



## CONTENIDO

<b>1. INFORMACIÓN GENERAL .....</b>	<b>5</b>
1. NOMBRE DEL PROYECTO .....	5
2. CÓDIGO DE REGISTRO DE LA DISTRIBUIDORA .....	5
3. UBICACIÓN.....	5
4. CARACTERÍSTICA PREDOMINANTE DE CARGA.....	6
5. COORDENADAS UTM .....	7
6. PROGRAMA .....	7
7. ANTECEDENTES.....	8
<b>1.7.1. RED DE MEDIO VOLTAJE.....</b>	<b>8</b>
<b>1.7.2. REDES DE BAJO VOLTAJE .....</b>	<b>10</b>
<b>1.7.3. REDES DE ALUMBRADO PÚBLICO.....</b>	<b>10</b>
<b>2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO.....</b>	<b>11</b>
2.1. DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO DE OBRA CIVIL.....	11
2.2. CANALIZACIÓN DEL TRAZADO DE OBRA CIVIL .....	11
<b>2.2.1. BAJO ACERA.....</b>	<b>12</b>
<b>2.2.2. BAJO CALZADA .....</b>	<b>12</b>
<b>2.2.3. SEÑALIZACIÓN DE DUCTOS .....</b>	<b>13</b>
2.3. DESCRIPCIÓN DE POZOS Y CÁMARAS ELÉCTRICAS DE TRANSFORMACIÓN.....	13
<b>2.3.1. POZOS.....</b>	<b>13</b>
<b>2.3.1.1. POZOS ELÉCTRICOS.....</b>	<b>13</b>
<b>CARACTERÍSTICAS GENERALES .....</b>	<b>13</b>
<b>DIMENSIONES .....</b>	<b>14</b>
<b>MÉTODO CONSTRUCTIVO .....</b>	<b>14</b>
<b>2.3.1.2. TAPAS.....</b>	<b>16</b>



2.3.2. CÁMARAS ELÉCTRICAS .....	16
DIMENSIONES .....	16
ACCESO .....	17
VENTILACIÓN .....	17
DRENAJE.....	17
ILUMINACIÓN.....	18
2.4. DISPOSICIÓN DE DUCTOS (CANTIDAD) .....	18
2.5. ANÁLISIS DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE POTENCIA.....	19
2.5.1. PERIODO DE DISEÑO .....	19
2.5.2. PÉRDIDAS TÉCNICAS .....	19
2.5.3. MODELO DE CARGA .....	19
2.5.4. DEFINICIÓN DE ESTRATOS DE LA DEMANDA.....	22
2.5.5. CÁLCULO DEL TRANSFORMADOR .....	23
2.6. TRANSICIONES DE REDES AÉREAS – SUBTERRÁNEAS EN MV.....	25
2.7. RED SUBTERRÁNEA EN MEDIO VOLTAJE .....	27
2.8. CÁMARAS ELÉCTRICAS DE TRANSFORMACIÓN .....	28
2.9. EQUIPOS DE PROTECCIÓN Y SECCIONAMIENTO EN MV, EN CÁMARA DE TRANSFORMACIÓN .....	29
2.10. RED SUBTERRÁNEA EN BAJO VOLTAJE .....	30
2.11. CÁLCULO DE LA CAÍDA DE VOLTAJE EN REDES EXISTENTES Y PROYECTADAS.....	31
2.12. TABLERO DE DISTRIBUCIÓN PRINCIPAL EN BV .....	32
2.12.1. ESPECIFICACIONES TABLERO BV .....	35
2.12.2. CABLE DE INTERCONEXIÓN ENTRE EL TRANSFORMADOR Y EL TABLERO DE BV .....	35
2.13. CIRCUITO DE ALUMBRADO PÚBLICO .....	36
2.13.1. CUADRO DE MANDO .....	37
2.13.2. RED ELÉCTRICA .....	38

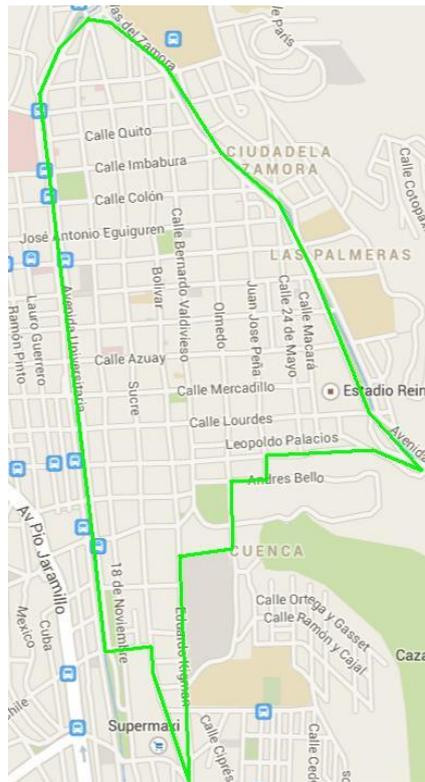


2.13.3.	LÁMPARAS LED .....	38
2.13.4.	LUMINARIAS .....	43
2.13.5.	DISPOSICIÓN PUNTOS DE LUZ .....	43
2.14.	ACOMETIDAS .....	45
2.15.	TELECOMUNICACIONES PARA TELECONTROL .....	46
2.15.1.	PROTOCOLOS MEDIDOR.....	46
2.15.2.	PROTOCOLOS CONCENTRADOR DE DATOS .....	46
3.	CUADRO RESUMEN DE LAS PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO.....	47
4.	PRESUPUESTO .....	48
5.	INDICADORES .....	49
5.1.	INVERSIÓN DEL PROGRAMA.....	49
5.2.	ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA Y FINANCIERA .....	49
5.3.	EVALUACIÓN ECONÓMICA.....	50
6.	CRITERIOS APLICADOS AL DISEÑO .....	50
6.1.	PREVISIÓN DE POTENCIA .....	50
6.2.	RED ELÉCTRICA .....	51
6.2.1.	UBICACIÓN DE LAS CÁMARAS DE TRANSFORMACIÓN Y SECCIONAMIENTO .....	51
6.2.2.	RED DE BAJO VOLTAJE .....	51
6.2.2.1.	ACOMETIDAS .....	51
6.2.3.	RED DE MEDIO VOLTAJE.....	52
6.3.	OBRA CIVIL .....	52
6.3.1.	CÁMARAS DE TRANSFORMACIÓN.....	52
6.3.2.	CANALIZACIONES .....	52
6.2.2.2.	CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS.....	53
6.4.	ALUMBRADO PÚBLICO .....	53
7.	CONSIDERACIONES PARTICULARES DE DISEÑO.....	54



8.	RESPONSABLE DEL PROYECTO .....	55
9.	CRONOGRAMA.....	56
10.	ANEXOS .....	57





**Ilustración 2: Plano de la zona de actuación**

El área de actuación del proyecto de la Zona Centro en la ciudad de Loja, objeto del presente proyecto, comprende la que queda delimitada por Av. Universitaria, Chile, Antonio José de Sucre, Av. Eduardo Kingman, Federico González Suárez, José Peña, Catacocha y Av. Emiliano Ortega hasta su unión con Av. Universitaria, como puede observarse en el plano superior.

## 1.4. CARACTERÍSTICA PREDOMINANTE DE CARGA

En la siguiente tabla se definen los beneficiarios directos del proyecto de soterramiento de redes sobre la zona de actuación del proyecto:

BENEFICIARIOS	Nº DE BENEFICIARIOS DIRECTOS
Residenciales	5.272
Servicios y Comercios	3.943
Industrias	51
Tercera Edad	135
Centros Oficiales	103
Centros de Culto Religioso	10
Centros Deportivos	6
Puntos de Electrificación para Beneficio Público	43
Centros de Asistencia Social	18

(EERSSA, 2014)



Se han considerado para el proyecto de diseño un total de 9.841 clientes de los 9.581 están en servicio. Existen un total de 598 medidores que están alimentados por transformadores privados.

Se han considerado como beneficiarios indirectos los comercios y las industrias del cantón de Loja, dado el impacto sobre el turismo y las mejoras sobre las condiciones en cuanto a calidad de servicio en el suministro eléctrico:

BENEFICIARIOS	Nº DE BENEFICIARIOS INDIRECTOS
Servicios y Comercios	10.541
Industrias (Manufacturas)	1.087

(INEC, Censo Económico, 2010)

Siendo el tipo que prevalece, las cargas residenciales, estableciéndose un estrato de consumo mayoritario tipo C:

Categoría de Estrato de consumo	Escala de consumo (kWh/mes/cliente) sin considerar la influencia de la cocina de inducción.	DMD con cocina de inducción a 25 años (kVA)	DMD con cocina de inducción a 30 años (kVA)
C	151-250	4.19	4.38

Tabla 1: Características carga cliente residencial.

## 1.5. COORDENADAS UTM

Proyecto Técnico Económico para el Soterramiento de Redes Eléctricas de MV y BV, Alumbrado Público y Telecomunicaciones, en el Cantón de Loja	
PROVINCIA	Loja
CANTÓN	Loja
PARROQUIA	Sagrario y San Sebastián
SUPERFICIE APROXIMADA (Km <sup>2</sup> )	1,48 km <sup>2</sup> .
COORDENADA (X <sub>min</sub> , Y <sub>min</sub> )	(699230, 9556150)
COORDENADA (X <sub>max</sub> , Y <sub>max</sub> )	(700494, 9558814)

Tabla 2: Localización del área de actuación

## 1.6. PROGRAMA

Este programa se ejecuta con fondos de financiamiento de la Corporación Andina de Fomento (CAF).



## 1.7. ANTECEDENTES

En la República del Ecuador se ha detectado la necesidad creciente de modernizar la infraestructura eléctrica y soterrar las redes eléctricas y de telecomunicaciones, con el objetivo de obtener mayor espacio en las ciudades, reducir el impacto visual de las redes aéreas, potenciando con su belleza y aumentando la seguridad y la accesibilidad de las personas.

Por este motivo, con fecha 26 de abril de 2013, en la Séptima reunión de Gestión Presidencial, se dio la Disposición N° 20370 denominada “Soluciones para el soterramiento de todos los cables en el país”, en cuyo detalle se menciona que se deben buscar soluciones para el soterramiento de cables a nivel nacional, que incluyan normativa, costos, capacidad técnica, cronograma, y una propuesta de priorización.

Con fecha 30 de julio de 2013, se emite el Acuerdo Ministerial MEER N° 211, en cuyo artículo 4 se dispone que cada empresa eléctrica de distribución del país, debe considerar el cambio de redes aéreas a soterradas en: accesos a ciudades, patrimonios culturales, centros turísticos e históricos, accesos a puertos, aeropuertos, puntos o pasos fronterizos internacionales y lugares que ponen en riesgo la seguridad ciudadana.

El proyecto de soterramiento es en la zona del centro de la ciudad de Loja, con una superficie total de 1.48 km<sup>2</sup> con una red eléctrica existente cuyas características se exponen a continuación:

### 1.7.1. RED DE MEDIO VOLTAJE

Actualmente el cantón de Loja recibe el suministro eléctrico desde las subestaciones siguientes:

Nomenclatura	Tensión (kV)		Capacidad (MVA)	Ubicación
	Primario	Secundario		
Obrapía	69	13.80	10+5	Obrapía
San Cayetano	69	13.80	10.00	San Cayetano
Norte	69	13.80	5.00	Motupe Alto
Sur	69	13.80	5.00	Colinas Lojanas
Vilcabamba	69	13.80	2.50	Malacatos

**Tabla 3: Subestaciones de la EERSSA. (EERSSA, Plan de Expansión del sistema eléctrico 2015 - 2025, 2013)**



La red de medio voltaje de configuración radial en el casco urbano central de Loja está alimentada desde los primarios que se presentan en la siguiente tabla:

Subestación	Alimentador	Ubicación	Coordenadas
Obra Pía	Celi Román 0114	Poste en Universitaria/18 Noviembre	699350.43,9558782.43
Obra Pía	Hospital 0113	Poste en Universitaria/Valdivieso	699250.42,9558465.88
Obra Pía	Hospital 0113	Poste en Universitaria/Colón	699264.18,9557157.45
Obra Pía	Hospital 0113	Poste en Universitaria/Eguiguren	699300.46,9558040.43
Obra Pía	IV Centenario 0112	Poste en Universitaria/Catacocha	699398.55,9557234.65
Sur	Yaguarcuna 2013	Poste en Av. Eduardo Kingman/Av. Gobernación Mainas	699734.74,9556160.06
Sur	Yaguarcuna 2013	Poste en Av. E. Kingman/Catamayo	699726.95,9556372.40
San Cayetano	Sur 0211	Poste en Av. Emiliano Ortega/Matilde Hidalgo	700469.35,9557329.26
San Cayetano	Sur 0211	Poste en E. Ortega/Rocafuerte	700156.96,9557890.69
San Cayetano	Juan de Salinas 0213	Poste en Av. Emiliano Ortega/Colón/24 de Mayo	700001.46,9558174.57
San Cayetano	S/E Centro 0215	Poste en Av. Emiliano Ortega/Segundo Puertas	699830.47,9558359.58
San Cayetano	Juan de Salinas 0213	Poste en Av. Emiliano Ortega/Valdivieso	699695.06,9558513.90
San Cayetano	Juan de Salinas 0213	Poste en Av. Emiliano Ortega/Juan de Salinas	699663.96,9558614.92



Subestación	Alimentador	Ubicación	Coordenadas
Obra Pía	Celi Román 0114	Poste en Av. Emiliano Ortega/Manuel Toledo	699524.07,9558724.52

**Tabla 4: Primarios que alimentan la zona de actuación.**

En estos primarios es habitual el uso de estructuras en horizontes en “volado” para alejar los conductores de las fachadas de los inmuebles, para evitar posibles electrocuciones de los vecinos de la población. Se puede apreciar que en muchos tramos de la red trifásica de media tensión no está tendido el neutro o está retirado.

