANQUE DE AGUA POTABLE SAN MIGUEL DEL COMÚN ALTO

18.1. GENERALIDADES

El tanque de agua potable de San Miguel del Común Alto, forma parte del sistema de distribución Collaloma, con una capacidad de 100m³ existente y con el presente se proyecta pertenecer al Sistema de la nueva Planta de Tratamiento de Calderón, y que se adiciona otro tanque de igual capacidad, se encuentra situado en la Parroquia de Calderón, cerca del Peaje de Oyacoto, en la Panamericana Norte s/n de la ciudad de Quito.

A una altura de 2619msnm

Tabla 18.1 Coordenadas UTM-WGS84 ZONA 17

Coordenadas UTM-WGS84 ZONA 17	ESTE	NORTE
SAN MIGUEL DEL COMÚN ALTO	787591.56	9989577.15

Fuente: INGECONSULT, 2019

La Empresa de Agua Potable de Quito, EPMAPS, se encuentra mejorando las instalaciones de agua potable para entregar un mejor servicio a la ciudadanía, para lo cual ha incrementado un conjunto de instalaciones hidráulicas llamadas Estructura de Control (EDC), supervisión al proceso, automatizando al sistema y mejorando las comunicaciones, este conjunto de mejoras determinan un mayor consumo de energía eléctrica y nuevas instalaciones en el sistema eléctrico de redes de agua potable de Calderón.

18.2. OBJETIVO

Este documento entrega los lineamientos generales que se realizarán para mejorar y adecuar las instalaciones eléctricas del predio y de proceso del Tanque San Miguel del Común Alto

18.3. SISTEMA ELÉCTRICO

El Sistema eléctrico se divide en dos partes, la una corresponde a la provisión de energía por parte de la Empresa Eléctrica Quito (EEQ), en el Anexo General 3 se presenta el proyecto eléctrico del Tanque San Miguel del Común Alto, APROBADO por la EEQ.

La segunda parte, corresponde al sistema eléctrico a partir del medidor de energía eléctrica.

18.4. Parte I: RED DE MEDIO VOLTAJE, ACOMETIDA Y MEDICIÓN ELÉCTRICA

18.4.1. ANTECEDENTES

El tanque de agua potable de San Miguel del Común Alto, forma parte del sistema de distribución Collaloma, con una capacidad de 100m³ existente y con el presente se proyecta pertenecer al Sistema de la nueva Planta de Tratamiento de Calderón, y que se adiciona otro tanque de igual capacidad, se encuentra situado en la Parroquia de Calderón, cerca del Peaje de Oyacoto, en la Panamericana Norte s/n de la ciudad de Quito a una altura de 2619msnm y en las coordenadas UTM-WGS84 ZONA 17. Este 787591,56, Norte 9989577,15.

La Empresa de Agua Potable de Quito, EPMAPS, se encuentra mejorando las instalaciones de agua potable para entregar un mejor servicio a la ciudadanía. Para lo

cual ha incrementado un conjunto de instalaciones hidráulicas, supervisión al proceso, automatizando al sistema y mejorando las comunicaciones.

Lo cual implica alterar el sistema eléctrico, reemplazando acometidas y medidor eléctrico.

Para lo cual se requiere la instalación de un transformador de 25kVA en el poste existente, con todos sus accesorios de protección primario y secundario de acuerdo al nuevo estudio de cargas realizado. Para este requerimiento el constructor debe realizar la solicitud de cambio de servicio a la Empresa Eléctrica Quito (EEQ).

18.4.2. DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA

De acuerdo a la ubicación del tanque en cuestión, al ser un usuario atípico (bombas, equipos especiales de riego, controles, vivienda guardia, etc.), se estima disponer una demanda, presentada en el anexo A-18.

Del anexo A-18, tenemos el siguiente resumen:

CIR: 42.35 kW

DDt = Demanda de Diseño total = DD1+DD2 (kVA)

(%) = Porcentaje de sobrecarga (90%)

DDt = 23.30 kVA

DD = Demanda de diseño = DDt. 0.9

DD = 20.97 kVA

Por lo que se instalará un transformador de 25 kVA.

18.4.3. DESCRIPCIÓN RED DE MEDIO VOLTAJE

La Empresa Eléctrica Quito dispone en el sector de una red primaria aérea monofásica de 22.8/13.2 KV, en la misma dirección que el Tanque San Miguel del Común Alto, en la misma vereda.

En el poste existente Pe1 (con coordenadas: X 787589.259; Y 9988590.436) de hormigón armado circular de 12m de altura se proyecta instalar el transformador monofásico de 25 kVA, y el seccionador portafusible unipolar tipo abierto de 27kV, 100A, como se indica en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2701-A.

