



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA EN**  
**ELECTROMECAÁNICA**

**“DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DEL SOTERRAMIENTO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN EL ÁREA URBANA SECTOR CENTRO DEL CANTÓN SALCEDO, PROVINCIA DE COTOPAXI”**

**AUTORES: CANDO TENORIO, OSCAR DAMIÁN**  
**PINTO LÓPEZ, JORGE ENRIQUE**

**ING. ITURRALDE ALBÁN, JAVIER HERNÁN**  
**DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**



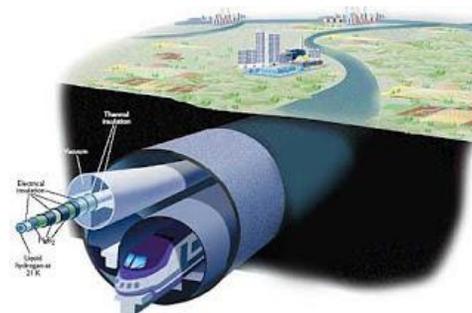
# INTRODUCCIÓN

Homologar la identificación y utilización de materiales y equipos de las estructuras de redes subterráneas.

Infraestructura para la transmisión de energía eléctrica o de telecomunicaciones, con cables subterráneos.

Contaminación visual especialmente en zonas urbanas densamente pobladas, se realiza por medio de cables subterráneos

Los cables subterráneos son de construcción robusta y proporcionan mayor confiabilidad de servicio, mayor seguridad, mejor apariencia y servicio sin problemas



# RED ELÉCTRICA SUBTERRANEA

VENTAJAS

Más seguro.  
Confiabilidad.  
Menos sujeto a daños.  
Reducción de contaminación visual.  
Rango reducido de emisión de campos electromagnéticos.  
Conexiones ilegales.  
Beneficios ambientales.  
Sin partes móviles ni oxidadas.

Costo inicial de inversión.  
Mayor tiempo de reparaciones de cables.  
Costos de mantenimiento.  
Daños por el movimiento del suelo.

DESVENTAJAS



# PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

- El problema actual de las redes de Salcedo es que el área urbana data de 1980 cumpliendo así con su vida útil generando esto en el área de influencia un deficiente servicio de calidad de energía, para ello es necesario realizar el proyecto de investigación que permita dar un enfoque técnico-económico a (ELEPCO S.A.), garantizando así una construcción de la red subterránea correcta y confiable cumpliendo con las normas y reglamentos preestablecidos.



# OBJETIVO GENERAL

- Realizar el Diseño de las redes eléctricas de distribución soterradas del área urbana del cantón Salcedo, provincia de Cotopaxi utilizando la normativa vigente por el Ministerio de Energía y Recursos Naturales no Renovables (MERNNR) y la ELEPCO S.A para mejorar la calidad de servicio eléctrico en el sector y disminuir la contaminación visual.



# OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar un levantamiento de información real actual y detallada de las redes de distribución existentes en el sector.
- Realizar el estudio y proyección de la demanda máxima unitaria.
- Seleccionar un paquete informático.
- Realizará corrida de flujos o simulación de la red de distribución existente en el sector que va hacer intervenido mediante un paquete informático.
- Diseñar la nueva red eléctrica subterránea de medio voltaje, bajo voltaje, y alumbrado público.
- Simular la nueva red eléctrica de distribución mediante un paquete informático incorporado al sistema existente.
- Realizar el estudio de la factibilidad financiera y económica en la implementación del nuevo sistema eléctrico de distribución subterránea.
- Realizar el análisis técnico-económico del sistema en función de las consideraciones de diseño de ELEPCO S.A.