Estos primarios son aéreos soportados sobre postera de hormigón y los conductores más frecuentes empleados son AI ACSR.2, ACSR 1/0, ACSR 2/0 y ACSR 4/0.

### **1.7.2. REDES DE BAJO VOLTAJE**

Las redes de bajo voltaje 240/120 voltios son alimentadas desde los transformadores monofásicos ubicados a lo largo de las calles del área de actuación, con acometidas hacia los domicilios y locales comerciales que se confunden con las redes de conectividad.

Las redes de bajo de voltaje están construidas con cables desnudos de aluminio y cables preensamblados.

En general, se puede determinar que en la población de Loja se tiene confundidas las redes de distribución eléctrica y los circuitos de infraestructura de telecomunicaciones, los que provocan una contaminación visual.

### **1.7.3. REDES DE ALUMBRADO PÚBLICO**

Dentro del conjunto de las distintas calles que forman el área de actuación encontramos varias redes de alumbrado público con distintas configuraciones. Las luminarias instaladas son de diferentes tipos y potencia que varían desde 70 W. a 250 W. de sodio, ubicadas en postes de hormigón y metálicos que desentonan con la estética del entorno.



## **2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO**

### **2.1. DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO DE OBRA CIVIL**

Los cables se han diseñado entubados en zanja, con un trazado lo más rectilíneo posible, ubicados sobre terreno público, preferentemente bajo acera y paralelos a las fachadas.

### **2.2. CANALIZACIÓN DEL TRAZADO DE OBRA CIVIL**

En el proyecto se contemplan distintos tipos de canalizaciones dependiendo del número y tipo de redes que discurran por una determinada calle. Así mismo, dependiendo de si la canalización está bajo calzada o bajo acera está tendrá distinto diseño constructivo.

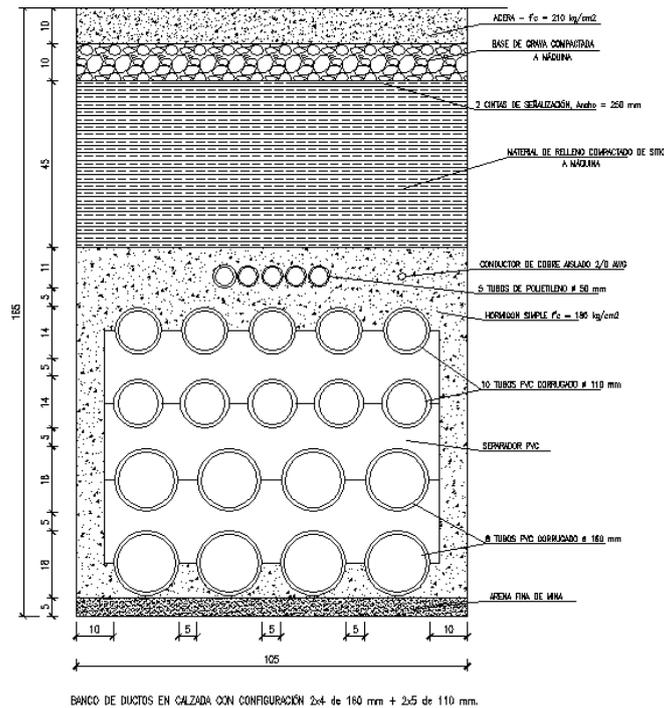
El total de metros lineales de canalización en función de su diseño son los siguientes:

Se planifica 8 tipos de Zanjas: 4 tipos de zanjas para acera (1, 2,3, 4) y 4 zanjas para calzada (1C,2C,3C,4C)

<b>ZANJAS EN ACERA</b>		
<b>Tipo</b>	<b>Dimensiones(cm)</b>	<b>Cantidad</b>
1	105x160	425
2	85x140	9564
3	70x114	6096
4	50x95	27554
<b>ZANJAS EN CALZADA</b>		
<b>Tipo</b>	<b>Dimensiones(cm)</b>	<b>Cantidad</b>
1C	105x165	131
2C	85x145	1036
3C	70x130	481
4C	50x110	853
Total:		2501

**Tabla 5: Metros lineales de canalización en función del diseño y configuración de ductos**





**Ilustración 4: Detalle canalización bajo calzada.**

### 2.2.3. SEÑALIZACIÓN DE DUCTOS

Como aviso de la existencia de canalizaciones eléctricas se colocará una cinta de señalización de PVC en toda la trayectoria del banco de ductos eléctricos a una profundidad de 20 cm, de color amarillo con el aviso de peligro eléctrico.

En el caso de los tubos de telecomunicaciones también se colocará sobre los mismos en toda la trayectoria una cinta de advertencia de polietileno de color amarillo.

Ambas cintas deben llevar indicado la distancia homologada a la cual se encuentran las redes bajo la misma especificada en los planos de detalle.

## 2.3. DESCRIPCIÓN DE POZOS Y CÁMARAS ELÉCTRICAS DE TRANSFORMACIÓN

### 2.3.1. Pozos

#### 2.3.1.1. POZOS ELÉCTRICOS

##### **CARACTERÍSTICAS GENERALES**

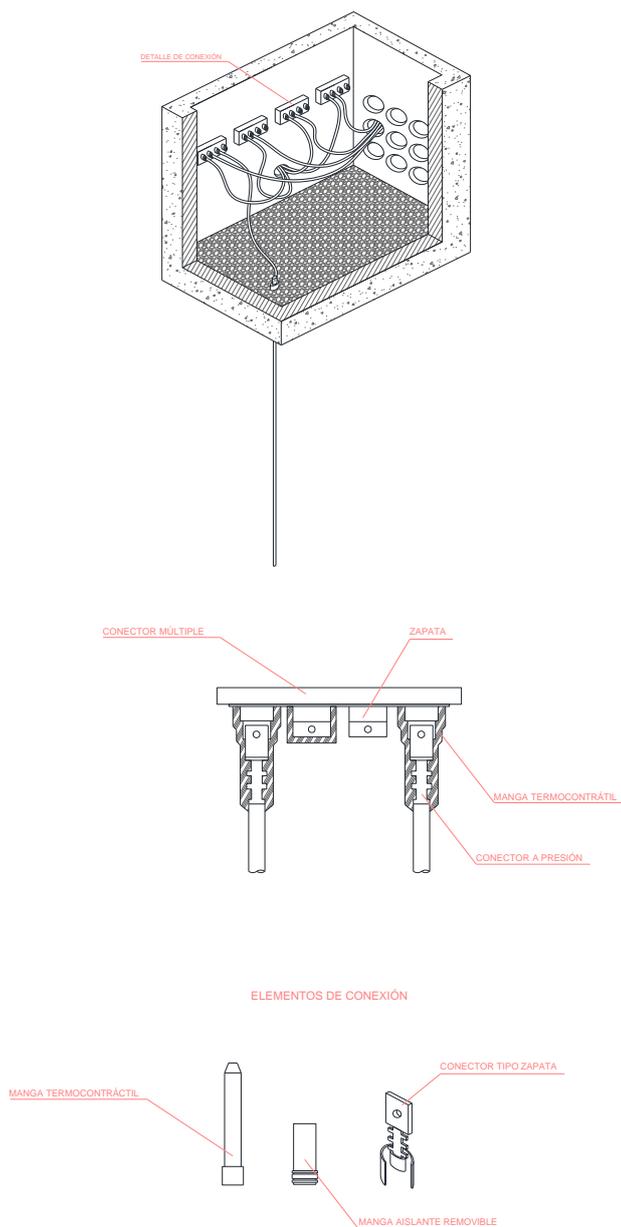
Se utilizan pozos en los cambios de dirección, en la transición aérea-subterránea y en los tramos rectos con una distancia máxima de 40 metros.





Cuando desde un pozo tenga que realizarse una derivación en Bajo Voltaje, ésta se realizará mediante conectores de compresión o de gel, con un máximo de cuatro acometidas por pozo. Igualmente desde el mismo saldrán las acometidas para las luminarias con un máximo de dos luminarias por pozo.

El detalle de conexión de los conductores puede verse en el detalle, como a través de conectores de compresión termoestables y el barraje colocado en la pared lateral del pozo se realizan las derivaciones necesarias, estando diferenciadas cada una de las fases.



**Ilustración 5: Detalle elementos derivación. Conector a compresión**

### 2.3.1.2. TAPAS

Las tapas de los pozos serán distintas dependiendo de si el pozo está situado bajo calzada o bajo acera. Asimismo la zona de estudio se divide en dos zonas diferenciadas, al encontrarse dentro del área una zona denominada de primer orden cuyas tapas diferirán respecto a las del resto de zonas. Asimismo sobre el pozo se colocará una losa de cubierta no registrable de 10 cm de espesor sobre la que irá colocada la correspondiente tapa:

**Tapas bajo calzada y acera:** Los pozos bajo calzada y acera tendrán una tapa de grafito esferoidal clase D400-400kN soportadas sobre un marco de acero galvanizado que provee el soporte y las bisagras de las tapas. El diseño puede verse con detalle así como sus dimensiones en el plano de detalle adjunto.

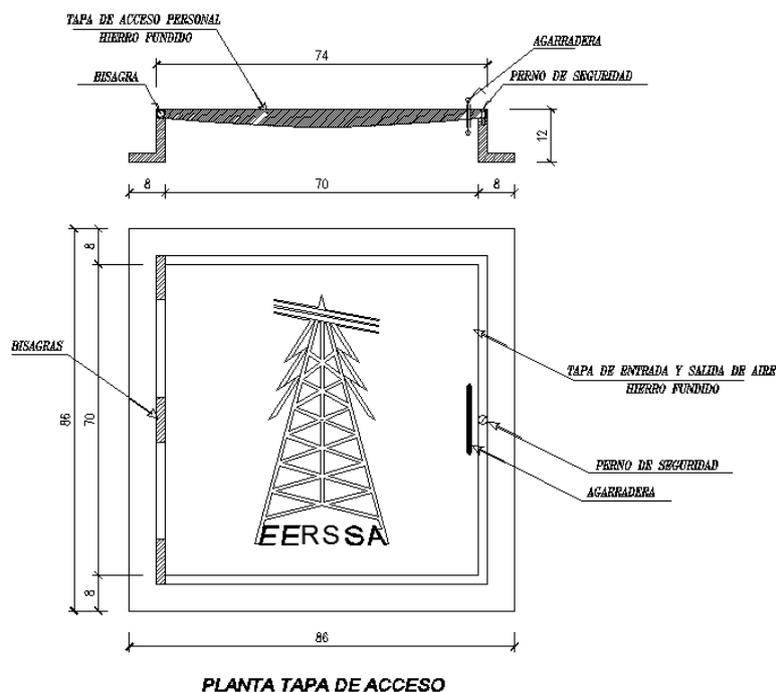


Ilustración 6: tapas de acceso de grafito esferoidal

### 2.3.2. CÁMARAS ELÉCTRICAS

Las cámaras de transformación en Proyecto se han diseñado subterráneas con el objetivo de liberar el espacio público. Ver ANEXO I.III

#### DIMENSIONES

El diseño de la cámara estará condicionada al tamaño del transformador (dependiente de la potencia del mismo) y del número de celdas necesarias. Las dimensiones mínimas son las siguientes:



- Altura libre: 3 metros
- Largo x Ancho: 8x5 metros.

## ACCESO

Para cámaras en parques y plazas, se ha diseñado un acceso inclinado a 68 grados respecto a la horizontal, de forma que en caso de accidente sea posible la evacuación de una persona herida en una camilla.

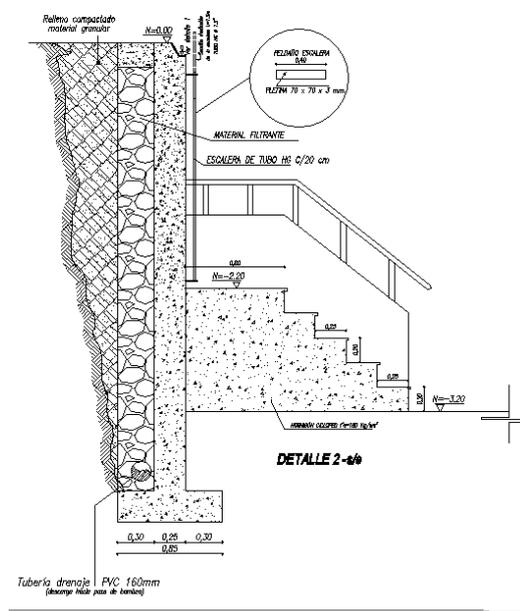


Ilustración 7: Detalle calera inclinada a cámara de transformación

## VENTILACIÓN

Las cámaras dispondrán de un sistema de ventilación forzada con ventiladores axiales, integrados en las paredes de la misma. La entrada de aire desde el exterior se realizará desde las veredas o zonas como parques. Puede verse el esquema en el plano “Cámaras subterráneas” y el detalle en ANEXO V CÁMARAS ELÉCTRICAS.