18.4.4. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Para el diseño del sistema eléctrico, se utiliza los normativos de la EEQ y de acuerdo al estudio de la demanda del Anexo A-18, el centro de transformación proyectado será, monofásico de las siguientes características:

Centro de transformación CT-1:

Se instalará en el poste existente Pe1.

Tipo: Convencional monofásico

Potencia: 25 kVA

Voltaje primario: 22.8 / 13.2 kV, GRD-Y

Voltaje secundario: 240 / 120 V

Tap: +1 / -3x2.5%

18.4.5. DESCRIPCIÓN RED DE BAJO VOLTAJE

Se partirá de los terminales de bajo voltaje del transformador, con conductor tipo TTU, de cobre, calibre 2 AWG, para las fases y conductor de cobre desnudo calibre 2AWG para el neutro, soterrados a través de dos pozos tipo B, mediante ductos de 110 mm de diámetro,

de PVC pesado, como se indica en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2701-A, desde el pozo Pz-2, se alimentará al tablero de medidor ubicado en el cerramiento del lote.

Se ha verificado que el máximo de caída de voltaje sea inferior al 3%, que es el porcentaje máximo permitido según las Normas de la EEQ, para este tipo de usuario cuyo anexo de caída de voltaje se muestra en el Anexo B-18.

18.4.6. SECCIONAMIENTO Y PROTECCIONES

18.4.6.1. Medio voltaje:

Para la protección y seccionamiento del transformador, se prevé instalar un seccionador fusible unipolar tipo abierto, 27kV, 100A, con tirafusible de 5 A, tipo H, que irá ubicado en el poste existente Pe1, como se aprecia en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2701-A. Su derivación de la red aérea, se la realizará con cable tipo TTU, Cobre, 2 AWG.

Para protección contra descargas atmosféricas se prevé un pararrayos de 18 kV, que se fijará en el transformador de 25 kVA.

18.4.6.2. Bajo voltaje:

El transformador diseñado es del tipo convencional, razón por la que se instalará una capaceta bajo el transformador, que tendrán dos cartuchos fusible tipo NH1, de 100 A, fijadas en base portafusibles NH1, 250 A. Desde las bases NH1, saldrá el circuito de bajo voltaje hacia el tablero de medidor, con cable tipo TTU, 2 AWG, de cobre, para las fases y con cable tipo TTU, 2 AWG, de cobre el neutro.

18.4.7. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

Para el sistema de puesta a tierra, se ha previsto realizar un montaje con dos varillas copperweld de 15 mm, de diámetro y de 2.40 m de longitud de alta camada, con sueldas exotérmicas.

Los valores de medición estarán de acuerdo a los requerimientos de la EEQ y será menor a 25 Ω , para lo cual el constructor instalará GEM, para enriquecer el suelo y mejorar la resistividad de este, para lograr dicha medición.

Para el final de circuito de bajo voltaje, que viene a ser el medidor E1, se prevé instalar 1 varilla copperweld de 15 mm, de diámetro y de 2.40 m de longitud, con suelda exotérmica para conectar a la tierra del medidor de energía eléctrica.

18.4.8. MEDICIÓN ELÉCTRICA

Actualmente existe un medidor de energía eléctrica con número 1001920196. Debido al incremento de carga, se planifica que instalar un nuevo medidor totalizador en el ingreso a la propiedad. Se proyecta construir una mocheta en el cerramiento, de libre ingreso por la calle pública, de tal modo de no necesitar pedir permiso, para las tomas de lecturas de consumo. El medidor lo proveerá la EEQ.

El detalle del montaje del tablero se muestra en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2708-A.

18.4.9. MATERIALES

En el anexo C-18, se presenta la lista de equipos y materiales, para el sistema de medio voltaje, la cual se realiza de acuerdo al proyecto aprobado por la Empresa Eléctrica Quito (EEQ), por lo que pueden existir variantes con respecto al presupuesto referencial.

18.5. PARTE II: SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO

En esta parte, se dispone de los criterios y diseños eléctricos a partir del medidor de energía eléctrica, en toda la parte interna de los tanques de almacenamiento.

18.5.1. CRITERIOS DE DISEÑO

En el presente Estudio de Diseño Eléctrico se establece los aspectos más importantes a ser tomados en cuenta para el sistema eléctrico. La alimentación del sistema eléctrico será construida bajo las normas generales del Código Eléctrico Ecuatoriano, el mismo está apegado a las normas eléctricas National Electrical Code (NEC) y las normas de seguridad National Fire Protection Association (NFPA). Tomando en cuenta para su aplicación las características de los materiales y equipos disponibles en el mercado local.