# DIAGNÓSTICO ACTUAL DE LOS CIRCUITOS PRIMARIOS



# ÁREA DE ESTUDIO



SECTOR CENTRO DEL  
CANTON SALCEDO

ÁREA DE ESTUDIO ESTA  
COMPUESTA DE 106 CUADRAS



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

# LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN

USUARIOS

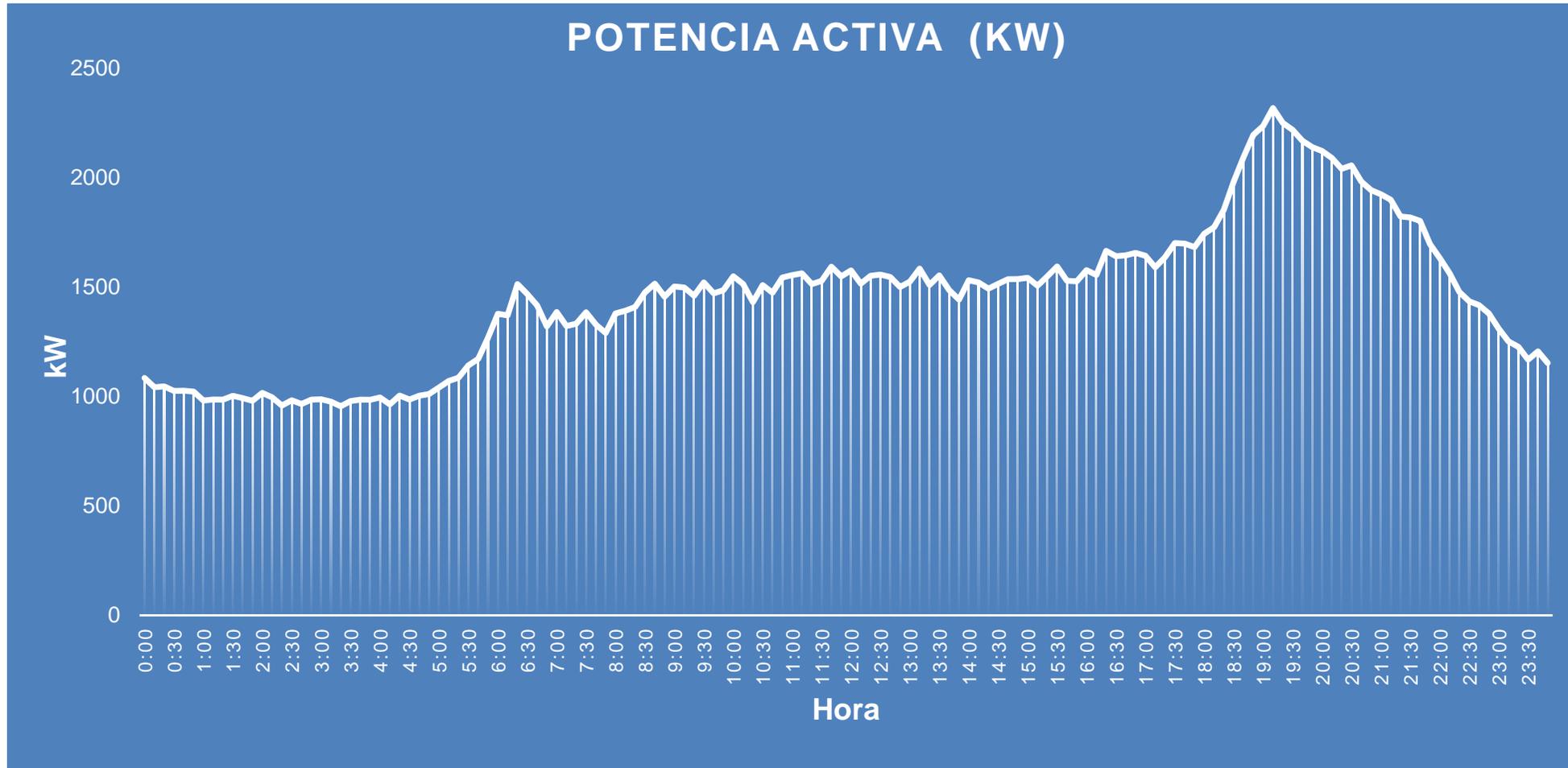
MEDIO VOLTAJE

BAJO VOLTAJE

ALUMBRADO PÚBLICO



# DEMANDA ACTUAL



# PROYECCIÓN DE LA DEMANDA

## Modelo de métodos simples

$$DMU_p = DMU * \left(1 + \frac{Ti}{100}\right)^t$$

### Donde:

DMUp: Demanda Máxima Unitaria Proyectada

DMU: Demanda Máxima Unitaria

Ti: Tasa de crecimiento

t: Tiempo en años



# DEMANDAS MÁXIMAS ANUALES HISTÓRICAS Y PROYECTADAS

Año	Dmáx (kW)
2014	2212,68
2015	2249,84
2016	2331,93
2017	2446,12
2018	2450,00
2019	2459,66
2020	2521,82
2021	2582,51
2022	2641,35
2023	2698,16
2024	2752,94
2025	2805,83
2026	2857,00
2027	2906,64
2028	2954,93
2029	3002,00
2030	3047,96



2031	3092,92
2032	3136,95
2033	3180,11
2034	3222,45
2035	3264,02
2036	3304,85
2037	3344,98
2038	3384,43
2039	3423,23
2040	3461,40
2041	3498,95
2042	3535,92
2043	3572,30
2044	3608,12
2045	3643,39
2046	3678,12
2047	3712,33
2048	3746,01
2049	3779,19
2050	3811,88



# DIAGNÓSTICO ACTUAL DE LA RED DE MV



Perfil de voltaje en el punto más alejado del sistema



Pérdidas a demanda máxima



Comportamiento de los transformadores



# RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE MV

Resumen	kW	kvar	kVA
Pérdidas en las líneas	36,14	35,76	50,84
Pérdidas de carga del transformador	46,37	185,47	191,18
Pérdidas en vacío del transformador	12,61	0,00	12,61
Pérdidas totales	95,12	221,23	240,81



# CARGABILIDAD DE LOS TRANSFORMADORES

# Transformador	Potencia	% Sobrecarga	Coor X	Coor Y
7490	30	103.9	767688	9884237
7761	75	105.9	767916	9884294
5921	75	102	768067	9884308
6862	25	102	768138	9884075
9135	75	100.2	768216	9884331
4181	45	109.3	768584	9884457
928	112.5	107.6	768704	9884538
4182	112.5	102.2	768500	9884573
7718	45	108.6	768636	9884370
9141	25	102.7	768418	9884600
7693	50	107.3	768273	9884363
9632	50	110.4	768256	9884504

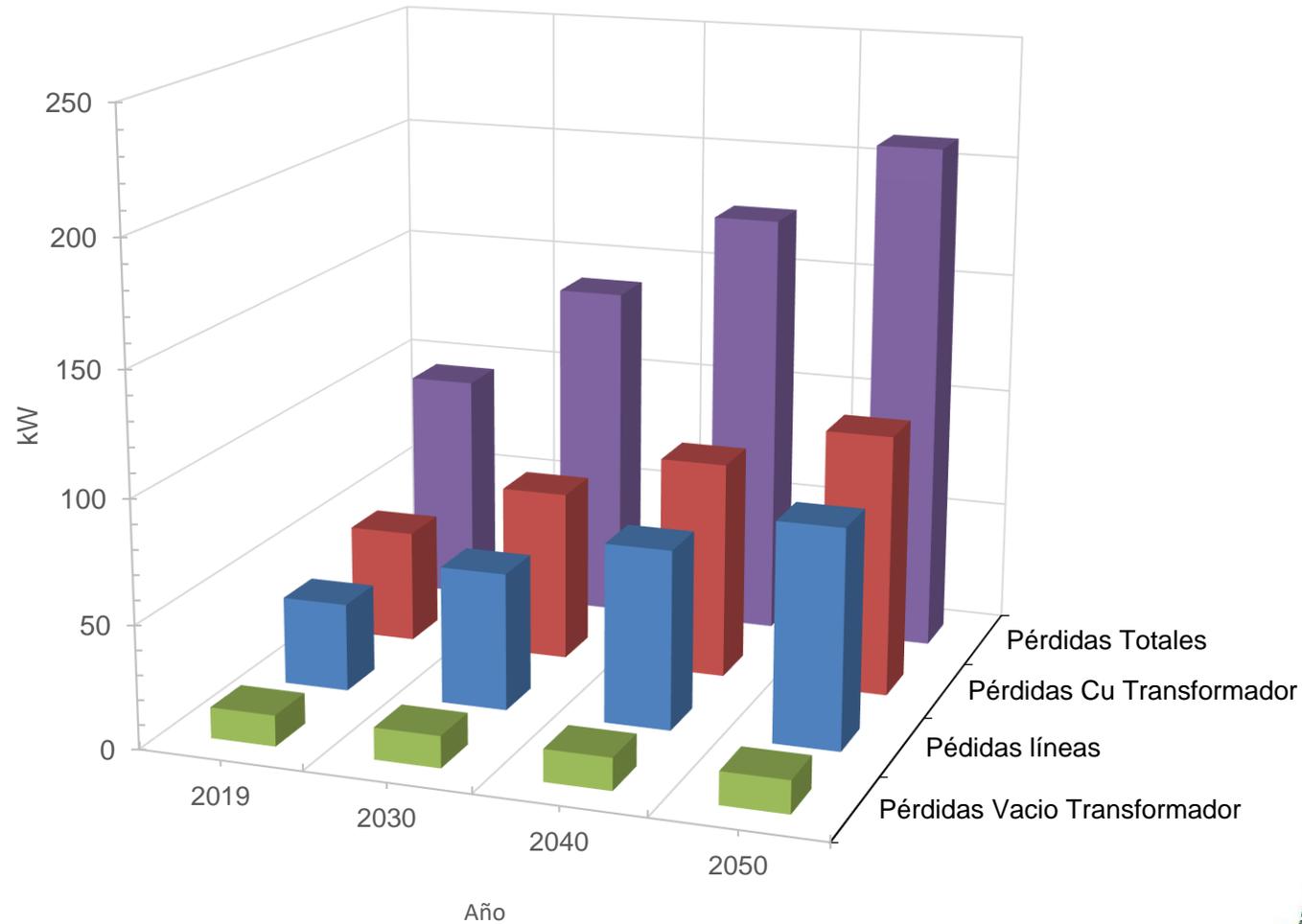


# COMPORTAMIENTO FUTURO DEL SISTEMA ACTUAL

Resumen	kW	kW	kW	kW
Año	2019	2030	2040	2050
Pérdidas en las líneas	36,14	56,36	73,27	89,44
Pérdidas de carga del transformador	46,37	70,12	89,3	107,32
Pérdidas en vacío del transformador	12,61	12,95	13,12	13,3
Pérdidas totales	95,12	139,43	175,69	210,06