## DRENAJE

Cada cámara subterránea dispondrá de un sistema de drenaje con un tubo dren perimetral conectado a un pozo de bombeo con dos bombas, una principal y otra de reserva, con funcionamiento alternativo. Puede verse el detalle del sistema en el plano “Instalaciones auxiliares” y el detalle de su funcionamiento y cálculo en el ANEXO V CÁMARAS ELÉCTRICAS.

## ILUMINACIÓN

La iluminación de la cámara estará garantizada a través de 6 puntos de luz, dos instalados encima de la ubicación donde se instalan el/los transformador/es, uno encima del tablero de Bajo Voltaje, dos sobre las celdas de protección de Medio Voltaje y próximo a la entrada de la cámara. Puede verse el detalle del sistema en el plano “Instalaciones auxiliares” y su diseño y cálculo en el ANEXO V CÁMARAS ELÉCTRICAS.

## 2.4. DISPOSICIÓN DE DUCTOS (CANTIDAD)

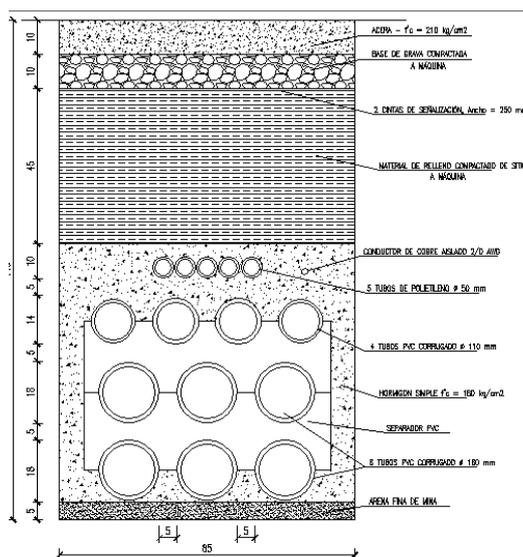
La configuración de los ductos se describen según la homologación:

ZANJA	ACERA	CALZADA
TIPO 1	EU0_0B2X4C1+1X4B1	EU0_0B2X4C2+1X4B2
TIPO 2	EU0_0B2X3C1+1X4B1	EU0_0B3X4C2+1X4B2
TIPO 3	EU0_0B2X3B1	EU0_0B2X3B2
TIPO 4	EU0_0B1X2B1	EU0_0B1X2B2

**Tabla 7: Matriz de designación de ductos**

NOTA: Todos los tipos de banco de ductos llevarán 1x5 tubos de polietileno de 2". Además se tenderá un conductor de cobre aislado # 4 (ver detalle en plano correspondiente a zanjas)

A modo de ejemplo, se muestra la zanja tipo 2:



BANCO DE DUCTOS EN CALZADA CON CONFIGURACIÓN 2x3 de 180 mm + 1x4 de 110 mm.

**Ilustración 8: Zanja tipo 2 en calzada**



## 2.5. ANÁLISIS DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE POTENCIA

### 2.5.1. PERIODO DE DISEÑO

El periodo de diseño establecido para el Proyecto es de 25 años para los transformadores y 30 años para redes y obra civil. En función de estos periodos se ha determinado la demanda máxima unitaria.

### 2.5.2. PÉRDIDAS TÉCNICAS

De acuerdo a la normativa INEN las pérdidas en los transformadores son las siguientes:

TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN					
Potencia KVA	Z%	Pcu (W)	Pfe (W)	Pcu %	Pfe%
500	5	5770	1090	1,15%	0,22%
750	5	8386	1453	1,11%	0,19%

Tabla 8: Pérdidas técnicas en transformadores. (INEN, 2004)

### 2.5.3. MODELO DE CARGA

En la siguiente tabla se definen los tipos de consumo que se encuentran en la zona de actuación del proyecto. Los datos han sido extraídos de la geodatabase proporcionada por la EERSSA:

BENEFICIARIOS	Nº DE BENEFICIARIOS DIRECTOS
Residenciales	5.272
Servicios y Comercios	3.943
Industrias	51
Tercera Edad	135
Centros Oficiales	103
Centros de Culto Religioso	10
Centros Deportivos	6
Puntos de Electrificación para Beneficio Público	43
Centros de Asistencia Social	18

(EERSSA, 2014)

Se han considerado para el proyecto de diseño un total de 9.841 clientes de los 9.581 están en servicio. Existen un total de 598 medidores que están alimentados por transformadores privados.



El tipo de consumo que prevalece en la zona es el residencial.

Para realizar una correcta estimación de la demanda eléctrica en la zona de estudio, se ha diferenciado entre cargas residenciales y cargas comerciales, industriales y especiales.

#### Definición del estrato por punto de carga

Para definir el estrato al que pertenece cada cliente se ha utilizado el siguiente rango de consumos:

Categoría de Estrato de Consumo	Escalas de consumo (kWh/mes/cliente)
E	0-100
D	101-150
C	151-250
B	251-350
A	351-500

Tabla 9: Categorías de estrato por consumo (EEQSA, 2014)

Tras analizar de forma global la zona de estudio se ha determinado que prevalecen las cargas residenciales de estrato de consumo tipo C:

Categoría de Estrato de consumo	Escala de consumo (kWh/mes/cliente) sin considerar la influencia de la cocina de inducción.	DMD con cocina de inducción a 25 años (kVA)	DMD con cocina de inducción a 30 años (kVA)
C	151-250	4.19	4.38

• Tabla 10: Características carga cliente residencial.

#### Estimación de la demanda en cargas puntuales:

Para determinar las cargas puntuales existentes, se ha considerado el consumo de comercios, industrias y cargas especiales, como servicios públicos, iglesias o colegios. Para estimar su demanda máxima se ha calculado a través de la fórmula:

$$DMU = \frac{\text{Consumo (kWh)}}{FC * 24h * 30 \text{ días}}$$

Donde,



FC= Factor de carga del transformador establecido en 40%

Se han mantenido los transformadores privados, realizándose la dotación de servicio desde la red de Medio Voltaje.

Para demandas futuras mayores a 15 kW se solicitará una estación de transformación autónoma, sujeto a que la caída de voltaje no se altere al final de la red.



## 2.5.4. DEFINICIÓN DE ESTRATOS DE LA DEMANDA

Se ha establecido que el estrato predominante del cliente residencial de la zona de estudio sea el tipo C

Nº usuarios	DMD con cocina Periodo: 25 años					DMD con cocina Periodo: 30 años				
	ZONA URBANA					ZONA URBANA				
	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
1	6,03	5,56	4,19	3,50	3,15	6,66	5,89	4,38	3,62	3,23
2	11,30	9,64	7,07	5,79	5,13	12,47	10,26	7,42	6,00	5,28
3	16,31	13,15	9,44	7,58	6,64	18,00	14,04	9,94	7,89	6,85
4	21,16	16,30	11,48	9,08	7,85	23,36	17,46	12,14	9,48	8,12
5	25,90	19,19	13,29	10,34	8,84	28,59	20,60	14,09	10,84	9,18
6	30,55	22,16	15,21	11,73	9,96	33,73	23,83	16,15	12,31	10,35
7	35,12	25,18	17,18	13,18	11,14	38,78	27,10	18,27	13,85	11,60
8	39,64	28,11	19,08	14,57	12,27	43,76	30,27	20,31	15,33	12,79
9	44,10	30,96	20,92	15,90	13,34	48,69	33,37	22,28	16,74	13,92
10	48,52	33,75	22,70	17,18	14,36	53,57	36,40	24,20	18,10	15,00
11	52,89	36,82	24,78	18,76	15,69	58,39	39,71	26,42	19,77	16,38
12	57,23	39,79	26,76	20,24	16,92	63,18	42,91	28,53	21,33	17,67
13	61,53	42,72	28,71	21,71	18,13	67,93	46,08	30,61	22,88	18,94
14	65,80	45,62	30,64	23,15	19,33	72,65	49,22	32,68	24,41	20,19
15	70,04	48,51	32,56	24,59	20,52	77,33	52,33	34,72	25,92	21,43
16	74,26	51,36	34,46	26,00	21,69	81,98	55,42	36,75	27,42	22,66
17	78,45	54,20	36,34	27,41	22,86	86,61	58,48	38,76	28,90	23,88
18	82,61	57,02	38,21	28,80	24,01	91,21	61,53	40,76	30,38	25,08
19	86,76	59,82	40,06	30,19	25,15	95,79	64,55	42,74	31,84	26,28
20	90,89	62,60	41,90	31,56	26,28	100,34	67,56	44,71	33,29	27,47
21	94,99	65,36	43,73	32,92	27,41	104,88	70,55	46,67	34,73	28,64
22	99,08	68,11	45,55	34,27	28,52	109,39	73,52	48,61	36,16	29,81
23	103,15	70,84	47,36	35,61	29,63	113,88	76,47	50,54	37,58	30,97
24	107,20	73,56	49,15	36,95	30,73	118,36	79,41	52,46	38,99	32,12
25	111,24	76,26	50,94	38,27	31,82	122,82	82,33	54,37	40,39	33,26
26	115,26	78,95	52,71	39,59	32,90	127,26	85,25	56,27	41,78	34,40
27	119,27	81,63	54,48	40,90	33,98	131,68	88,14	58,16	43,17	35,53
28	123,26	84,30	56,23	42,20	35,05	136,09	91,03	60,04	44,55	36,65
29	127,24	86,95	57,98	43,49	36,11	140,48	93,90	61,91	45,92	37,77
30	131,21	89,59	59,72	44,78	37,17	144,86	96,76	63,77	47,28	38,87
31	135,16	92,22	61,45	46,06	38,22	149,23	99,60	65,63	48,64	39,98
32	139,11	94,84	63,17	47,34	39,26	153,58	102,44	67,47	49,99	41,07
33	143,04	97,46	64,89	48,61	40,30	157,92	105,26	69,31	51,33	42,17
34	146,96	100,06	66,60	49,87	41,34	162,25	108,08	71,14	52,67	43,25
35	150,87	102,65	68,30	51,12	42,37	166,57	110,88	72,96	54,00	44,33
36	154,76	105,23	69,99	52,37	43,39	170,87	113,68	74,77	55,32	45,41
37	158,65	107,80	71,68	53,62	44,41	175,16	116,46	76,58	56,64	46,48
38	162,53	110,37	73,36	54,86	45,43	179,45	119,24	78,38	57,95	47,54
39	166,40	112,92	75,04	56,09	46,44	183,72	122,01	80,18	59,26	48,60
40	170,26	115,47	76,70	57,32	47,44	187,98	124,76	81,96	60,57	49,66



## 2.5.5. CÁLCULO DEL TRANSFORMADOR

Para el cálculo de la potencia del transformador ha seguido el siguiente procedimiento:

### 1. Clasificación de los consumos

Para analizar la determinación de la demanda eléctrica máxima proyectada de la zona se ha realizado previamente una clasificación de los tipos de consumo existentes en la zona:

- -Consumo residencial, con sus correspondientes estratos.
- -Consumo Industrial
- -Consumo comercial
- -Consumo especial.

### 2. Cálculo de la DMD por abonado

En función del consumo registrado por la EERSSA y según el procedimiento descrito en el ANEXO IV se ha determinado la demanda máxima de diseño DMD por abonado.

### 3. Análisis de la distribución de cargas en planta

Para elegir la mejor ubicación de los transformadores en la zona de estudio debe realizarse un análisis de cómo está distribuida en la zona la carga. En Loja, como se ha descrito, la ubicación ha sido determinada de forma conjunta con la EERSSA y el Municipio.

### 4. Cálculo de los puntos de carga

Con los puntos de consumo se han definido los pozos sobre los que saldrán las derivaciones de las acometidas a los puntos de carga teniendo en cuenta que el promedio de número de derivaciones por pozo es de 4 para las acometidas a clientes de BV y dos para luminarias.