- Gabinete para sistema eléctrico, sistema de control y sistema SCADA: Se tendrá un solo gabinete, dividido en tres cuerpos, el primero para el tablero de distribución principal del área eléctrica, el segundo para el sistema de respaldo baterías; y el tercero para el sistema de control y SCADA.
- Tablero de protección principal (TP): Se ubicará inmediatamente después del tablero de medidor (TM), y servirá como principal protección de las instalaciones eléctricas del tanque. La alimentación del medidor de energía eléctrica, llegará hasta éste tablero de protección principal.
- Tablero de distribución principal (TDP): Será el sistema principal de interrupción y protección de las instalaciones eléctricas del tanque, donde se proyecta centralizar todas las cargas que alimentaran al cuarto de válvulas principal y los diferentes subtableros de distribución (STD-X) del tanque “San Miguel del Común Alto”, y dispondrá de todas las protecciones necesarias para este fin. Esto permitirá garantizar la previsión del mantenimiento eléctrico, sin que se vea afectado el normal funcionamiento del tanque de agua, además posibilita un fácil reconocimiento de fallas eléctricas en caso de producirse.
- Centros de carga (STD-X): Los centros de carga corresponden a los tableros de donde se derivarán todos los circuitos de iluminación y fuerza que alimentaran a los equipos que se encuentren en áreas distintas al cuarto de válvulas principal.
- Alimentador red principal de bajo voltaje: Desde el tablero de protección principal (TP) se derivará, como alimentador principal, un circuito que alimentará el Tablero de Distribución Principal (TDP); de éste se derivarán los alimentadores de la red secundaria que alimentarán a los centros de carga o Subtableros de Distribución (STD-X).
- El presente proyecto contempla como máximo un 5% de caída de voltaje desde el tablero de medidores hasta los circuitos finales, teniendo como referencia para este propósito el nivel de voltaje en el centro de carga.
- Se contempla dos tipos de instalaciones internas, para los sistemas de iluminación y fuerza:
 - Para instalaciones que se encuentren dentro de los cuartos de válvulas, se utilizará tubería eléctrica intermedia (IMC). Las cuales están diseñado para proteger los cables eléctricos del ambiente corrosivo que existe en estas áreas.
 - Para las instalaciones en áreas donde no se tiene una alta exposición a la humedad, se utilizará tubería eléctrica metálica (EMT), la cual está diseñada especialmente para la conducción de cables eléctricos para zonas industriales, comerciales y residenciales; manteniendo el cableado aislado y protegiéndolo contra todo tipo de amenazas que pudieran dañarlo.

18.5.2. ACOMETIDA EN BAJO VOLTAJE.

- Retiro de cable de acometida actual desde el medidor hasta tablero principal ubicado en el cuarto de válvulas.
- Tendido y conexionado de cable de acometida eléctrica nuevo, desde el medidor de energía eléctrica hasta el Tablero de Distribución Principal TDP y Control TCP, ubicado en la adecuación del cuarto de válvulas y control.

Para el cálculo de los alimentadores se considera todos los circuitos que proveerán la potencia requerida en las diferentes áreas del tanque.

18.5.2.1. Alimentadores principales

En la sección correspondiente a la cámara de transformación se establece que el transformador que se instalará será de 25 kVA donde la acometida de bajo voltaje es considerada desde los fusibles NH hasta el Tablero de Medidor (TM), y posteriormente al Tablero de Protección principal (TP). Desde el TP se alimentará al Tablero de Distribución Principal (TDP) mediante el circuito denominado Circuito-TDP. Como se puede ver en el diagrama unifilar general presentado en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2702-A, así como en la red de bajo voltaje del plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2701-A.

Con la demanda total del tanque, tomada del anexo A-18, se realiza el cálculo de caída de voltaje, presentado en el anexo B-18. En la tabla 18.2 se especifica la capacidad y características de la acometida de bajo voltaje y el circuito-TDP, considerando que este ramal tendrá que alimentar todas las cargas del tanque “San Miguel del Común Alto”. La acometida de bajo voltaje se instalará de manera soterrada utilizando la canalización de tubería PVC de 110mm y pozos de bajo voltaje tipo B; por su parte el circuito-TDP se instalará utilizando la canalización de tubería PVC de 50mm, pozos de bajo voltaje tipo B y las cámaras eléctricas de revisión, tal como se puede apreciar en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2701-A.

Tabla 18.2 Alimentadores principales

Descripción	Demanda (kVA)	Conductores	In(A)	Protección
Acometida BV	20.97	2x2 AWG, TTU, Cu + 2 AWG, Cu Desn.	84.67	2Px100A
Circuito TDP	20.97	2x2(1x2), AWG, TTU, Cu.	84.67	2Px100A

18.5.2.2. Alimentadores Secundarios

Los alimentadores secundarios para se consideran los que se derivan desde el TDP hasta los centros de carga (STD-X), donde se distribuirán los circuitos de iluminación o fuerza de las áreas fuera del cuarto de válvulas principal de acuerdo a lo detallado en los diagramas unifilares presentados en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2702-A.