# RESUMEN DE PÉRDIDAS

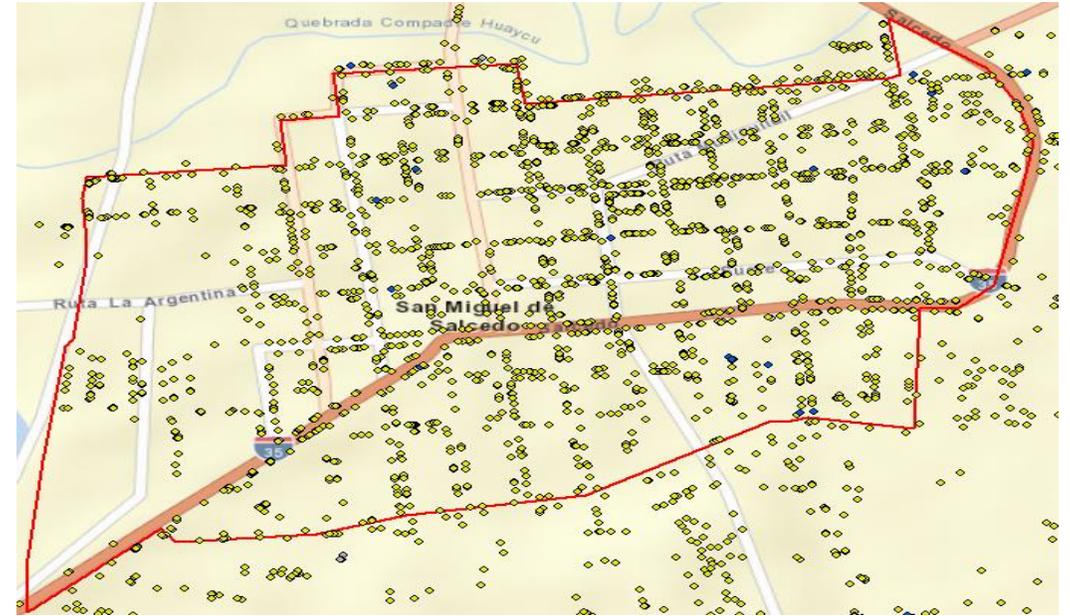
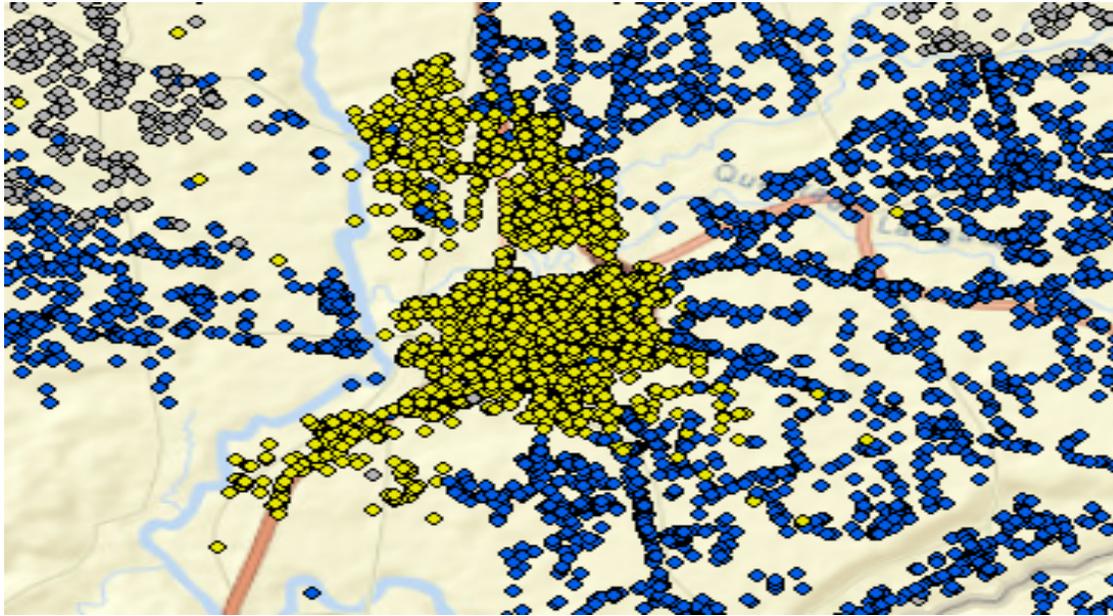


# DIAGNÓSTICO ACTUAL DE LOS CIRCUITOS SECUNDARIOS





# ESTRATIFICACIÓN DE USUARIOS

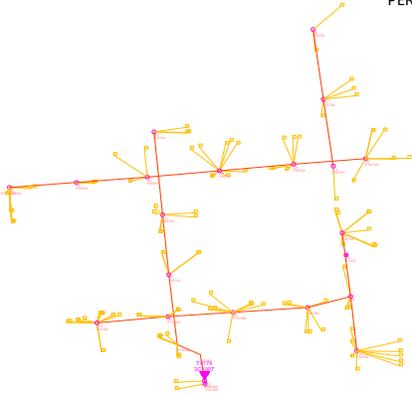


Color	Estrato	DMUp	Consumo (kWh/mes/cliente)
○	E	0,9	0 - 100
●	D	1,4	100 - 160
●	C	1,7	160 - 270
●	B	2,2	270 - 500
●	A	2,5	>500



# REGULACIÓN DE VOLTAJE PARA UN TRANSFORMADOR TIPO

REDES SECUNDARIAS COMPUTO DE CAIDAS DE VOLTAJE										
PROYECTO :	RED SUBTERRANEA SALCEDO CENTRO			DEPARTAMENTO :	PLANIFICACION					
UBICACIÓN :	SALCEDO			TRANSFORMADOR :	# 4174 Tipo: 3C100T					
TIPO INST :	AEREA			ABONADO TIPO :	C					
CIRCUITO Nº:	4174			NUMERO TOTAL DE CUEN :	126					
LIMITE DE CAIDA DE TENSION :	4			DMUp :	1.7					
KVA Diseño (Incluye PEC):	102.8			PLANO DE REFERENCIA :	1 DE 1					
ESQUEMA :				PERIODO	720 HORAS					