Una vez distribuidas las acometidas y aplicando los correspondientes coeficientes de simultaneidad se ha obtenido la carga total por pozo de derivación:

Circuito 1	USO	Estrato / DMU	Usuarios	Total usuarios	Acumulado (usuarios)	Potencia locales (30 años) (KVA)	Potencia acumulada diversificada (30 años) (KVA)	Potencia acumulada diversificada (25 años) (KVA)	Potencia total diversificada (30 años) (KVA)	Potencia total diversificada por Trafo (25 años) (KVA)	
CT1	1.1.1	Residencial	C	4	7	25	15,71	15,71	70,09	66,65	
		Comercial	0,25	1		8					0,48
		Comercial	1,10	1							2,10
		Comercial	0,36	1							0,69
		Industrial				0					0,00
		Industrial									0,00
		Especial				3					0,00
		Especial									0,00



## 5. Diseño línea de BV

Con la ubicación de los transformadores se han trazado las líneas de Bajo Voltaje de forma que se de suministro a todos los abonados de la zona, realizando los cálculos pertinentes que permitan elegir el mejor conductor, sin sobrepasar la máxima caída de voltaje definida (3,5%) ni la saturación del cable (80%):

TRAMOS			POTENCIA TOTAL		CÁLCULOS		CONDUCTOR			MAGNETOTÉRMICOS	CAIDA TENSIÓN		SATURACIÓN
Nodo de origen	Nodo de final	Longitud (m)	Usuarios	Pot. total acumulada (KVA)	Momento eléctrico (KVA x m)	Corriente de operación	Calibre (AWG / MCM)	FDV	I max (A)	Intensidad nominal (A)	$\Delta V$ (%)	$\Delta V$ acumulado (%)	Nivel de Saturación del conductor (%)
CT1	1.1.1	41	7	70,09	2873,58	183,93	350	1996,780	280	200	1,44	1,44	65,69
1.1.1	1.1.2	19	5	59,11	1123,18	155,14	350	1996,780	280	160	0,56	2,00	55,41
1.1.2	1.1.3	17	8	49,20	836,37	129,11	350	1996,780	280	160	0,42	2,42	46,11
1.1.3	1.1.4	32	9	34,29	1097,25	89,99	350	1996,780	280	160	0,55	2,97	32,14
1.1.4	1.1.5	36	7	16,85	606,67	44,22	350	1996,780	280	160	0,30	3,27	15,79

Para ello se ha empleado el método de potencia, mediante el cálculo del valor de los FDV tal y como viene explicado en el punto 2.13

Del mismo modo se ha calculado el sistema de alumbrado público y su correspondiente red eléctrica, bajo los mismos parámetros de diseño.

## 6. Cálculo del transformador

Con la suma de la potencia de todos los circuitos en BV que salen del transformador, incluidos los de alumbrado público, obtenemos la potencia demandada al transformador. Este valor se multiplica por un valor de factor de sobrecarga establecido con EERSSA de un 80% para obtener finalmente la potencia total y establecer el transformador a instalar.

## 7. Transformadores a instalar

Tras dichos cálculos, los transformadores necesarios para dar servicio a la zona de actuación, teniendo en cuenta que el factor de sobrecarga establecido es del 80%.

Un factor importante es haber considerado la disponibilidad de adquisición en el mercado internacional por ejemplo 650 KVA no hay disponible, existe el de 750 KVA, se definió dos tipos de capacidades de transformadores.

Cámara de transformación	Potencia (KVA)	Transformadores Existentes (kVA)	Abonados	Luminarias	Observaciones	Ubicación
CT-1	500		303	35		18Nov. y Juan de Salinas
CT-2	500		287	32	No comprar	Bolívar y J Salinas
CT-3	750		339	41		Quito y 18 Noviembre
CT-4	750		412	24		Bolívar y Quito
CT-5	300	3x100	194	28	No comprar	Olmedo e Imbabura
CT-6	500	225	275	13	comprar	Parque San Francisco
CT-7-	500	3x167	264	24	No comprar	Parque Bolívar
CT-8	500		230	23		24 de mayo e Eguiguren



CT-9	500		318	17		José A. Eguiguren y Olmedo
CT-10	500		226	22		Parque Central
CT-11	750	500	298	34	comprar	Centro Comercial Mercado
CT-12	500	3x167	345		comprar	Parque Sto Domingo
	300		194	32		
CT-13	500	300+150	216	25	comprar	EERSSA
CT-14	500		291	41		24 de Mayo y Miguel Riofrio
	500		251			
CT-15	750		479	27		Azuay y Bernardo
CT-16	750		415	42		Mercadillo y 18 de Noviembre
CT-17	750	3x100	366	16	comprar	Parque San Sebastián
CT-18	500		277	26		Mercadillo y 24 de Mayo
CT-19	750		442	19		Olmedo y Lourdes
CT-20	500		272	25		Catacocha y 18 de Noviembre
CT-21	750		408	22		Bolívar y Catacocha
CT-22	500		246	24		Olmedo y Andres Bello
CT-23	750		365	44		24 de Mayo y Catacocha
CT-24	500		222	26		Matilde Hidalgo y Egas
CT-25	500		346	32		18 Nov. y Celica
CT-26	500		266	28		Bolívar y Celica
CT-27	300		190	43	Se comprará de 1x 500 KVA	18 de Nov. Y Chile
CT-28	500		241	56		Eduardo Kigman y Saraguro
CT-29	500		265	46		Eduardo Kigman y Catamayo
17150 KVA= TOTAL			9243	476		

**Tabla 11: Potencias de los transformadores**

KVA proyectados=17150 KVA

KVA existentes cámaras EERSSA= 2621 KVA

Cantidad: 19 de 500 KVA, 9 de 750 kVA, y 3 de 300 KVA

Por comprar: 17 de 500 KVA, 9 de 750 kVA;

Los transformadores existentes serán reubicados y su reemplazo se considerara en los próximos 10 años.

## **2.6. TRANSICIONES DE REDES AÉREAS – SUBTERRÁNEAS EN MV**

Las transiciones aéreas a subterráneas se realizarán en los postes existentes (se debe cambiar el poste por uno de mayor altura: 14 m), y a los que se deberá de colocar los tensores necesarios para soportar los esfuerzos que aparecerán al eliminar la línea que se va a soterrar. Desde estas transiciones, y en instalación subterránea, se alimentará la red de la zona de actuación.



Se seleccionan varios alimentadores primarios existentes de entre los que se encuentran actualmente en servicio, descritos en páginas anteriores, y los lugares elegidos para realizar las diferentes transiciones son los detallados a continuación:

Calle	Alimentador	Conductor aéreo	COORD_X	COORD_Y
1. Avenida Universitaria con 18 de Noviembre	Celi Román	ACSR.2	699350	9558782
2. Avenida Emiliano Ortega con Juan de Salinas	Juan de Salinas	ACSR.4/0	699663	9558614
3. Avenida Orillas del Zamora y Segundo Puertas	Centro	ACSR.2/0	699830	9558359
4. Avenida Manuel Agustín Aguirre y Colón	Hospital	ACSR.1/0	699264	9558157
5. Avenida Emiliano Ortega con 24 de Mayo	Juan de Salinas	ACSR.2	700008	9558180
6. Av. Emiliano Ortega	EERSSA			
7. Avenida A. Aguirre con Venezuela	IV Centenario	ACSR.1/0	699395	9557236
8. Calle Rodríguez Máximo con González Suárez	EERSSA			
9. Calle Bello Andrés con Juan José Peña	Continuación IV Centenario	ACSR.1/0	700020	9557202
10. Avenida Emiliano Ortega con Hidalgo Matilde	EERSSA			
11. Avenida Emiliano Ortega	Sur	ACSR.1/0	700470	9557332
12. Avenida Universitaria con Celica	EERSSA			
13. Chile y Av. Manuel A. Aguirre	Continuación Yaguarcuna	ACSR.2	699407	955677
14. Avenida Eduardo Kingman y Saraguro	EERSSA			
15. Avenida Eduardo Kingman con Máximo Rodríguez	EERSSA			
16. Avenida 18 de Noviembre con Chile	EERSSA			
17. Avenida Eduardo Kingman con Catamayo	EERSSA			
18. Avenida Eduardo Kingman con Gobernación de Mainas	Yaguarcuna	ACSR.2	699734	9556158
19. Avenida Gobernación de Mainas con Pindal	EERSSA			

**Tabla 12: Ubicación de las transiciones aéreo-subterráneas de MV**

Con la finalidad de disminuir algunas transiciones y mejorar la continuidad del servicio en la etapa de construcción, la EERSSA realizará las siguientes mejoras correspondientes a los ítems 6, 8, 10, 12, 14, 15, 16, 17, 19.

Los elementos que contiene la transición aérea-subterránea son los siguientes:

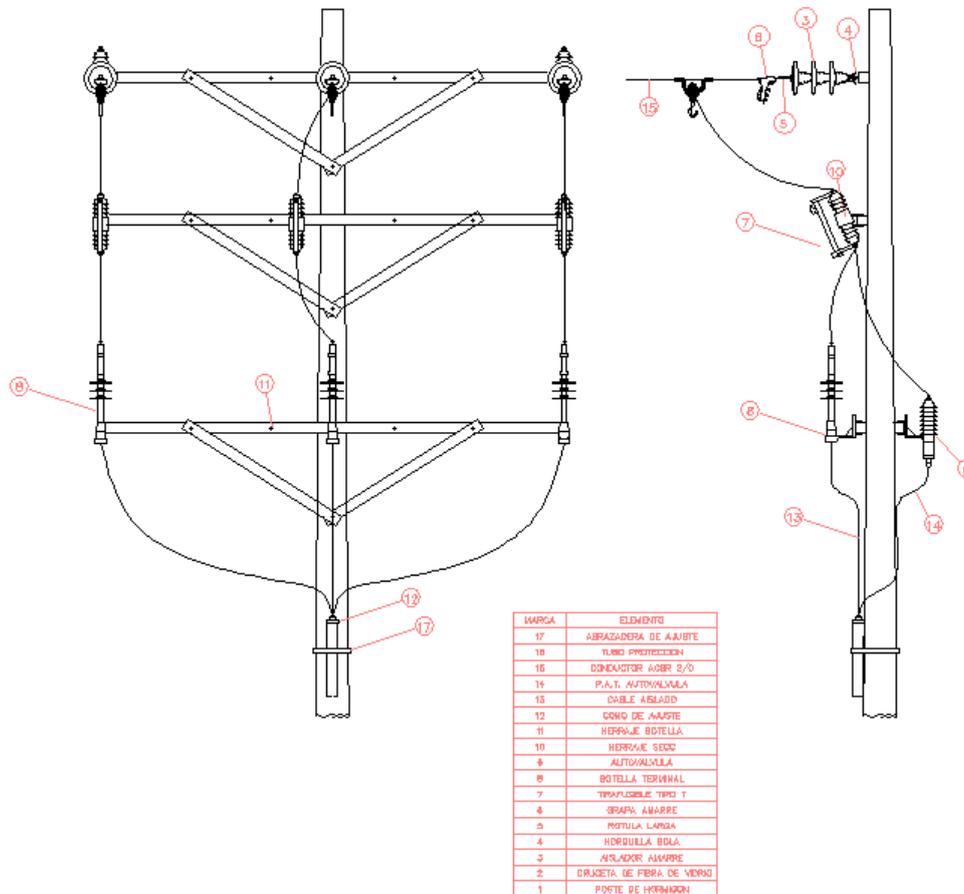


Tabla 13: Detalle transición aérea – subterránea

## 2.7. RED SUBTERRÁNEA EN MEDIO VOLTAJE

Red subterránea de medio voltaje, con cables constituidos por conductores de aluminio, compactados de sección circular de varios alambres cableados y pantalla metálica constituida por corona de alambres de cobre, con 1/3 neutral 25 kV, con 55,50Km de cable de calibre 500 MCM para ramal principal y 19,50Km de cable de calibre 2/0 para derivaciones y redes troncales.

- Tensión: 13.800V
- Frecuencia: 60 Hz

La red de medio voltaje será alimentada desde las subestaciones Obra Pía al Oeste de la localidad, San Cayetano, ubicada al Este, y Sur, ubicada al sur de la localidad de Loja, proporcionando las tres un voltaje de 13.800 voltios - 60 Hz.

Las redes de medio voltaje en la zona de estudio estarán distribuidas por circuitos en huso con la utilización de los siete primarios que parten de las subestaciones anteriormente referidas: Obra Pía, San Cayetano y Sur. Las interconexiones en caso de contingencia serán efectuadas



en modo automático con seccionadores telemandados incluidos en las cámaras de transformación y/o seccionamiento.

## 2.8. CÁMARAS ELÉCTRICAS DE TRANSFORMACIÓN

Se mantendrán en uso los transformadores privados actualmente existentes. La alimentación a dichos suministros se realizará en medio voltaje. Para dar servicio a la red de bajo voltaje se utilizarán transformadores convencionales sumergibles colocados en cámaras subterráneas.