Se ha realizado el análisis de caída de voltaje, el cual se presenta en el anexo B-18, donde se ha tomado en cuenta que la caída de voltaje no supere el 5%, desde el tablero de medidor hasta cada centro de carga.

En la tabla 18.3 se resume el calibre del conductor que alimentará a los centros de carga.

Tabla 18.3 Alimentadores secundarios

Descripción	Potencia (kVA)	Alimentadores hasta los centros de carga de circuitos normales (STD-X)	In(A)	Factor de seguridad 1.25	Protección
CC-01	4.00	3x8 AWG, Concéntrico	33.33	41.67	1Px50A
STD-B	4.00	1x8(1x8)+1x8, AWG THHW, Cu	33.33	41.67	1Px50A
CC-02	3.00	3x8 AWG, Concéntrico	25.00	31.25	1Px50A
STD-1	3.00	1x8(1x8)+1x8, AWG THHW, Cu	33.33	41.67	1Px50A

18.5.3. CUARTO DE VÁLVULAS Y CONTROL EDC:

- Retiro de tablero de distribución principal de iluminación y toma Corrientes existente.
- Instalación de nuevo tablero de iluminación y toma corrientes y conexión de las cargas correspondientes TDP.
- Retiro de conductores eléctricos de los circuitos de iluminación interior, exterior, emergencia y toma corrientes, retiro de boquillas plafón, piezas de interruptor y tomacorrientes y luminarias de emergencia.
- Instalación de un Tablero de Distribución Principal de Control TCP CU-E y Gabinete de Baterías.

Como se muestra en los planos LTR-F3-CON-ELE-P-P-2704-A y LTR-F3-CON-ELE-P-P-2709-A

18.5.4. GABINETE GENERAL: SISTEMA ELÉCTRICO - SCADA - SISTEMA DE CONTROL

Se proyecta instalar un solo gabinete que unifica al sistema eléctrico y al sistema de control SCADA.

El gabinete será de doble fondo metálico, sujeción con pernos, ventilador, filtros, con las siguientes características:

- Tipo Modular
- Dimensiones: 250x160x50 cm
- Material: acero pintado color RAL7035
- Chapa de 2mm de espesor
- Grado de Protección: IP68 / Nema 12
- Certificado grado de protección mecánica a los choques: IK10.
- Dividido en tres sectores:
 - Área eléctrica: 40cm de ancho, una sola puerta de 40x160cm.
 - Área de baterías: 120 cm de ancho, dos puertas de 60x160cm
 - Área de SCADA: 90 cm de ancho, dos puertas de 45x160cm

18.5.5. DISEÑO DE TABLEROS PRINCIPALES

Para el diseño de los tableros eléctricos se considera todos aquellos que se alimentarán desde los bushings del secundario del transformador hasta cada tablero que se requiere para el funcionamiento del tanque “San Miguel del Común Alto”. En la tabla 18.4 se resume los tableros eléctricos, necesarios.

Tabla 18.4 Tableros Eléctricos.

Abreviatura	Descripción	Demanda (kVA)	Ubicación
TM	Tablero de Medidor	20.97	Fachada, ingreso de la propiedad
TP	Tablero de Protección principal	20.97	Posterior al Tablero de Medidor
TDP	Tablero de Distribución Principal	20.97	Cuarto de Válvulas

18.5.5.1. TABLERO DE DISTRIBUCION PRINCIPAL TDP:

En el primer sector del gabinete general se instalarán todos los elementos del TDP, el cual tendrá una altura de 160 cm, ancho de 40 cm, profundidad de 50 cm. Contendrá barras de cobre, capacidad de 180 A, para fases, neutro y tierra, un breaker principal 2Px100A, tipo caja moldeada y breakers tipo riel din de diferentes valores, como se indica en las especificaciones técnicas y en el plano de diagrama unifilar LTR-F3-CON-ELE-P-P-2702-A. La disposición general de los elementos se detalla en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2709-A.

Desde el TDP, se controla:

- a) Circuito de Iluminación Interior
- b) Circuito de Tomacorrientes.
- c) Iluminación perimetral y patios
- d) Subtablero de distribución del Baño
- e) Subtablero de distribución 1

18.5.6. SISTEMA UPS.

Ubicado en el cuarto de control EDC, se alimentará desde las barras de distribución instalada en el TDP, para las fases y el neutro; la tierra vine directamente con cable TTU calibre 2 AWG desde la malla de tierra del área electrónica, nótese que no pasa por la protección principal del TDP.

El detalle interno de este segundo sector, así como del tercero correspondiente al sistema SCADA, se presenta en el sistema de control y SCADA.

18.5.7. TCP.

Este tablero es el destinado a Control, Instrumentación y Comunicaciones, dicho sistema se presenta en la ingeniería electrónica.

Se ha verificado que el máximo de caída de voltaje desde el tablero de medidor sea inferior al 5%, que es la norma permitida, cuyo anexo de caída de voltaje se muestra en el Anexo B-18.