DATOS		DMD	CIRCUITO	CONDUCTOR			COMPUTO			PÉRDIDAS
TRAMO		ABONADOS	KVA	Nº. CONDUCT.	CALIB. AWG	FDV KVA-m	KVA-m	CAIDA DE TENSION (%)		ENERGÍA
REF	Long(m)							PARCIAL	ACUMULADO	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
C100T-P1310	1.6	1	3.6	3F4C	1/0	525	5.76	0.01	0.01	0.05
C100T-P5578	14.1	61	61.1	3F4C	1/0	525	861.51	1.64	1.64	137.62
55789-P11038	12.9	61	61.1	3F4C	1/0	525	788.19	1.5	3.14	125.87
110385-P5574	37.3	51	52.3	3F4C	1/0	525	1950.79	3.72	6.86	267.20
55742-P5574	32.1	47	48.8	3F4C	1/0	525	1566.48	2.98	9.84	199.73
P55743-N1	20	40	42.5	3F4C	1/0	525	850	1.62	11.46	94.56
N1-P55752	30	21	25.5	3F4C	1/0	525	765	1.46	12.92	51.13
55752-P5575	37.6	12	18.3	3F4C	1/0	525	688.08	1.31	14.23	32.92
55753-P10210	36.4	6	11.5	3F4C	1/0	525	418.6	0.8	15.03	12.64
N1-P55751	5.6	16	22.4	3F4C	1/0	525	125.44	0.24	11.7	7.38
55751-P5575	35.9	13	19.3	3F4C	1/0	525	692.87	1.32	13.02	34.99
55750-P5574	33.9	10	16	3F4C	1/0	525	542.4	1.03	14.05	22.63
N1-P55744	22.9	3	7.7	3F4C	1/0	525	176.33	0.34	11.8	3.60
							Máxima Caída de		15.03	990.32

$$Caida de Tensión (\%) = \Delta\% = \frac{|V_a| - |V_c|}{|V_c|} * 100$$

Donde:

$|V_a|$  Módulo de voltaje del extremo de alimentación.

$|V_b|$  Módulo del voltaje del extremo de la carga.

Factor de carga

$$f_c = \frac{\text{Energía arborvida en el tiempo } t}{D_{m\acute{a}x} * t}$$

Factor de perdidas

$$f_{per} = 0.3f_c + 0.7f_c^2$$

Perdidas de energía (kWh)

$$P_{perdidas} = \frac{\Delta\% * D_{m\acute{a}x} * f_{per}}{100}$$



# PÉRDIDAS Y REGULACIÓN DE VOLTAJE EN TRANSFORMADORES

CAIDAS DE VOLTAJE Y PÉRDIDAS DE ENERGÍA			
CODIGO DEL TRANSFORMADOR	POTENCIA	MAX CAIDA DE VOLTAJE %	PERDIDAS DE ENERGÍA KWH
928	3C90T	11.52	621.52
1619	1A15T	4.84	49.14
2002	1A25T	12.24	258.65
2004	1A10T	15.45	381.14
2459	1A37.5T	1.25	24.05
4171	3C75T	6.24	217.89
4174	3C100T	15.03	990.32
4175	1A37.5T	12.28	1,158.12
4177	3C75T	10.97	697.76
4181	3C45T	15.06	770.28
4182	3C90T	15.83	1,571.78
4185	1A37.5T	5.07	158.16
4189	3C45T	6.35	241.46
5079	1A25T	3.18	63.36
5102	1A50T	10.71	577.49
5117	3C75T	8.17	328.93
5507	1A15T	4.08	73.14
5526	1A15T	3.57	70.02
5918	3C50T	8.33	227.99
5921	3C50T	8.2	325.93
6862	1A25T	7.68	192.93

CODIGO DEL TRANSFORMADOR	POTENCIA	MAX CAIDA DE VOLTAJE %	PERDIDAS DE ENERGÍA KWH
7021	1A37.5T	6.19	233.51
7024	1A37.5T	9.79	523.86
7488	3C30T	7.27	279.68
7490	3C30T	5.88	160.09
7516	3C100T	33.54	1,344.76
7620	1A37.5T	3.08	26.08
7693	3C50T	4.76	136.01
7718	3C45T	18.78	1,219.14
7761	3C75T	24.08	1,202.21
8284	3C30T	8.49	579.76
9135	3C75T	6.08	190.81
9141	3C90T	5.9	690.89
9631	3C100T	10.53	942.06
9632	3C50T	12.38	803.95
9706	3C50T	1.95	42.09
9726	3C90T	4.24	217.03
9998	3C45T	1.62	26.40
10295	3C50T	2.44	59.07
10296	3C50T	10.17	254.82
<b>TOTAL</b>			<b>17,932.28</b>



# DIAGNÓSTICO ACTUAL DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO

CANTIDAD DE LUMINARIAS INSTALADAS			
POTENCIA (W)	SODIO	MERCURIO	POTENCIA (kW)
100	65		6.500
150	371		55.650
175		17	2.975
250	328		82.000
400	47		18.800
10		201	2.010
POTENCIA TOTAL EN LUMINARIAS			167.935



# CATEGORIZACIÓN DE VÍAS

MEDIDAS DE LAS CALLES A SER SOTERRADAS				
NOMBRE	CALZADA (m)	ACERA (m)	PARTERRE (m)	OBSERVACIONES
<b>CALLES EN SENTIDO NORTE-SUR</b>				
PEDRO VICENTE MALDONADO	7.94	1.28		
RICARDO GARCÉS	7.48	1.29		
LUIS A. MARTÍNEZ	7.34	1.47		
JUAN LEÓN MERA	7.18	1.4		
ANA PAREDES	6.89	1.44		
PADRE SALCEDO	7.32	1.3		
GONZÁLEZ SUÁREZ	7.05	1.45		
GARCÍA MORENO	<b>11.68</b>	<b>1.41</b>		<b>AVENIDA</b>
BOLÍVAR	7.22	1.43		
9 DE OCTUBRE	7.15	1.4		
ABDÓN CALDERÓN	7.37	1.31		
GUAYAQUIL	7.26	1.36		
AMAZONAS	7.19	1.57		
DR. MARIO MOGOLLÓN	<b>12.2</b>	<b>1.6</b>		<b>AVENIDA</b>
MANUEL SALGADO	6.94	1.42		
PASTORA ITURRALDE	6.98	1.45		