Las ubicaciones de las cámaras han sido definidas con el Municipio y la EERSSA:

S= Celda con seccionador de carga

I= Celda con interruptor de falla

	CAMARA N°	Transf. proyectado (KVA)	Transf. a INSTALAR (KVA)	CELDAS	
1	J. SALINAS Y 18 de NOVIEMBRE	500	500	Seis	SSSSII
2	BOLÍVAR Y JUAN DE SALINAS	500	500	Seis	SSSSII
3	QUITO Y 18 DE NOVIEMBRE	750	750	Cuatro	SSII
4	QUITO Y BOLÍVAR	750	750	Cuatro	SSII
5	OLMEDO E IMBABURA	300	EXIST.(3X100)	Seis	Exist. SSIII
6	BOLIVAR Y COLON (SAN FCO.)	500	500	SEIS	Exist. SSSSII
7	18 DE NOVIEMBRE Y COLON	500	EXIST.(3x167)	Ocho	Exist. SSSSSII
8	24 DE MAYO Y J. A. EGUIGUREN	500	500	Seis	SSSSII
9	OLMEDO Y J. A. EGUIGUREN	500	500	cuatro	SSII
10	J. A. EGUIGUREN Y BOLÍVAR	500	500	Cuatro	SSII
11	10 DE AGOSTO Y 18 DE NOVIEMBRE (MERCADO)	750	EXIST. (500)A CAMARA 1	<b>Seis</b>	Exist. SSIII
12	BOLÍVAR Y ROCAFUERTE (SANTO DOMINGO)	500+300	EXIST.(3x167)A CAMARA 2	Seis	SSSSII
13	ROCAFUERTE Y OLMEDO (EERSSA)	500	EXIST.(300)A CAMARA 27	Cuatro	Exist.SSII
14	MIGUEL RIOFRIO Y 24 DE MAYO	500+500	500+500	Cuatro	SSII
15	AZUAY Y BERNARDO VALDIVIESO	750	750	Ocho	SSSSSSII
16	MERCADILLO Y 18 DE NOVIEMBRE	750	750	Cuatro	SSII
17	BOLIVAR Y MERCADILLO	750	750. EXIST.(3X100)	<b>Cuatro</b>	Exist. SSII
18	24 DE MAYO Y MERCADILLO	500	500	Cuatro	SSII
19	LOURDES Y OLMEDO	750	750	Cuatro	SSII
20	CATACOCCHA Y 18 DE NOVIEMBRE	500	500	Ocho	SSSSSSII



21	CATACOCHA Y BOLÍVAR	750	750	Cuatro	SSII
22	OLMEDO Y ANDRES BELLO	500	500	Ocho	SSSSSSII
23	24 DE MAYO Y CATACOCHA	750	750	Cuatro	SSII
24	EMILIANO ORTEGA Y CAÑIZARES	500	500	Seis	SSSSII
25	18 DE NOVIEMBRE Y CELICA	500	500	Cuatro	SSII
26	BOLIVAR Y CELICA	500	500	Cuatro	SSII
27	18 DE NOVIEMBRE Y CHILE	300	300	Seis	SSSSII
28	AV. EDUARDO KIGMAN Y SARAGURO	500	500	Cuatro	SSII
29	AV. EDUARDO KIGMAN Y CATAMAYO	500	500	Ocho	SSSSSSII

**Ilustración 9: Cámaras de transformación y celdas**

Se recomienda que el equipamiento eléctrico principal (celdas, transformadores y tablero principal de distribución de baja tensión), por motivos de pruebas y mantenimiento que sean de un mismo fabricante.

## **2.9. EQUIPOS DE PROTECCIÓN Y SECCIONAMIENTO EN MV, EN CÁMARA DE TRANSFORMACIÓN**

En lo referente a los sistemas de operación y protección del proyecto se tiene previsto la utilización de celdas modulares con aislamiento en SF6 y tecnología de corte del arco en vacío o SF6, para una voltaje de operación de hasta 24kV, capaces de soportar una corriente de cortocircuito de 21kA y despejar fallas en un tiempo de 1 segundo, con accionamiento de cierre-apertura motorizada, con interconexión con el centro de control con RTU con sistema de comunicación fibra óptica- Ethernet. Las celdas de seccionador de carga dispondrán de dispositivos de detección de paso de falla.

Para la interconexión y derivación de los troncales de los primarios de distribución se utilizará celdas con la funcionalidad de seccionadores con operación bajo carga de 630 A (S), para las derivaciones y para los transformadores de las cámaras eléctricas, celdas con la funcionalidad de Interruptores de falla, de 200 A (I), La instalación de dichos equipos se detalla en la ilustración 10.

Total de Celdas=114

S=71; I=43

Resulta evidente la conveniencia de la utilización de las celdas compactas como elementos de operación y protección del sistema comparados con seccionadores convencionales, ya que los primeros permiten la operación remota del sistema de distribución, mejorando las condiciones



seguridad del personal de operación y mantenimiento de la Empresa Eléctrica, incrementan la confiabilidad del sistema, permiten contar con un mayor número de puntos de control del sistema al ser integrados al sistema de control del SCADA.

Como característica importante de destacar es que las cámaras de transformación para trabajar en configuración anillo abierto se debe contar con un sistema de entrada-salida en medio voltaje, lo que permite tener doble alimentación en 13,8 kV a los transformadores de distribución, característica que incrementa la confiabilidad del sistema de distribución.

Para el funcionamiento del sistema en malla abierta se prevé la instalación de un arreglo compacto de celdas conformado por dos funciones de seccionamiento de 630 A (entrada-salida de medio voltaje), y una de interrupción de 200 A (protección del transformador), en al menos una de las cámara que conforma cada malla en su primera etapa y las restante cámaras se controlará la operación de la malla abierta con seccionadores convencionales.

<b>Celdas de Medio Voltaje aislada en SF6</b>	
<b>Voltaje Nominal</b>	24kV
<b>Frecuencia</b>	60 Hz
<b>Número de fases</b>	3
<b>Neutro</b>	Sólidamente aterrizado
<b>Clase</b>	Interior, aislamiento con SF6
<b>Dispositivo principal</b>	Seccionador de carga / Interruptor de falla
<b>Corriente admisible</b>	21kA

**Tabla 14: Especificaciones técnicas celdas medio voltaje**

Las especificaciones técnicas se encuentran en el ANEXO III

## **2.10. RED SUBTERRÁNEA EN BAJO VOLTAJE**

### **Conductores**

La red subterránea de bajo voltaje está conformada por cables con conductores de aluminio compactos de sección circular de varios alambres con nivel de aislamiento de 2kV y aislamiento de polietileno reticulado XLPE y chaqueta de PVC, enterrados bajo tubo de PVC con diámetro 110 mm.

- Tensión: 220/127 V
- Frecuencia: 60Hz

Para las acometidas se ha empleado el conductor TTU de aluminio de voltaje 600 V y aislamiento de XLPE, de diámetros 1/0, 4 y 6 AWG.



La longitud total de los conductores de Bajo Voltaje es la siguiente:

Tramo	Diámetro	Longitud (m)
Red BV	TTU 500 MCM (3F4C)	278.200,00
Acometidas BV	TTU AI 1/0 AWG (3F4C)	9.900,00
Acometidas BV	TTU AI 4 AWG (3F4C)	26.000,00
Acometidas BV	TTU AI 2 AWG (2F3C)	3.116,86
Acometidas BV	TTU AI 6 AWG (2F3C)	91.000,00
Bajante BV	Conductor Cu cableado monopolar aislamiento XLPE con chaqueta en PVC 500 MCM 2kV	2.700,00

**Tabla 15: Longitud red BV**

El cálculo de la sección de los conductores se realiza teniendo en cuenta que el valor máximo de la caída de voltaje no sea superior al 3.5% del voltaje nominal y verificando que la máxima intensidad admisible de los conductores quede garantizada en todo momento. En el caso de las acometidas, la caída de voltaje máxima establecida es de 1,5%.

El conductor neutro tendrá la misma sección que el resto de conductores de fase.

Las redes de bajo voltaje se dispondrán en una configuración radial y alimentarán varios circuitos desde las cámaras de transformación. Puede verse la distribución en planta en el plano correspondiente.

En el Anexo I: Planos Eléctricos se adjuntan los planos eléctricos diseñados.

## **2.11. CÁLCULO DE LA CAÍDA DE VOLTAJE EN REDES EXISTENTES Y PROYECTADAS**

La ubicación de las Cámaras de Transformación y los puntos de demanda de potencias han sido las dos condiciones a tener en cuenta a la hora de diseñar las líneas de distribución eléctrica en MV y BV. Este diseño tendrá validez siempre que no se supere el 3% en caída de tensión y la capacidad no sobrepase nunca del 80 % de la nominal.

Para su cálculo se ha utilizado los valores de factor de caída de voltaje (FDV), KVA-m para el una caída de voltaje del 3%

$$DV = k l I (r \cos \varphi + x \sin \varphi)$$



Donde:

- DV: Caída de voltaje entre fase y neutro (v)
- K: Factor que define el tipo de sistema (1 o 2)
- L: Longitud de la línea (m)
- I: Corriente de fase (A)
- R: Resistencia del conductor ( $\Omega/m$ )
- X: Reactancia de la línea ( $\Omega/m$ )

De esta forma,

$$DV\% = \frac{100}{V} k l I (r \cos \varphi + x \sin \varphi),$$

Que introduciendo el valor de la Intensidad como

$$I = \frac{P}{kV * F}$$

$$AV\% = P. L. \frac{K(R. \cos\varphi + X. \sen\varphi)}{10. V^2. F}$$

En el ANEXO VI CÁLCULO DE CAÍDA TENSIÓN BT se calculan las caídas de tensión de todas y cada una de las líneas de bajo voltaje y medio voltaje.

## 2.12. TABLERO DE DISTRIBUCIÓN PRINCIPAL EN BV

Tableros de bajo voltaje extensibles separados 70 cm. de cualquier paremto vertical y con al menos 1,5 m. en su frente para operar. Estará correctamente dimensionado para en él ubicar las protecciones y medidores de los circuitos de bajo voltaje. Estará dotado de 4 bases tripolares de tamaño  $\frac{1}{2}$  con unidad funcional de control para fuerza y alumbrado de la cámara de transformación y unidad de seccionamiento por pletinas deslizantes.

El diseño del interior de la cámara con la ubicación del tablero de distribución puede verse en el plano de detalle Cámaras subterráneas.

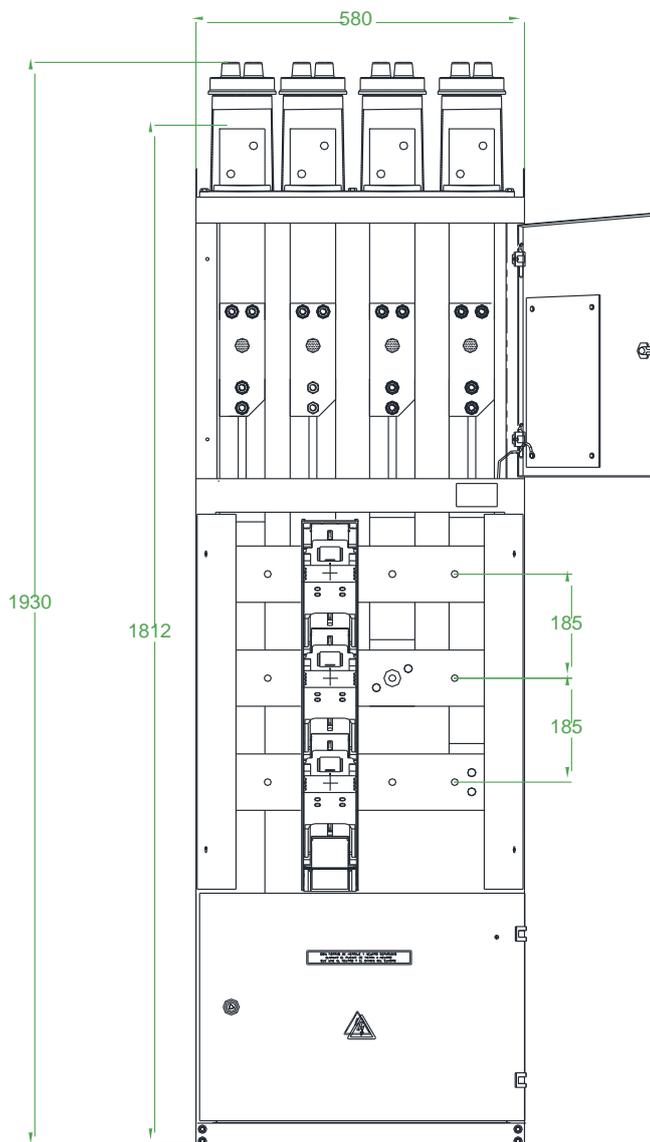
El tablero de distribución irá constituido por un bastidor metálico, con pletinas de cobre donde van montados los elementos de protección.



Tablero de distribución de bajo Voltaje	
Barras	Cobre electrolítico
Voltaje operación	0,6 kV
Frecuencia	60 Hz
Barras para las fases	3
Barras para el Neutro	2
Barras para tierra	1 barra de mínimo 50% de las fases

Tabla 16: Especificaciones técnicas tablero de distribución.