18.5.8. CIRCUITOS ELÉCTRICOS

18.5.8.1. Circuitos eléctricos de iluminación y luces de emergencia

Serán todas las actividades para la instalación de tuberías (IMC / EMT), cajas metálicas, conductores y piezas eléctricas (interruptores simples, dobles, conmutadores, sensores, etc.) para dar servicio a una lámpara, un foco o luminarias en general.

Procedimiento:

La altura recomendada por el diseñador eléctrico, debe ser medida desde la parte inferior del cajetín hasta el nivel de piso terminado, salvo indicación contraria, los interruptores se colocarán a 130 cm de altura y los cajetines y piezas en posición vertical.

Los conductores serán tipo THHW-flexible calibre No. 14 AWG para fase y neutro, más No 14 AWG para tierra (color verde) de acuerdo a la distribución de los planos de diseño, la cantidad de conductores irá de acuerdo a lo establecido en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2705-A, correspondiente a las instalaciones eléctricas internas.

Para las lámparas de emergencia se instalará un punto de iluminación, la altura de instalación estará a criterio del fiscalizador, sin que ésta sea inferior a 180 cm. Dicho punto, se conectará directamente al circuito de iluminación más cercano sin ningún tipo de interruptor.

Existirán dos tipos de instalaciones:

- En el cuarto de válvulas, o áreas con ambientes de alta humedad, se utilizará tubería IMC, y todos los accesorios, como cajetines, uniones, codos, etc., deberán ser diseñados para tubería IMC. De igual manera, los interruptores simples y dobles, a instalarse, deberán ser herméticos o tener una placa hermética con una protección IP66 o superior.
- En las demás áreas se utilizará tubería EMT, con sus accesorios correspondientes. Las placas serán decorativas del color que el promotor las requiera.

18.5.8.2. Circuito de Fuerza Normal

Serán todas las actividades que se requieran para la instalación de tuberías (IMC / EMT), cajas, conductores y piezas eléctricas (tomacorrientes) para dar servicio a los circuitos de tomacorrientes.

Procedimiento:

Para el tomacorriente normal en pared: la altura recomendada debe ser medida desde la parte inferior del cajetín hasta el nivel de piso terminado, existirán dos alturas $h_1=40\text{cm}$ y $h_2=130\text{cm}$, indicadas en los planos correspondientes, y se colocarán en posición horizontal.

La ubicación será de acuerdo al plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2705-A, los conductores serán tipo THHW-flexible calibre No. 12 AWG para fase y neutro, más N° 12 AWG para tierra (color verde). Los tomacorrientes serán del tipo doble polarizado.

Existirán dos tipos de instalaciones:

- En el cuarto de válvulas, o áreas con ambientes de alta humedad, se utilizará tubería IMC, y todos los accesorios, como cajetines, uniones, codos, etc., deberán ser diseñados para tubería IMC. De igual manera, para los tomacorrientes se utilizarán tapas herméticas con una protección IP66 o superior.
- En las demás áreas se utilizará tubería EMT, con sus accesorios correspondientes. Las tapas serán decorativas del mismo color de la pieza de tomacorriente respectivo.

18.5.9. ELEMENTOS ELÉCTRICOS DE LA INSTALACION

18.5.9.1. Luminaria LED hermética sobrepuesta, instalación interior.

Se utilizará en el techo del cuarto de válvulas y en el techo de la estructura de control, su instalación será hermética utilizando prensa estopas y cable concéntrico 3x14AWG, las características de las luminarias son:

- Potencia; 40 Watts tubo LED
- Tension 120-240Vac.
- Tipo de distribución; directo simétrico.
- Tipo de montaje; sobrepuesto
- Carcaza; policarbonato color blanco
- Junta de poliuretano.
- Protección IP 65 Temperatura de color 6 000K
- Apto para lugares húmedos.



18.5.9.2. Luminaria LED exterior, tipo hermética instalada sobre pared.

Características:

- Potencia: 70 Watt
- Flujo luminoso: 3200lm
- tipo LED 100-277Vac



18.5.9.3. Luminaria exterior para tumbado

Características:

- Tipo tortuga para exterior.
- Para instalar directamente en superficie techo o pared.
- Portalámparas focos E27 hasta 26W
- Tensión: 120Vac 60Hz
- Protección: IP 65 o superior
- Con difusor de vidrio



18.5.9.4. Luminaria tipo vías y patios

Estas luminarias se instalarán en el exterior de los edificios en las vías y en el perímetro del predio, se instalarán sobre postes hormigón de 9 metros de altura con brazo de 1 metro de longitud

Características:

- Tipo: LED
- Protección: IP 65
- Potencia: 70watt
- Tensión: 100-240V 60Hz.
- Temperatura de color: CCT(K) 5000
- Flujo luminoso: 7445 lm



18.5.9.5. Luminarias de emergencia

Con la finalidad de dar seguridad a las personas cuando ocurre un corte de energía, se han dispuesto dos luminarias de emergencia por edificio, tanto en el cuarto de válvulas como en la estructura de control y cuarto de control.