CALLES EN SENTIDO ORIENTE-OCCIDENTE				
QUITO	8.24	1.49		
BELISARIO QUEVEDO	7.26	1.4		
VICENTE LEÓN	7.36	1.35		
SUCRE	7.17	1.42		
24 DE MAYO	7.53	1.45		
ROCAFUERTE	7.51	1.38		
OLMEDO	<b>6.59</b>	<b>1.45</b>	<b>1.66</b>	<b>AVENIDA</b>
JAIME MATA YEROVI	<b>6.8</b>	<b>1.5</b>	<b>1.48</b>	<b>AVENIDA</b>
MEJÍA	7.53	1.41		
JULIO HIDALGO	7.22	1.38		
19 DE SEPTIEMBRE	5.98	1.37		
ÁNGEL SALGADO	7.09	1.48		



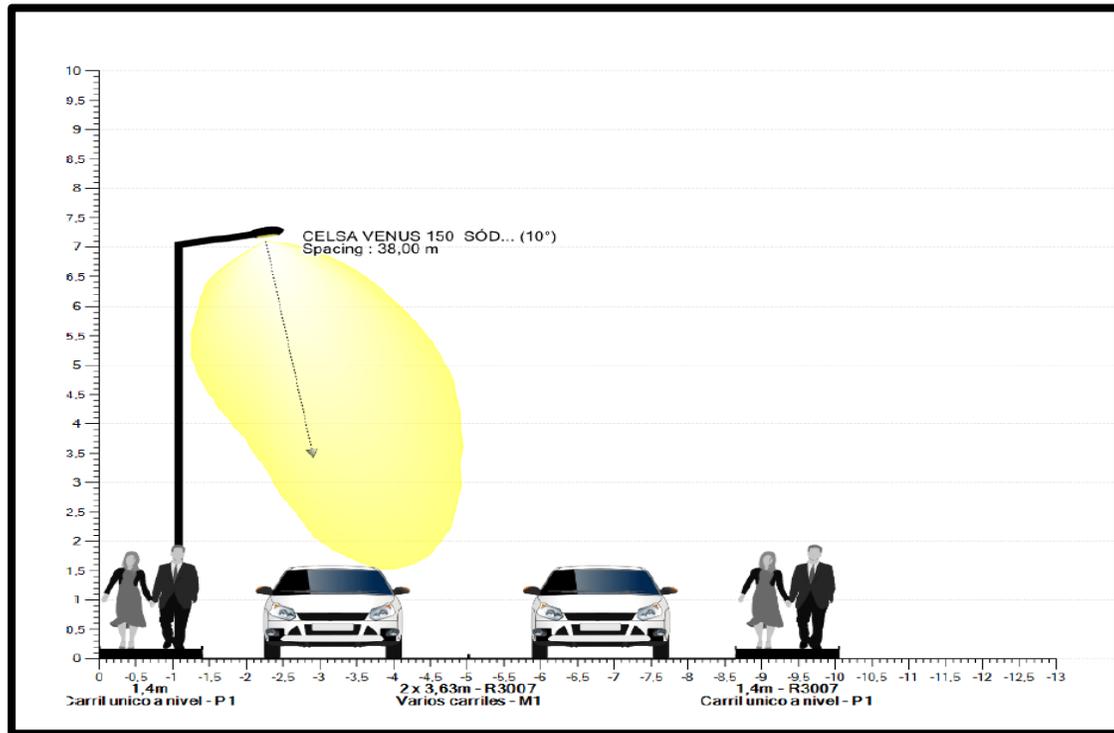
# RESUMEN DE LA NORMA CONELEC 008/11

Parámetro	Opciones	Valor de Ponderación de Vp	Vp seleccionada
<b>Velocidad</b>	Elevado	1	1
	Alto	0.5	
	Moderado	0	
<b>Volúmen del Tráfico</b>	Elevado	1	1.0
	Alto	0.5	
	Moderado	0	
	Bajo	-0.5	
	Muy Bajo	-1	
<b>Composición de Tráfico</b>	Mezcla: con un alto porcentaje de tráfico no motorizado	2	1.0
	Mezcla	1	
	Solamente motorizado	0	
<b>Separación de vías</b>	No	1	0
	Si	0	
<b>Densidad de la intersección</b>	Alta	1	1
	Moderada	0	
<b>Iluminación Ambiental</b>	Alta	1	1.0
	Moderada	0	
	Baja	-1	
$\sum V_{p\text{seleccionado}}$			5.0
<b>CATEGORÍA DE VÍA:</b>	M1		
Número de la Clase de iluminación $M = \left( 6 - \sum V_{ps} \right)$			M1