<b>Interruptor automático</b>	Enchufable	
-------------------------------	------------	--

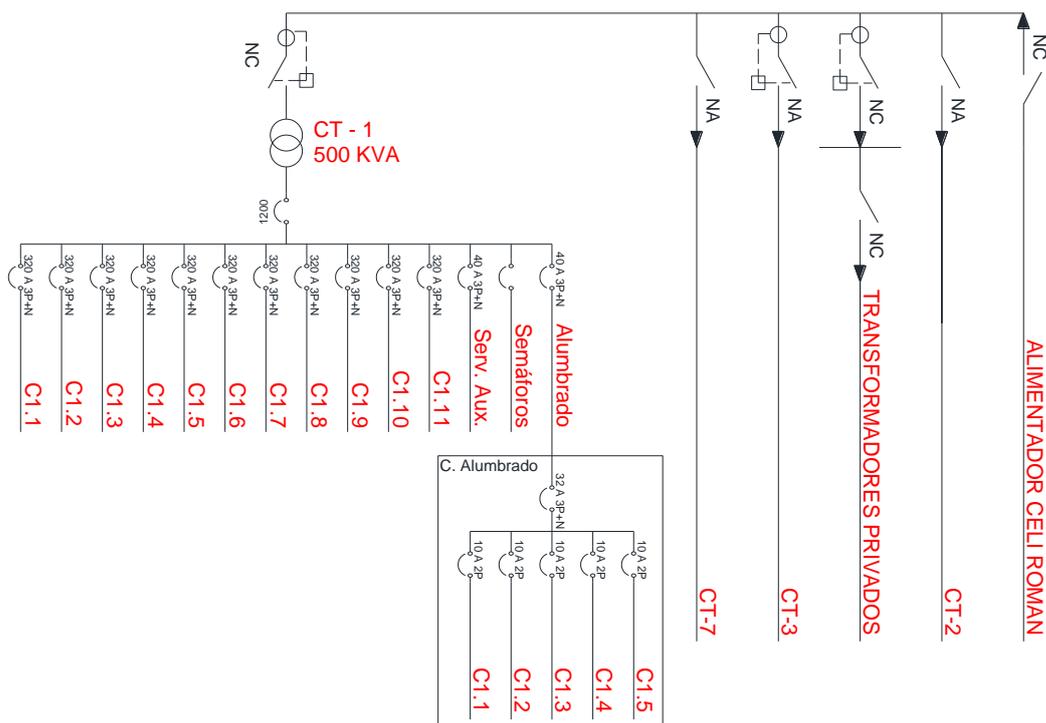


**Ilustración 10: Detalle del frente del tablero de BV**

#### **Ampliación del tablero de B.V.**

Si en alguna de las cámaras de transformación fuese necesaria la utilización de más salidas de red de bajo voltaje, se deberán instalar un tablero de ampliación con las mismas características eléctricas que el tablero ya instalado.

En los planos de los unifilares de las cámaras (ANEXO II.III) puede verse el detalle correspondiente de los circuitos de BV y sus interruptores de bajo voltaje correspondientes.



**Ilustración 12: Plano unifilar de la cámara de transformación CT1**

### 2.12.1. ESPECIFICACIONES TABLERO BV

Las especificaciones técnicas se exponen en el ANEXO III

Los tableros deberán estar adecuadamente iluminados. Además deberán estar correctamente ventilados y de ser necesario estudiar la posibilidad de instalación de un calefactor para cuadros de BV.

### 2.12.2. CABLE DE INTERCONEXIÓN ENTRE EL TRANSFORMADOR Y EL TABLERO DE BV

La unión entre las bornas del transformador y el cuadro de protección de baja tensión se efectuará por medio de conductores TTU aislados unipolares de cobre 2kV.

Los transformadores deben estar provistos de terminales en el lado secundario para cada una de las fases y para el neutro, el cual debe ser accesible. La instalación de los terminales debe ser tal que no permita el paso de la humedad al interior del transformador.

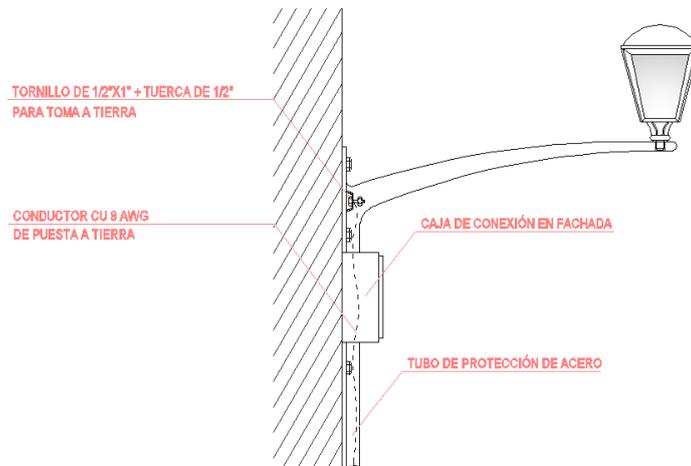
Los terminales para los devanados de bajo voltaje deben ser del tipo de conectores espiga (stud) o tipo paleta. En el caso del terminal tipo paleta, será necesario colocar elementos aislantes para mantener en el secundario del transformador el frente muerto.



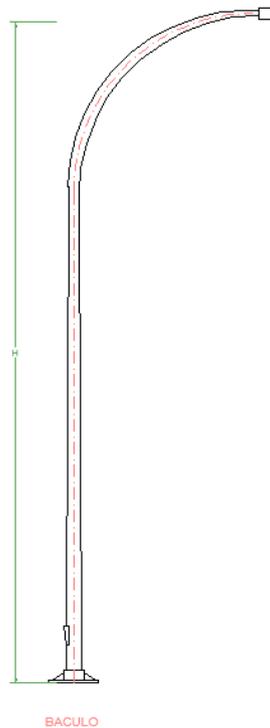
## 2.13. CIRCUITO DE ALUMBRADO PÚBLICO

Los niveles de iluminación necesarios en función del tipo de vía se han calculado de acuerdo a la regulación del CONELEC 005/14.

Los detalles de luminarias en fachada y en poste se puede apreciar en el ANEXO VIII MISCELANEOS



**Ilustración 13: luminaria en fachada.**



**Ilustración 14: Luminaria en acera.**



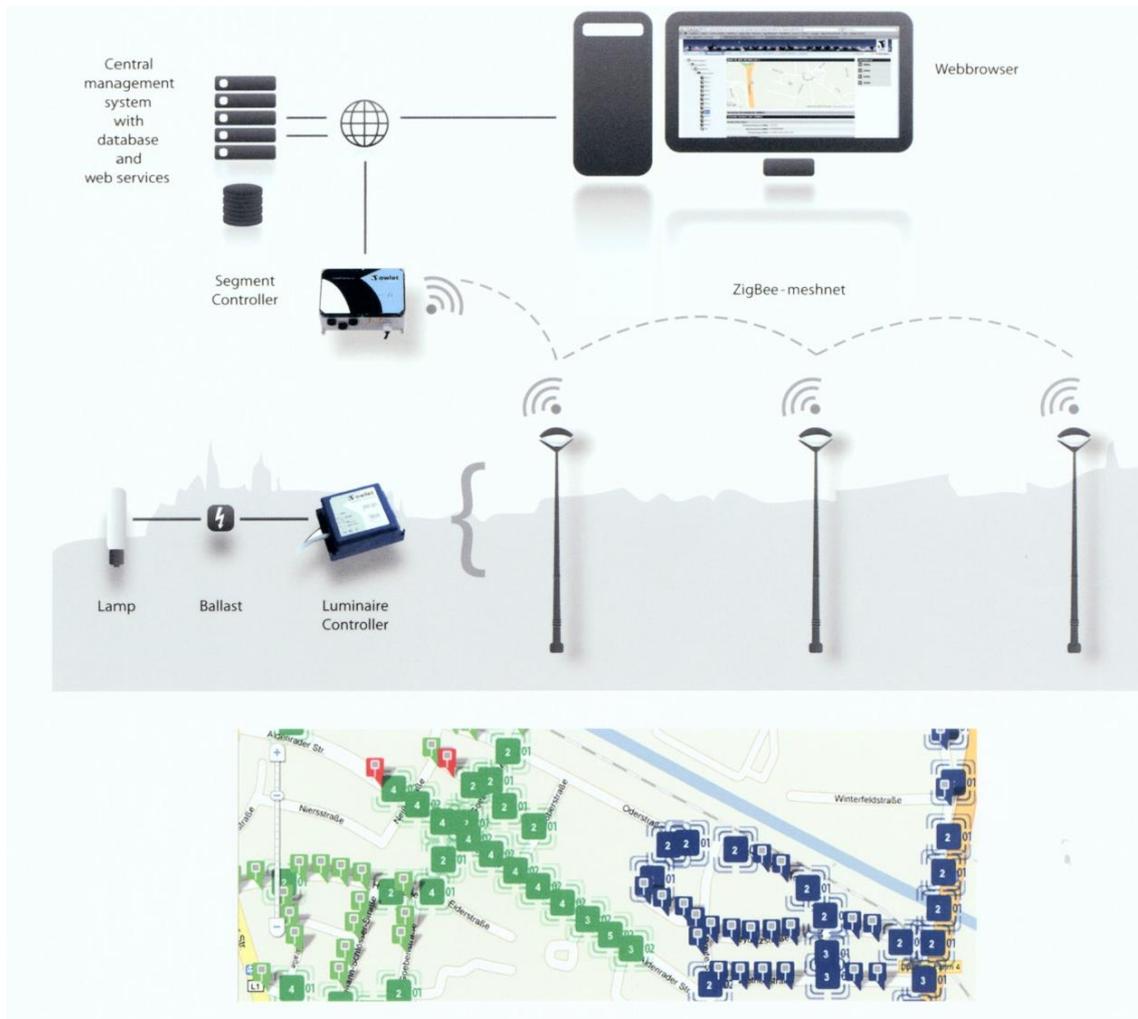
### 2.13.1. CUADRO DE MANDO

Se instalarán los cuadros de control de la red de alumbrado público en la cabecera de los circuitos de alumbrado, ubicados en las cámaras subterráneas de transformación y seccionamiento, con un total de 29 cajas de control.

Las protecciones del alumbrado se ha diseñado con interruptores termomagnéticos y diferencial dentro del cuadro de control de cabecera.

Estos irán equipados con reloj astronómico o PLC que controle el encendido y apagado de la red. El sistema de alumbrado público adicionalmente estará controlado por un sistema de gestión mediante comunicación con radiofrecuencia.

La estructura de control y gestión se podrá apreciar en el siguiente gráfico.





## 2.13.2. RED ELÉCTRICA

La red eléctrica del sistema de alumbrado público está formada por cables TTU (XLPE) de calibres:

Tramo	Diámetro	Longitud (m)
Red AP	TTU AL 6 AWG (2F3C)	45.172,98
Acometidas AP	TTU AL 10 AWG (2F3C)	14.532,00
circuito tierra de AP	Conductor Cu, cableado, desnudo # 8 AWG	55.388,71

## 2.13.3. LÁMPARAS LED

Luminaria LED formada por un cuerpo y capó de aluminio inyectado y un protector de vidrio plano, concebida para aplicaciones de alumbrado funcional.

Esta luminaria presenta una alternativa de sustitución de fuentes de luz convencionales con óptimas características fotométricas y reducido consumo de energía. Además, ofrece gran confort visual y una iluminación con luz blanca con elevado índice de reproducción cromática, lo que favorece la percepción visual.

El número total de luminarias elegidas en cada circuito por potencia son las siguientes:

Circuito	Número luminarias	Potencia (W)
CT1.1	5	150
	5	123
	3	53
CT1.3	5	150
CT1.4.	3	150
CT1.2.	5	123
CT1.5.1	3	150
	1	144
	1	137
	4	123
CT2.1	9	150
	5	137
CT2.2	12	150
CT2.3	16	150
CT2.4	5	150
CT3.1	12	123
CT3.2	9	137
	7	123
CT3.3	3	137
	4	150
CT3.4	3	150
	3	137
CT3.5	6	137



	10	123
CT4.1	2	150
	2	137
	1	144
CT4.2	2	137
	2	150
	1	144
CT4.3	2	137
	3	150
CT4.4	2	150
	3	137
	1	144
CT4.5	2	150
	1	144
CT4.6	2	150
CT5.1	10	150
CT5.2	5	150
	1	144
	1	137
CT5.3	1	137
	3	150
	1	144
CT5.4	6	150
CT6.1	4	150
CT6.2	4	150
CT6.3	4	150
CT7.1	4	150
CT7.2	3	150
	1	137
	2	123
CT7.3	4	150
	1	137
	4	123
CT7.4	4	150
CT8.1	6	150
CT8.2	4	150
	1	137
CT8.3	6	150
CT8.4	3	137
CT8.5	1	137
	1	150
	1	144
CT9.3	3	150
	1	137
	1	123
CT9.4	1	150
	2	137
	1	144
CT10.1	2	150
	2	137
	1	123
CT10.2	3	150
	2	137
	1	144
	3	53
CT10.3	2	150



	2	137
	1	144
	2	53
CT10.4	1	150
CT11.1	2	53
	1	102
	1	137
	5	150
CT11.2	4	53
	1	102
	4	123
	1	130
	1	137
	2	150
CT11.3	12	123
CT12.1	5	137
	1	144
	2	150
CT12.2	2	123
	6	150
CT12.3	3	53
	3	150
CT12.4	1	137
	1	144
	2	150
CT12.5	2	123
	1	137
	2	150
CT12.6	1	150
CT13.1	5	137
	2	144
	4	150
CT13.2	4	123
	1	137
	2	150
CT13.3	2	123
	1	137
	4	150
CT14.1	4	123
	1	130
	3	137
	6	150
CT14.2	2	123
	1	137
	7	150
CT14.3	2	137
	1	144
	6	150
CT14.4	1	137
	1	144
	2	150
CT14.5	4	137
CT15.1	7	123
	1	144
	2	150
CT15.2	2	123