Características:

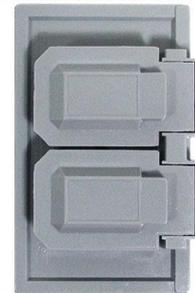
- Carcaza; termoplástica, color blanco
- Cabezales; cuadrados ajustables con dos lámparas de 1.6 Watt cada uno.
- Lámparas tipo: LED
- Distribución; Simétrica dirigible.
- Control: automático con botón de prueba e indicador de carga.
- Tensión de operación 120V- 277 Vac,
- Flujo luminoso Lm; 170
- Temp. De color (k) 6000 IRC 70
- Factor de potencia; 0.7
- Autonomía; 90 Minutos.
- Tipo de montaje; sobrepuesto sobre pared.



18.5.9.6. Tomacorrientes monofásicos 120Vac.

Las piezas de tomacorrientes serán de marca reconocida, conformada por el marco de dos tomacorrientes dobles polarizados fase, neutro más tierra, 15Amp. 120Vac, con conexión por medio de tornillos, con placa doble con tapas de protección de ingreso de agua.

La altura de montaje debe superar al nivel de inundación de tal manera que no ingrese agua a los bornes del tomacorriente.



18.5.9.7. Instalación de cables

Los cables eléctricos, serán tendidos de acuerdo; estructura del proyecto, al nivel de tensión, al sistema que corresponde; control, fuerza, etc.

Los tipos de instalación se describen a continuación.

El sistema de ductos para cables eléctricos a utilizar en este Proyecto será:

- Ductos.
- Tubos Conduit.
- Manguera negra reforzada

18.5.9.8. Ductos

Los bancos de ductos serán en PVC, cumpliendo los normativos de la EEQ, en áreas

de circulación vehicular, obligatoriamente llevarán una capa de concreto, en el resto de áreas, su profundidad de enterramiento será 50 mm desde el piso terminado hasta la parte superior del ducto más cercano a la superficie.

Los bancos de ductos subterráneos deberán ser diseñados con una pendiente de 3 por mil como mínimo hacia los sótanos o drenajes para escurrir las aguas. En aquellos casos en los cuales el tubo deba aflorar a la superficie debe hacerse la transición PVC- Conduit metálico galvanizado en caliente. Las llegadas de los tubos de PVC a las cámaras se harán con campanas de remate. Las uniones en tuberías de PVC deberán ser ejecutadas con un cemento adecuado que provea un empalme firme y a prueba de agua.

Las cámaras eléctricas serán diseñadas en forma tal que su tamaño permita un adecuado manejo e instalación y mantenimiento de los cables. En los planos LTR-F3-CON-ELE-P-P-2707-A y LTR-F3-CON-ELE-P-P-2708-A, se aprecia, recorridos y tipos de ductos con sus detalles constructivo.

18.5.9.9. Tubos Conduit IMC

Los tubos Conduit serie intermedia (IMC), galvanizado electrolítico, se utilizarán, preferentemente, en instalaciones de edificaciones, embutidos o vistos en paredes o losas, para iluminación y toma corrientes.

Los tubos Conduit diámetro 3/4" instalados horizontalmente, adosados a edificios o estructuras, deberán tener soportes cada 1.5 m, los tubos Conduit diámetro 1" en adelante deberán tener soportes cada 1.2m. Los tramos rectos sujetos a cambios de temperatura ambiente tendrán juntas de expansión. Ningún tramo de Conduit entre cajas de empalme y salidas, etc., deberá tener más de tres curvas de 90.

Será utilizada en circuitos de alimentación a tableros de fuerza, y control utilizados para procesos, con todos los accesorios necesarios para conexión y continuidad de conducción, las cajas son de diferentes tipos con sus tapas correspondientes; cuadradas con salidas roscadas, cajas tipo LB, LR, T, LL, etc.

18.5.9.10. Tubería metálica EMT

Será utilizada en circuitos de iluminación y tomacorrientes, embebidos en hormigón o a la vista, con los accesorios de instalación completos como; uniones, conectores, coronas, en los circuitos exteriores, la tubería EMT debe ser sujeta por medio de abrazaderas doble aleta tipo omega.

18.5.9.11. Manguera negra reforzada

Manguera plástica reforzada, de polietileno de alta densidad, de 2" (50mm), clase C color negra, resistente a la intemperie, membrana rígida, para uso de acometidas eléctricas, tendido de cable para iluminación, servicios de video vigilancia, semaforización y de telecomunicaciones.