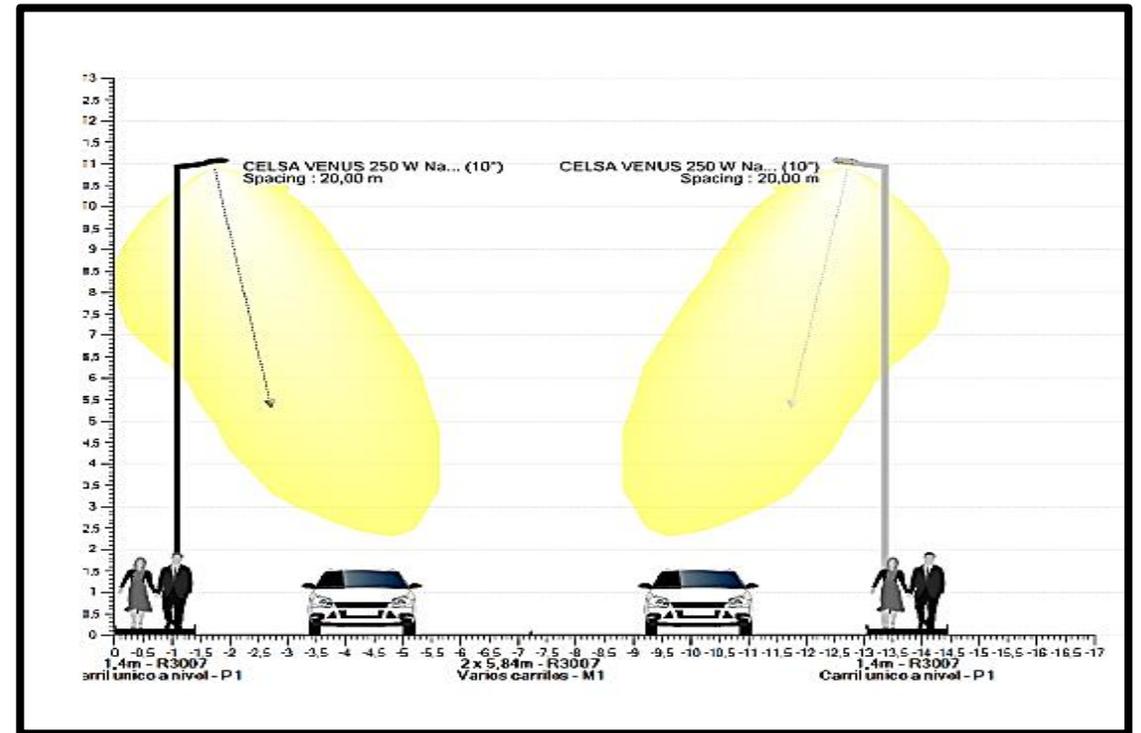


# DISEÑO DE ILUMINACIÓN

## Iluminación existente calle típica de Salcedo

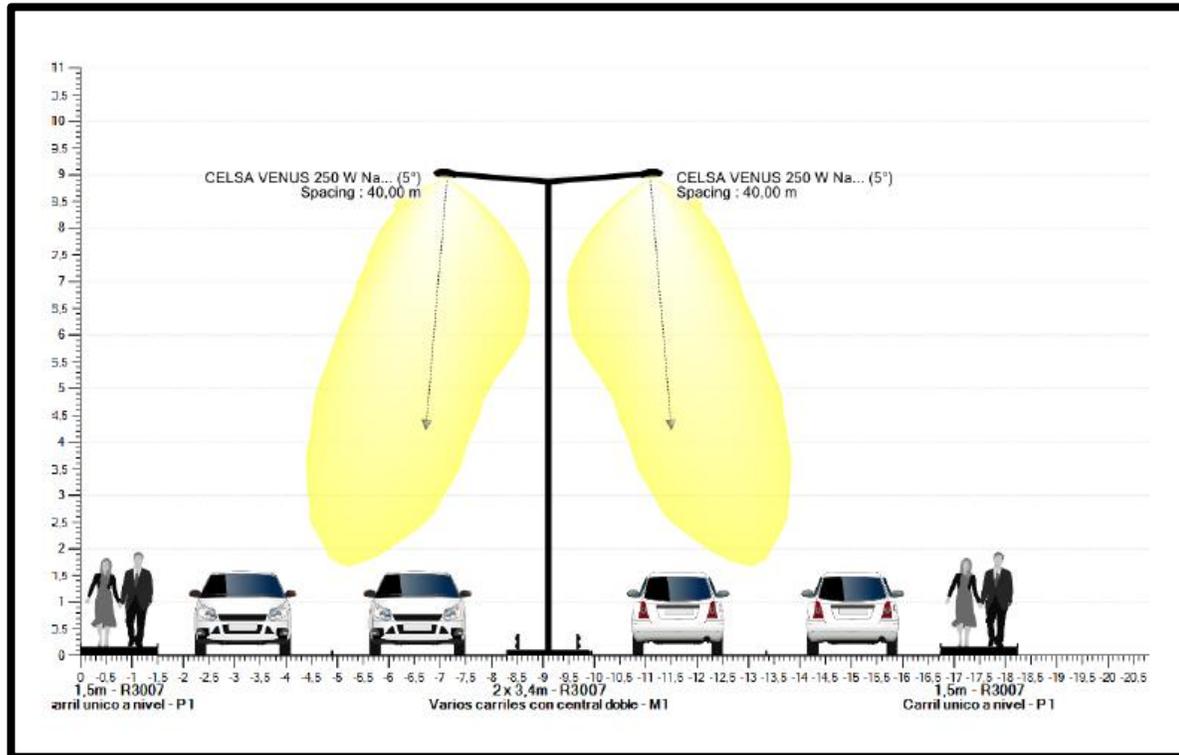


## Iluminación existente calle García Moreno de Salcedo

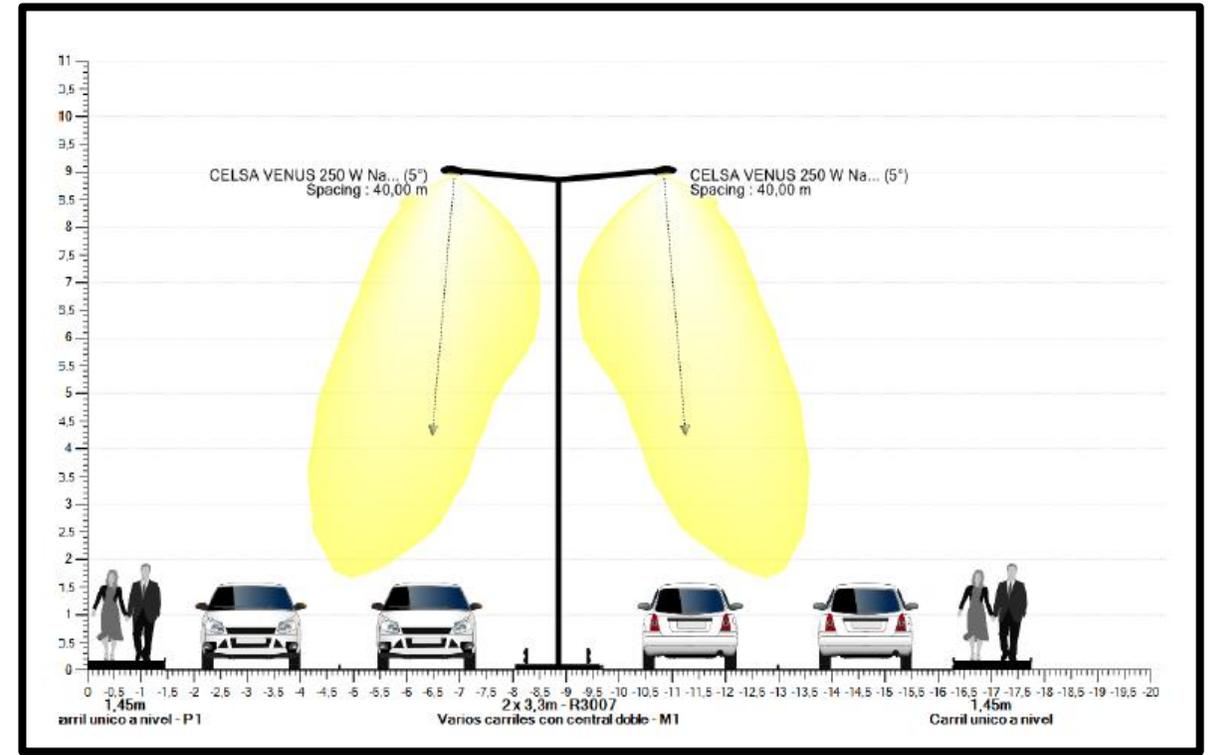


# DISEÑO DE ILUMINACIÓN

## Iluminación existente calle Jaime Mata Yerovi de Salcedo



## Iluminación existente calle Olmedo de Salcedo



**Resultado de la modelación software  
ULISSES iluminación existente**

Clase de Alumbrado	L(cd/m <sup>2</sup> ) Mantenimiento Mínimo	U <sub>0</sub> % Mínimo	TI % Máximo	U <sub>L</sub> % Mínimo	SR Mínimo
M1	2.00	40	10	70	0.5
M2	1.50	40	10	70	0.5
M3	1.00	40	10	50	0.5
M4	0.75	40	15	NR	NR
M5	0.50	40	15	NR	NR
NR no es requerido					