	6	150
CT15.3	2	123
	1	137
	5	150
CT15.4	1	150
CT16.1	5	123
	1	137
	2	150
CT16.2	5	123
	1	137
	1	144
	3	150
CT16.3	4	123
	1	130
	1	137
	1	144
	2	150
CT16.4	2	123
	2	150
CT16.5	2	137
	1	144
	2	150
CT16.6	2	137
	1	144
	3	150
CT17.1	2	53
	2	150
CT17.2	3	137
	1	144
	2	150
CT17.3	2	137
	1	144
	2	150
CT17.4	1	150
CT18.1	4	137
	3	150
CT18.2	6	137
	4	150
CT18.3	4	137
	2	144
	4	150
CT19.1	3	137
	1	144
	2	150
CT19.2	2	137
	1	144
	2	150
CT19.3	4	150
CT19.4	3	150
CT19.5	2	150
CT20.1	5	123
	1	137
	2	150
CT20.2	2	123
	1	137
	1	150



CT20.3	5	150
CT20.4	7	150
CT21.1	2	53
	1	102
	2	150
CT21.2	2	137
	6	150
CT21.3	9	150
CT22.1	9	150
CT22.2	4	137
	2	144
	1	150
CT22.3	4	123
	4	150
CT23.1	1	150
	17	137
CT23.2	12	150
CT23.3	14	150
CT24.1	3	53
	3	137
	1	144
	3	150
CT24.2	7	150
CT24.3	4	137
CT24.3	4	150
CT24.4	1	150
CT25.1	5	123
	1	130
	1	144
	2	150
CT25.2	6	123
	1	150
CT25.3	2	137
	10	150
CT25.4	1	137
	2	144
	1	150
CT26.1	2	137
	6	150
CT26.2	7	150
CT26.3	8	137
	1	144
	3	150
CT26.4	1	150
CT27.1	1	180
	4	150
	2	137
	11	123
CT27.2	3	137
	6	150
CT27.3	6	137
	2	150
CT27.4	2	137
	2	150
CT27.5	3	137
	1	150



CT28.1	20	150
CT28.2	4	150
	8	137
CT28.3	6	150
	4	137
CT28.4	9	150
CT28.5	5	150
CT29.1	16	150
CT29.2	2	137
	8	150
CT29.3	6	150
CT29.4	3	150
	3	137
CT29.5	8	150

### 2.13.4. LUMINARIAS

La luminaria dispone de motor fotométrico con una hermeticidad IP 66 para proteger a los LED y a las lentes de entrar en contacto con el entorno exterior y mantener así las prestaciones fotométricas a lo largo del tiempo.

La unidad óptica puede desmontarse fácilmente, lo que permite su sustitución in situ al final de su vida útil con el fin de aprovechar futuros avances tecnológicos. Este procedimiento fácil y rápido reduce los costes de mantenimiento y contribuye a reducir el coste total.

LUMINARIAS	FACHADA Y PARQUES	BÁCULO
53W	16	83
106W	0	324
108W	0	47
139W	0	483
<b>TOTAL</b>	<b>16</b>	<b>937</b>
<b>TODAS</b>	<b>937</b>	
BÁCULOS	CANTIDAD	
6 m	69	
10 m	667	
12 m	188	
<b>TOTAL</b>	<b>924</b>	

### 2.13.5. DISPOSICIÓN PUNTOS DE LUZ

La red de alumbrado público se ha diseñado de acuerdo a la regulación 005/14 con luminarias de tecnología LED obteniéndose la siguiente configuración:



<b>Calle</b>	<b>Disposición</b>	<b>Altura</b>	<b>Interdist.</b>	<b>Potencia W</b>
10 de Agosto	Unilateral	10	24	123
	Tresbolillo	6	10	53
18 de Noviembre	Unilateral	10	30	150
Alamor	Unilateral	10	30	137
Alonso de Mercadillo	Unilateral	10	30	137
Amaluza	Unilateral	10	30	137
Andrés Bello	Unilateral			
Antonio José de Sucre	Unilateral	10	29	150
Av. Universitaria	Tresbolillo	12	32	123
Avenida 24 de Mayo	Unilateral	10	31	150
Avenida Eduardo Kingman	Tresbolillo con central	12	20	150
Avenida Ortega Emiliano	Tresbolillo	12	18	150
Azuay	Unilateral	10	31	137
Bernardo Valdivieso	Unilateral	10	29	150
Cariamanga	Unilateral	10	30	137
Catacocha	Unilateral	10	30	150
Catamayo	Unilateral	10	28	137
Celica	Unilateral	10	27	150
Chile	Unilateral	10	30	137
Cristóbal Colón	Unilateral	10	28	150
Eloy Alfaro	Unilateral	10	25	123
Enrique Aguirre	Unilateral	10	29	137
Gonzanamá	Unilateral	10	31	137
Imbabura	Unilateral	10	30	150
Jose Antonio Eguiguren	Unilateral	10	30	137
Jose Félix de Valdivieso	Unilateral	10	28	137
José Joaquín de Olmedo	Unilateral	10	27	150
JoseMariasEgas	Unilateral	10	30	137
Juan de Salinas	Unilateral	10	24	150
Juan José Peña	Unilateral	10	40	150
Leopoldo Palacios	Unilateral	10	26	137
Lourdes	Unilateral	10	30	150
	Tresbolillo	6	15	53
Macara	Unilateral	10	28	150



Calle	Disposición	Altura	Interdist.	Potencia W
Manuel Toledo	Unilateral	10	28	137
Matilde Hidalgo	Unilateral	10	26	137
Miguel Riofrío	Unilateral	6	26	123
Pasaje Espindola	Unilateral	10	30	137
Pasaje Sinchona	Unilateral	10	30	137
Pasaje Vivar	Unilateral	10	29	123
Pasaje Chorrillos	Unilateral	6	17	53
Pasaje Rodríguez	Unilateral	10	27	137
Quito	Unilateral	10	30	137
Sabiango	Unilateral	10	29	137
Saraguro	Unilateral	10	29	137
Simón Bolívar	Unilateral	10	31	150
Sozoranga	Unilateral	10	31	137
Vicente Rocafuerte	Unilateral	10	30	137
Zapotillo	Unilateral	10	30	137
C-02-1	Unilateral	10	31	137
C-10-15	Unilateral	6	18	53

Tabla 17: Red alumbrado público

## 2.14. ACOMETIDAS

Las acometidas se realizarán en derivación desde el pozo de Bajo Voltaje. Estas serán en barraje con gel.

Todas las acometidas son bifásicas de calibre mínimo 6. En los casos en los que hay una concentración de medidores se ha diseñado la acometida trifásica.

Tabla 18: Metros Lineales de Acometida

Tramo	Diámetro	Longitud (m)
Acometidas BV	TTU AI 1/0 AWG (3F4C)	42,98
Acometidas BV	TTU AI 2 AWG (3F4C)	318,65
Acometidas BV	TTU AI 4 AWG (3F4C)	15.380,64

La distancia máxima de la acometida estará limitada en función de una caída de voltaje máxima de 1.5%



Conductor	TTU Aluminio
Material	Aluminio
Calibre	6, 4
Aislante	XLPE

**Tabla 19: Características del conductor para acometidas**

## **2.15. TELECOMUNICACIONES PARA TELECONTROL**

La red eléctrica irá acompañada de un tendido de fibra óptica que una todas las cámaras eléctricas y el centro de control de la EERSSA. En cada cámara habrá un nodo. Además cada cámara incorporará un medidor con totalizador y para las derivaciones en el tablero principal de distribución de bajo voltaje.

### **2.15.1. PROTOCOLOS MEDIDOR**

Ver anexo III ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

### **2.15.2. PROTOCOLOS CONCENTRADOR DE DATOS**

Ver anexo III ESPECIFICACIONES TÉCNICAS



### 3. CUADRO RESUMEN DE LAS PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

---

Las principales características del proyecto se resumen en el siguiente cuadro:

Ítems	Total	Existente	Proyectado
Número de clientes	9841 de los cuales 9243 reciben el suministro en BV y 598 en MV		
Km de red en BV	64.3	-	64.3
Km de red en MV	25	-	25
Número de cámaras	29	7	22
Número de transformadores	31	-	31
Capacidad de los transformadores	300, 500 y 750 KVA		
Nº de báculos	924	-	924
Nº de luminarias	937	-	937
Potencia total alumbrado público	113.22 KVA		



## 4. PRESUPUESTO

El presupuesto para el proyecto en la siguiente tabla:

### PRESUPUESTO-EERSSA-2015

	SUBTOTAL	IVA (12%)	TOTAL PARCIAL
<b>OBRA CIVIL</b>	<b>6,192,228.59</b>	<b>743,067.43</b>	<b>6,935,296.02</b>
POZOS	1,139,832.83		
CANALIZACIONES	3,420,101.67		
CÁMARAS DE TRANSFORMACIÓN	1,005,966.69		
TRANSICIÓN AÉREO SUBTERRÁNEA	8,637.40		
DUCTOS PARA ACOMETIDAS	617,690.00		
<b>OBRA ELÉCTRICA</b>	<b>19,426,912.15</b>	<b>2,331,229.46</b>	<b>21,758,141.61</b>
ALUMBRADO PÚBLICO	4,574,754.03		
INSTALACIONES DE BAJO VOLTAJE Y MEDIO VOLTAJE	12,871,348.60		
DESMONTAJE RED EXISTENTES	312,045.88		
SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA(SIG)	37,999.50		
SISTEMA CADA CON FIBRA OPTICA PARA OPERACIÓN MONITOREO Y CONTROL DE LOS CENTROS DE TRANSFORMACION	161,912.00		
<b>SUBTOTAL 1</b>	<b>24,150,288.60</b>		
IMPLEMENTACIÓN PLAN DE COMUNICACIÓN	179,993.36		
FISCALIZACIÓN	1,032,622.25		
PLAN DE MANEJO AMBIENTAL	256,236.53		
	25,619,140.74		
<b>SUBTOTAL</b>	<b>25,619,140.74</b>		
<b>IVA (12%):</b>	<b>3,074,296.89</b>		
<b>TOTAL:</b>	<b>28,693,437.63</b>		



## 5. INDICADORES

### 5.1. INVERSIÓN DEL PROGRAMA

Para el proyecto de soterramiento de las redes eléctricas y de telecomunicaciones en la zona de actuación de Centro de Loja se requiere una inversión de 25.889.903,16 **\$USA (I.V.A incluido)**.

### 5.2. ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA Y FINANCIERA

Para el estudio se ha tomado en consideración los siguientes parámetros base:

#### 1. Indicadores de la Obra Eléctrica

Los indicadores siguientes se han calculado en función de la obra total eléctrica, es decir, obra civil eléctrica y obra eléctrica.

PROYECTO	CENTRO DE LOJA- ACTUAL	CENTRO DE LOJA- PROYECTO	LOJA
Clientes del Proyecto en área de influencia	9,841		Nº clientes
Clientes totales del sistema eléctrico-2014	185,869		Nº clientes
Energía facturada en el sistema eléctrico-2014	266,463,000.46		kwh
Energía facturada por cliente en área de influencia	2,150.41		kwh
Energía facturada en área de influencia	21,162,181.87		kwh
Area de influencia de potencia	104.15	90.77	KW
Area de influencia de energía	696.82	649.94	kWh
Demanda máxima(Dmáx) del sistema de potencia de la EERSSA	62,500.00		KW
% de pérdidas de potencia área de influencia respecto de la Dmax	0.17%	0.15%	%
Reducción de pérdidas de potencia		13.38	KW
Reducción de pérdidas de energía		46.88	kWh
Precio medio KWH Provincia Loja	0.0990		USD/kWh
Costo total proyecto	25,619,140.74		USD
Horizonte de evaluación	30		AÑOS
Desembolso inicial	20%		%
Desembolso año 1	30%		%
Desembolso año 2	50%		%
Crecimiento demanda anual (10 años)	17.45%		%
Crecimiento demanda anual residual	2.00%		%
Tasa de descuento	12%		%
% coste operación y mantenimiento red subterránea	0.40%	0.40%	
Coste de compra energía	0.0344		USD/kWh



**Tabla 20: Tabla Estudio Viabilidad económica y financiera Obra eléctrica**

Los indicadores obtenidos en dicho estudio son:

VAN	16,889,846.88
TIR	19%
RELACIÓN BENEFICIO COSTO (ROI)	1.41

Al ser el VAN mayor que cero, el proyecto es rentable.

Al ser el TIR mayor o igual que la tasa de descuento aplicada, el proyecto es rentable.

Al ser la relación beneficio costo mayor que 1, el proyecto es rentable.

### **5.3. EVALUACIÓN ECONÓMICA**

Los resultados obtenidos permiten establecer que es viable financieramente la ejecución del “Proyecto Técnico Económico para el Soterramiento de Redes Eléctricas de MV y BV, Alumbrado Público, en el Centro de Loja sobre los parámetros estimados, la relación Beneficio Costo es mayor que uno y la Tasa Interna de Retorno (TIR) es mayor a la tasa de descuento, es decir los ingresos permiten cubrir los costos del Proyecto.