18.5.10. ILUMINACIÓN PERIMETRAL Y PATIOS.

El nuevo diseño, contempla postes de 9 m de longitud de hormigón centrifugado, con luminarias tipo LED de 100 w. En los casos donde no se puede acceder con grúa, se instalarán postes de postes de plástico reforzado con fibra de vidrio de 9 m de altura.

Los detalles se aprecian en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2706-A, la alimentación eléctrica se realizará con cable de cobre tipo TTU calibre 8 AWG, para las fases y conductor de cobre desnudo calibre 8 AWG para la tierra, embebido en manguera negra de 50 mm de diámetro, a través de los pozos indicados.

El control se realiza desde el TDP, mediante un selector de tres POSICIONES: ON, OFF/AUTOMATICO, en manual se prende directamente todo el grupo de luminarias, en off, se apaga todo y en automático, se controla con fotocélula según sea de día o de noche. La fotocélula de control se ubicará en la pared más cercana al TDP, para que opere con la luz del día. Como se aprecia en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2706-A.

Los conductores se instalarán de manera soterrada, a través de manguera negra reforzada de 50mm, utilizando las cámaras de revisión eléctricas, y pozos tipo A de 60x60x60cm. Los detalles de la obra civil de pozos se indican en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2708-A.

18.5.11. RESISTIVIDAD, MALLA DE TIERRA Y MEJORAMIENTO DEL SUELO

En el anexo D, se dispone de un estudio del sistema de puesta a tierra. La puesta a tierra tendrá una nueva configuración partiendo desde los valores de resistencia y resistividad del terreno. De acuerdo a la tabla abajo indicada.

Tabla 18.5 Medición De Resistencia - San Miguel del Común Alto

MEDICION DE RESISTENCIA Y RESISTIVIDAD CALCULADA		
Método de Wenner		
Resistencia medida (R) Ω	Distancia de electrodos d (m)	Resistividad $\rho = \pi \cdot 2 \cdot d \cdot R$ ($\Omega \cdot m$)
27	4	678.5

Del anexo D, se desprende, básicamente lo siguiente:

1. Las mallas de tierra que se van a construir, en su conformación topológica, se muestran en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2703-A.
2. Se utilizarán varillas copperweld de 2.4 m, la separación entre ellas, será de al menos 4.50 metros, como se muestra en el plano de tierras y en sus detalles en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2709-A.
3. El enriquecimiento de tierra es obligatorio en cada varilla, de acuerdo a la propuesta del anexo D.
4. El cable de tierra será de cobre calibre 2/0 AWG.
5. Las uniones hacia los puntos de tierra de las áreas a servirse, pueden ser de diferentes calibres, según se indican en los planos.
6. Todas las sueldas son exotérmicas.
7. Para el presente caso se define no instalar electrodos activos, si bien dan muy buen resultado en la medición de la tierra de la malla en un inicio, a la postre resultan un problema, pues requieren un mantenimiento regular cada 6 meses, en caso que no se realice dicho mantenimiento, los electrodos activos empiezan a perder sus características de baja resistencia, empezando a subir sus mediciones.
8. Para el caso de la mejora con GEM o ECUAGEM, los resultados son durables por lo menos durante los próximos 35 años, que es el tiempo de vida útil de las varillas copperweld. El carbón mineral no se deteriora, por lo que es la mejor opción de construir las mallas de tierra indicadas. Prácticamente su mantenimiento se reduce a mantener húmedo el terreno y en el peor de los casos, el carbón mineral tiene

muy baja resistividad incluso si está seco, lo cual implica que, aunque no se humedezca a la malla de tierra, los resultados serán durables y sin mayor variación con el tiempo.

18.5.12. PARARRAYOS

Se montará una torre de 15 metros de altura para comunicaciones y en la parte superior se instalará un pararrayos tipo franklin, se presenta el estudio de protección contra descargas atmosféricas en el anexo E, y su área de protección se ha determinado que sea con las normas NFPA 780 e IEC 3205, definiendo un radio de esfera rodante de 60m, lo cual nos da un nivel de protección IV, que considerando que es un área libre de explosivos, y de poca concurrencia de personas, es lo más adecuado para su diseño.

En el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2710-A, se indica claramente las áreas de protección y nos hemos concentrado en el área de equipos.

En la parte superior de la torre se encuentra el pararrayos y además una baliza para señalización de presencia para las naves aéreas. La baliza se ha diseñado del tipo fotovoltaica, lo cual le da independencia total de energía eléctrica, pues su sistema garantiza autonomía de 16 horas, con la carga solar y un tiempo de duración superior a los 10 años.

El pararrayos cuenta con un contador de descargas ubicado en el pie de la torre y su conexión a tierra será a través de un cable aislado 2/0 AWG tipo TTU, a través de una caja metálica que contiene una barra de cobre, donde se unirá el cable que baja desde el pararrayos, los detalles constructivos se muestran en el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2710-A.