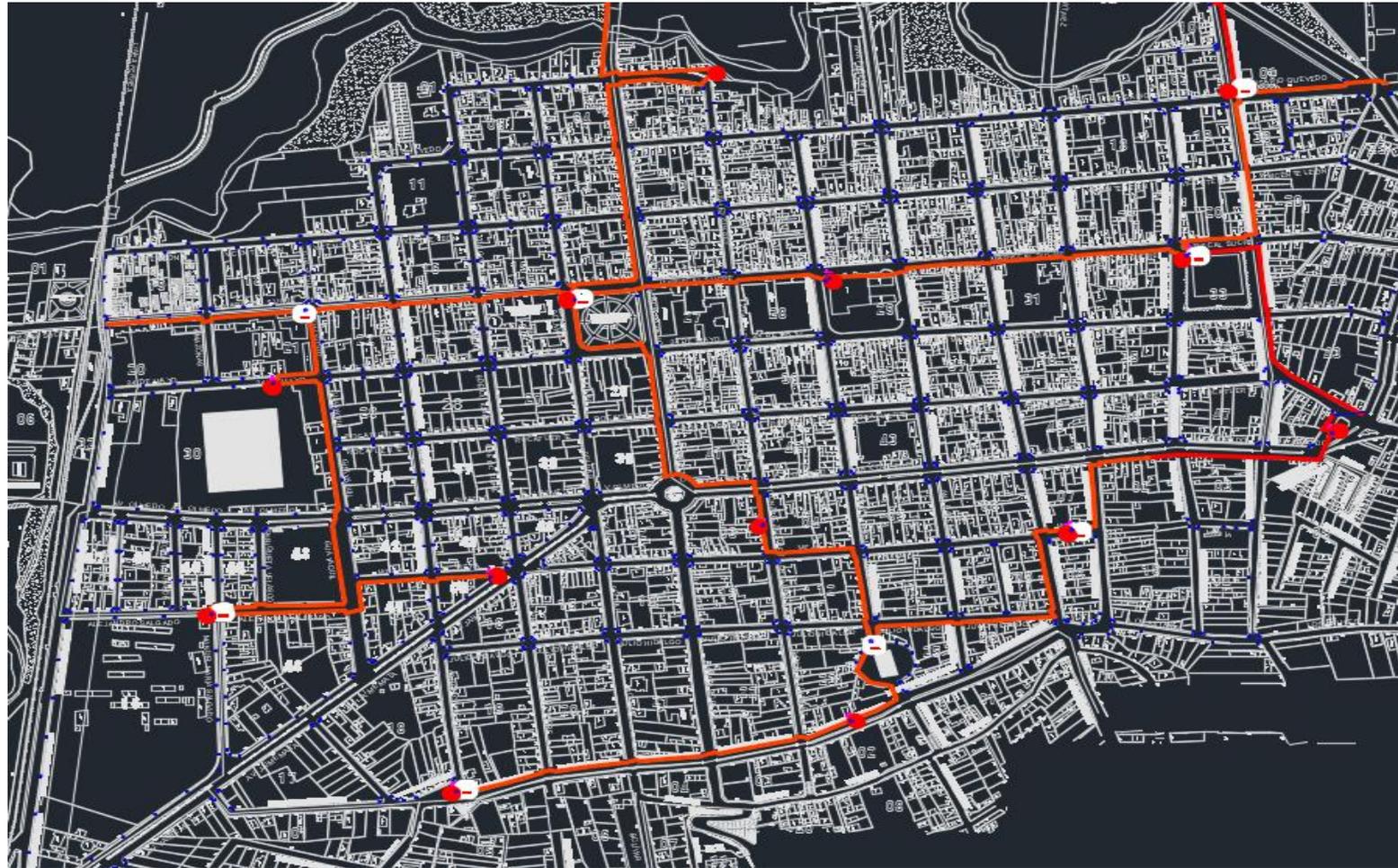
	CALLES Y AVENIDAS DE SALCEDO			
	GENERAL	AV. GARCÍA MORENO	AV. JAIME MATA	AV. OLMEDO
CLASE DE ALUMBRADO TIPO DE VIA	M1	M1	M1	M1
LUMINANCIA cd/m <sup>2</sup> ) recomendado	2	2	2	2
LUMINARIA LED SELECCIONADA	VENUS 150 W Na	VENUS 250 W Na	VENUS 250 W Na	VENUS 250 W Na
ALTURA DE MONTAJE (m)	7	11	9	9
INTERDISTANCIA (m)	38	20	38	38
ANGULO DE INCLINACION (º)	10	10	10	10
LONGITUD DEL BRAZO (m)	0.5	0.5	0.8	0.8
POTENCIA ESTIMADA (W)	150	250	250	250
LUMINANCIA (Cd/m <sup>2</sup> ) OBTENIDO (observador 1)	1.3	2.81	3.23	3.03
LUMINANCIA (Cd/m <sup>2</sup> ) OBTENIDO (observador 2)	1.21	2.81	2.98	3.27
U <sub>0</sub> Mínimo (observador 1)	35	69	40	41
U <sub>0</sub> Mínimo (observador 2)	34	76	38	39
UL Mínimo (observador 1)	56	77	61	61
UL Mínimo (observador 2)	58	77	56	55
TI %	13.5	9.2	10	10.10
SR Mínimo	0.5	0.5	0.5	0.5
OBSERVACIÓN	<b>NO CUMPLE</b>	<b>CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>



# PROPUESTA DE SOTERRAMIENTO CALLES Y AVENIDAS DEL CANTÓN SALCEDO



# DISEÑO DE LA RED PROYECTADA MV



# SELECCIÓN DEL CONDUCTOR DE MEDIO VOLTAJE

Año	Cable	Capacidad del Cable (A)	I <sub>max</sub> Carga (A)	Pérdidas (kW)	Caída de voltaje (PU)
2050	2/0	185	159	127	0,973
2050	3/0	210	159	123	0,975
2050	4/0	290	159	121	0,98



# TRANSFORMADORES PROYECTADOS

CODIGO DEL TRANSFORM	POTENCIA	NUMERO DE USUARIOS	UBICACIÓN
1	3C150T	132	B. QUEVEDO Y V. MALDONADO
2	3C250T	224	SUCRE Y RICARDO GARCÉS
3	3C400T	350	SUCRE Y PADRE SALCEDO
4	3C200T	157	GONSALEZ SUAREZ Y QUITO
5	3C300T	200	SUCRE Y BOLIVAR
6	3C200T	97	24 DE MAYO ENTRE GUAYAQUIL Y AMAZONAS
7	3C200T	120	MEJIA Y JAIME MATA YERIVI
8	3C200T	88	ALEJANDRO SALGADO Y MANUEL SALGADO
9	3C200T	84	ABDON CALDERON Y 19 DE SEPTIEMBRE
10	3C300T	208	GONZALES SUAREX ENTRE OLMEDO Y MEJÍA
11	3C200T	88	19 DE SEPTIEMBRE ENTRE G. SUAREZ Y P. SALCEDO
12	3C200T	157	MEJÍA ENTRE LUIS A. MARÍNEZ Y J. L. MERA
13	3C200T	62	INTERSECCION ENTRE OLMEDO Y SALCEDO TENA
<b>TOTAL</b>		<b>1967</b>	