Criterios aplicados al diseño

Para acometer el diseño del Centro de Loja se han seguido unos criterios establecidos de manera conjunta con CNEL EP y EERSSA. En lo referente a los elementos que conforman el diseño, tanto eléctricos como de obra civil, están homologados por el MEER y el INEN.

## **6. CRITERIOS APLICADOS AL DISEÑO**

---

### **6.1. PREVISIÓN DE POTENCIA**

La potencia total prevista en la zona de actuación se obtiene considerando la potencia correspondiente a las viviendas, los locales comerciales, locales industriales, cargas de alumbrado público y cargas especiales, entendiendo como tales a los centros de enseñanza, centros de pública concurrencia y establecimientos con cargas especiales.

A nivel residencial se estableció que se debía establecer en función de los consumos históricos la categoría del estrato de consumo más representativo de la zona y en función del mismo aplicarlo en todo el área de diseño, considerándose de esta forma una misma demanda de diseño a todos los clientes residenciales.



Para realizar el cálculo de la demanda residencial de diseño se ha partido de los valores de demanda máxima unitaria por estrato que tiene la EERSSA establecidos en su normativa y a partir de los mismos se ha realizado una estimación con un crecimiento establecido por la Empresa del 2% obteniéndose los valores en un horizonte de 25 y 30 años.

A estos valores obtenidos es necesario añadir la demanda de la cocina de inducción, valores facilitados por EERSSA

## **6.2. RED ELÉCTRICA**

### **6.2.1. UBICACIÓN DE LAS CÁMARAS DE TRANSFORMACIÓN Y SECCIONAMIENTO**

Para decidir la ubicación de las cámaras en un primer lugar se ha estudiado la zona para obtener la posición idónea para realizar un reparto de cargas homogéneo. Posteriormente se ha visitado con el Municipio la zona de actuación buscándose zonas públicas donde no se interfiera con redes existentes y que permita un acceso libre sin interferir en el tráfico. Preferentemente se han elegido zonas verdes.

### **6.2.2. RED DE BAJO VOLTAJE**

Para la dotación del suministro eléctrico se parte de los cuadros de baja tensión de las cámaras de transformación, recorriendo las aceras mediante un trazado lo más rectilíneo y corto posible siguiendo para ello la línea paralela a las fachadas y evitándose en lo posible los cruces de calzada.

Para realizar el diseño se han seguido los siguientes criterios:

- Configuración radial
- Red trifásica con cables unipolares de aluminio y asilamiento XLPE con aislamiento de 2kV con neutro corrido aislado.
- No superar la caída de voltaje de 3%
- No superar la saturación del cable de un 80%

#### **6.2.2.1. ACOMETIDAS**

El número máximo de acometidas por pozo se determinó en 4.

La máxima caída de voltaje permisible en las acometidas es de 1,5% con conductor de aluminio tipo THHN.



### **6.2.3. RED DE MEDIO VOLTAJE**

La red de medio voltaje se acordó con topología en huso abierto con un horizonte de diseño a 30 años para conductores y obra civil y de 25 años para transformadores.

Los calibres de los conductores a emplear serán de 500 MCM para circuitos principales y 2/0 para derivaciones, con neutro concéntrico.

El límite de caída de voltaje se definió con la EERSSA en un 3%.

## **6.3. OBRA CIVIL**

### **6.3.1. CÁMARAS DE TRANSFORMACIÓN**

Para ubicar las Cámaras de transformación en el presente Proyecto se ha seguido como prioridad reutilizar las cámaras subterráneas ya existentes, valorando la necesidad de cambiar el transformador existente por otro superior.

Las ubicaciones nuevas se han determinado conjuntamente con EERSSA y el Municipio, estableciéndose la posición exacta de las mismas.

### **6.3.2. CANALIZACIONES**

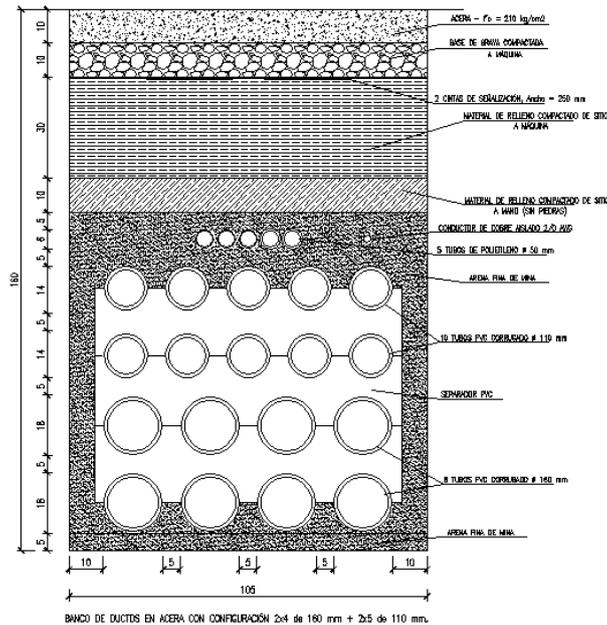
Las canalizaciones se disponen por calzadas y aceras de dominio público con un trazado lo más rectilíneo posible. Se tiene en cuenta los radios de curvatura mínimos fijados por los fabricantes, colocando un pozo en los cambios de dirección.

Los conductores no excederán el 40% de la sección interior de la tubería.

El número de ductos y su disposición en las zanjas se ha determinado de acuerdo a las siguientes condiciones:

- Cada circuito trifásico (3 fases) discurren por un mismo tubo.
- La separación horizontal y vertical entre centros de los tubos es de 50mm.
- Existen cuatro tipos de zanja bajo acera y cuatro bajo calzada.

Demás detalles constructivos constan en los planos contenidos en el ANEXO I



### ZANJA TIPO 1 EN ACERA

- Ilustración 13: Zanja Tipo 1 en acera.

## 6.2.2.2. CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS

La separación establecida entre las redes eléctricas y las redes de telecomunicaciones se ha establecido en 25 cm.

Ante la existencia de canalizaciones de la red hidrosanitaria, los cables eléctricos siempre se instalarán por encima.

## 6.4. ALUMBRADO PÚBLICO

Cálculos fotométricos: Los niveles de iluminación necesarios en función del tipo de vía se han calculado de acuerdo a la regulación del CONELEC 005/14

Tipo de Lámpara: Se utilizarán lámparas de LED debido a criterios de ahorro energético y de prestaciones fotométricas.

Esta tecnología permite mejorar la iluminación al aportar una luz blanca de alta calidad. Esto se traduce en un ahorro de consumos que permitirá amortizar los equipos en un plazo corto de tiempo.



## **7. CONSIDERACIONES PARTICULARES DE DISEÑO**

Inicialmente se realizó el diseño de la zona de actuación eliminando los transformadores particulares inferiores a 15 KVA, y dando el suministro a dichos clientes desde la red de Bajo Voltaje. Finalmente, se decidió mantener todos los transformadores privados y fue rediseñada la red de bajo voltaje.

Para la estimación de demanda residencial máxima unitaria inicialmente se estableció un crecimiento del 4%. Tras realizar los cálculos oportunos se observó que la demanda de diseño resultaba muy alta y se decidió reducir el crecimiento a un 2%.

Se ha propuesto un acceso de personal a las cámaras inclinado, con la finalidad de poder evacuar heridos en camilla en caso de accidente en el interior de la cámara. Asimismo, la tapa de acceso dispone de barandilla de protección cuando está en la posición de abierto para que la abertura quede protegida. Las tapas de acceso de material son de hormigón armado de resistencia adecuada al paso de tráfico pesado.

Se incluye la disposición de dos extintores en el interior de la cámara: uno de CO<sub>2</sub> y otro de polvo ABC. Como medida de precaución adicional, se cierra al paso con malla metálica y puerta cerrada con llave la zona de los transformadores, ya que habitualmente esta zona no requiere actuación y se protege así de contactos indeseados.

Se ha decidido en dejar en previsión a futuro, una canalización para servicios de telecomunicaciones privadas que discurrirá bajo calzada ya que no quedará espacio bajo la acera debido a la ocupación de la canalización eléctrica y la cimentación de los báculos de alumbrado. Se evitará ejecutar una red de alumbrado público independiente, llevando los conductores por la misma canalización que la distribución eléctrica y acometiendo a las luminarias desde los pozos eléctricos.



## 8. RESPONSABLE DEL PROYECTO

Tabla 21: Datos de los Funcionarios Responsables del Proyecto

Datos Funcionario Responsable del Proyecto			
Responsable del Proyecto	Cargo Responsable del Proyecto	Correo Electrónico Responsable del Proyecto	Teléfono Responsable del Proyecto
Comisión Técnica	Varios	ljaramillo@eerssa.com    jpaute@eerssa.com vtrelles@eerssa.com    lpiedra@eerssa.com lgranda@eerssa.com	(07)3700300



## 9. CRONOGRAMA

---

ANEXO CRONOGRAMA

## 10. ANEXOS

### DETALLE DE ANEXOS

ANEXOS	DESCRIPCIÓN	TIPO
<b>I</b>	<b>CIVIL</b>	
I.I	lámina 1 TRAZADO OBRA CIVIL - ZONA NORTE	PLANO
	lámina 2 TRAZADO OBRA CIVIL - ZONA SUR	PLANO
I.II	lámina 3 DETALLE DE POZOS - TIPO DE POZOS	PLANO
I.III	<b>DETALLE DE CÁMARAS</b>	
	<b>CÁMARA DE TRANSFORMACIÓN EN CALZADA</b>	
	lámina 4 PLANTA, VISTAS LATERALES, VENTILACIÓN	PLANO cad
	lámina 5 CORTES, INSTALACIONES, DETALLES	PLANO cad
	lámina 6 DISEÑO ESTRUCTURAL, PLANILLA DE HIERROS	PLANO cad
	<b>CÁMARA DE TRANSFORMACIÓN EN PARQUES</b>	
	lámina 7 PLANTA, VISTAS LATERALES, VENTILACIÓN	PLANO cad
	lámina 8 CORTES, INSTALACIONES, DETALLES	PLANO cad
	lámina 9 DISEÑO ESTRUCTURAL, PLANTA, GRADA.	PLANO cad
	lámina 10 DISEÑO ESTRUCTURAL, CORTES, PLANILLA DE HIERROS	PLANO cad
I.IV	<b>DETALLE DE CANALIZACIÓN</b>	
	lámina 11 TIPO DE ZANJAS Y ACOMETIDAS	PLANO cad
<b>II</b>	<b>ELÉCTRICO</b>	
II.I	lámina 12 RED SUBTERRANEA EN MT	PLANO cad
II.II	<b>RED SUBTERRANEA EN BAJA TENSIÓN</b>	
	lámina 13 PLANO LLAVE: DISTRIBUCIÓN DE LAMINAS	PLANO PDF
	lámina 14 PLANO: SECTOR 1	PLANO PDF
	lámina 15 PLANO: SECTOR 2	PLANO PDF
	lámina 16 PLANO: SECTOR 3	PLANO PDF
	lámina 17 PLANO: SECTOR 4	PLANO PDF
	lámina 18 PLANO: SECTOR 5	PLANO PDF
	lámina 19 PLANO: SECTOR 6	PLANO PDF
	lámina 20 PLANO: SECTOR 7	PLANO PDF
	lámina 21 PLANO: SECTOR 8	PLANO PDF
	lámina 22 PLANO: SECTOR 9	PLANO PDF
	lámina 23 PLANO: SECTOR 10	PLANO PDF
	lámina 24 PLANO: SECTOR 11	PLANO PDF
	lámina 25 PLANO: SECTOR 12	PLANO PDF
	lámina 26 PLANO: SECTOR 13	PLANO PDF
II.III	lámina 27 DETEALLE DIAGRAMAS UNIFILARES POR CÁMARA	PLANO cad
<b>III</b>	<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>	EXCEL Y WORD
<b>IV</b>	<b>CÁLCULO DMU</b>	EXCEL
<b>V</b>	<b>ESPECIFICACIONES CÁMARAS</b>	WORD Y PDF
<b>VI</b>	<b>CÁLCULO CAÍDA DE TENSIÓN BT</b>	EXCEL



<b>VII</b>	<b>CÁLCULO LUMÍNICO</b>	EXCEL Y PDF
<b>VIII</b>	<b>MISCELANEOS</b>	PLANOS Y EXCEL
VIII.I	lámina 28 TRANSISIÓN AÉREO SUBTERRANEA	PLANO cad
VIII.II	lámina 29 TABLERO DE BAJO VOLTAJE	PLANO cad
	LUMINARIAS EN FACHADA-ACERA Y TABLERO DE BV E	
VIII.III	lámina 30 INTERRUPTOR AUTOMÁTICO	PLANO cad
VIII.IV	lámina 31 MALLA A TIERRA	PLANO cad
<b>IX</b>	<b>CRONOGRAMA</b>	EXCEL
<b>X</b>	<b>PRESUPUESTO</b>	EXCEL

---