18.6. Ruta de Cables

En el plano LTR-F3-CON-ELE-P-P-2707-A, se presenta un resumen de todos los circuitos principales, secundarios e iluminación perimetral, donde se detalla tipo de tubería, número de ductos, circuito eléctrico, tipo de conductor y distancia.

18.7. RESUMEN DE PRESENTACIÓN ELÉCTRICA, EN PLANOS Y DIAGRAMAS

Todo lo anteriormente indicado se resume en lo siguiente:

CODIGO DE PLANO	CONTENIDO
LTR-F3-CON-ELE-P-P-2700-A	SISTEMA ELÉCTRICO DEL SAN MIGUEL DEL COMÚN ALTO
LTR-F3-CON-ELE-P-P-2701-A	RED DE MV Y CANALIZACIÓN DE BV
LTR-F3-CON-ELE-P-P-2702-A	DIAGRAMA UNIFILAR
LTR-F3-CON-ELE-P-P-2703-A	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA
LTR-F3-CON-ELE-P-P-2704-A	UBICACIÓN DE EQUIPOS
LTR-F3-CON-ELE-P-P-2705-A	ILUMINACIÓN INTERNA Y FUERZA
LTR-F3-CON-ELE-P-P-2706-A	ILUMINACIÓN EXTERNA Y PERIMETRAL
LTR-F3-CON-ELE-P-P-2707-A	RUTA DE CABLES (PLANO DE DUCTOS)
LTR-F3-CON-ELE-P-P-2708-A	DETALLES DE OBRA CIVIL
LTR-F3-CON-ELE-P-P-2709-A	DETALLES MALLAS DE TIERRA Y TABLEROS
LTR-F3-CON-ELE-P-P-2710-A	PROTECCIÓN DE PARRAYO (INCLUYE DETALLES)

En el ANEXO H-18, se presenta todos los planos correspondientes al sistema eléctrico del Tanque de San Miguel del Común Alto.

18.8. LISTA DE MATERIALES SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO

En el anexo F-18, se presenta el listado de materiales del sistema eléctrico interno, con sus cantidades, en lo que se refiere a:

- Tablero de distribución principal (TDP)
- Tableros de distribución varios.
- Instalaciones interiores de la edificación.
- Sistema de mallas a tierra
- Sistema de protección contra descargas atmosféricas
- Sistema de iluminación perimetral.
- Etc.

Nota: Este listado se realiza de acuerdo al proyecto aprobado por la Empresa Eléctrica Quito (EEQ), por lo que pueden existir variantes con respecto al presupuesto referencial.

18.9. PRESUPUESTO REFERENCIAL

El valor del presupuesto del sistema eléctrico del tanque San Miguel del Común Alto se encuentra en el Anexo G-18. Además, se presenta un resumen general del presupuesto de todos los tanques al final de la memoria como Anexo General 2.

18.10. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Las especificaciones técnicas de los elementos que forman parte el estudio del sistema de eléctrico se presentan de manera general para todos los tanques en el Anexo General 1. Dicho anexo se presenta una sola vez al final de las memorias.

18.11. ANEXOS

- ANEXO A-18: DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA
ANEXO B-18: CÁLCULO DE CAÍDA DE VOLTAJE
ANEXO C-18: LISTA DE MATERIALES MV, ACOMETIDA Y MEDIDOR.
ANEXO D: RESISTIVIDAD, MALLA DE TIERRA Y MEJORAMIENTO DEL SUELO, DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE Y REDES DE CALDERÓN
ANEXO E: SISTEMA DE PARARRAYOS, PROTECCIÓN CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE Y REDES DE CALDERÓN
ANEXO F-18: LISTA DE MATERIALES SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO
ANEXO G-18: PRESUPUESTO DEL PROYECTO
ANEXO H-18: PLANOS

ANEXO “A-18”

DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA

ANEXO “B-18”

CÁLCULO DE CAÍDA DE VOLTAJE

ANEXO “C-18”

LISTA DE MATERIALES MV, ACOMETIDA Y MEDIDOR.

ANEXO “D”

RESISTIVIDAD, MALLA DE TIERRA Y MEJORAMIENTO DEL SUELO, DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE Y REDES DE CALDERÓN

ANEXO “E”

SISTEMA DE PARARRAYOS, PROTECCIÓN CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE Y REDES DE CALDERÓN

ANEXO “F-18”

LISTA DE MATERIALES SISTEMA ELÉCTRICO INTERNO

ANEXO “G-18”

PRESUPUESTO DEL PROYECTO

ANEXO “H-18”

PLANOS

ANEXO GENERAL 1: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

ANEXO GENERAL 2: PRESUPUESTO GLOBAL

ANEXO GENERAL 3: PROYECTOS ELÉCTRICOS APROBADOS EN LA EMPRESA ELÉCTRICA QUITO (EEQ)