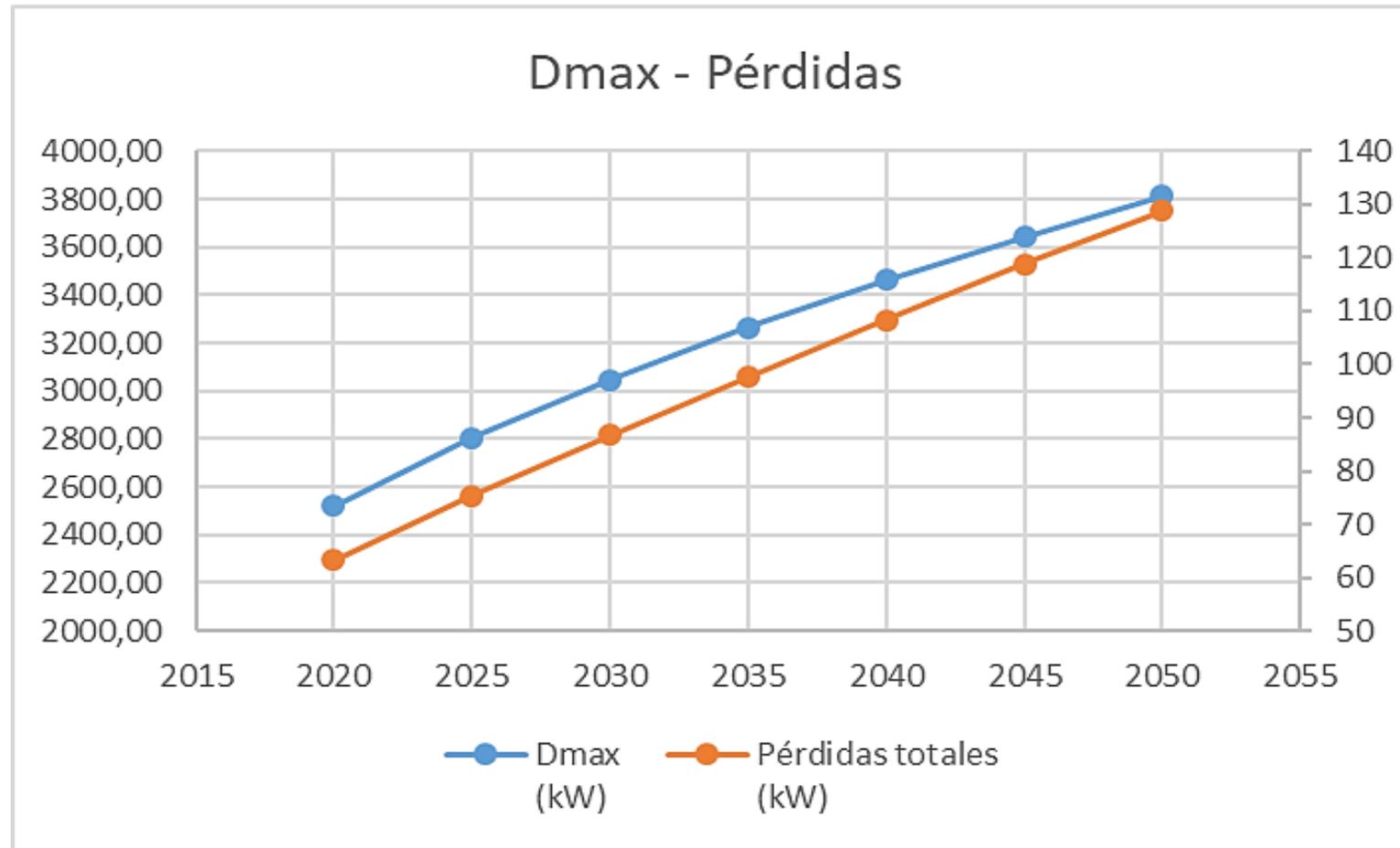


# FLUJO DE CARGAS PROYECTADOS

AÑO	Dmax (kW)	Pérdidas en las líneas	Pérdidas en los cables	Pérdidas de carga del transformador	Pérdidas en vacío del transformador	Pérdidas totales
2020	2521,82	24,12	5,96	20,67	12,51	63,26
2025	2805,83	29,9	7,4	25,6	12,46	75,35
2030	3047,96	35,33	8,74	30,23	12,41	86,71
2035	3264,02	40,56	10,04	34,69	12,37	97,65
2040	3461,40	45,65	11,3	39,04	12,33	108,32
2045	3643,39	50,62	12,53	43,28	12,3	118,73
2050	3811,88	55,46	13,73	47,4	12,26	128,85



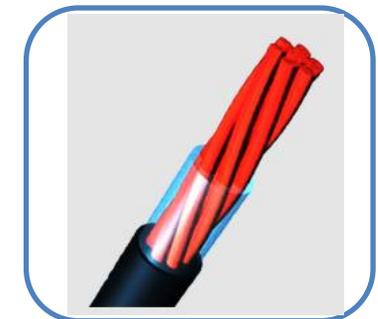
# PERDIDAS PARA 30 AÑOS



# REDES DE BAJO VOLTAJE PROYECTADAS

CÓDIGO DEL TRANSFORMADOR	POTENCIA	NÚMERO DE USUARIOS	MÁX CAIDA DE VOLTAJE	PERDIDAS DE ENERGÍA
1	3C150T	132	2.47	260.11
2	3C250T	1224	3.1	454.78
3	3C400T	350	3.17	753.48
4	3C200T	157	2.52	359.19
5	3C300T	200	2.86	474.18
6	3C200T	97	2.55	241.77
7	3C200T	120	1.8	197.52
8	3C200T	88	1.79	146.83
9	3C200T	84	2.31	179.49
10	3C300T	208	2.3	408.57
11	3C200T	88	2.6	201.3
12	3C200T	157	2.06	270.69
13	3C200T	62	1.32	75.86
<b>TOTAL</b>		<b>1967</b>		<b>4,023.77</b>

CONDUCTOR COBRE AISLADO CON AISLADO CON POLIETILENO (PE) Y CHAQUETA DE PVC, TIPO TTU AISLADO PARA 2000 VOLTIOS CALIBRE 300 MCM

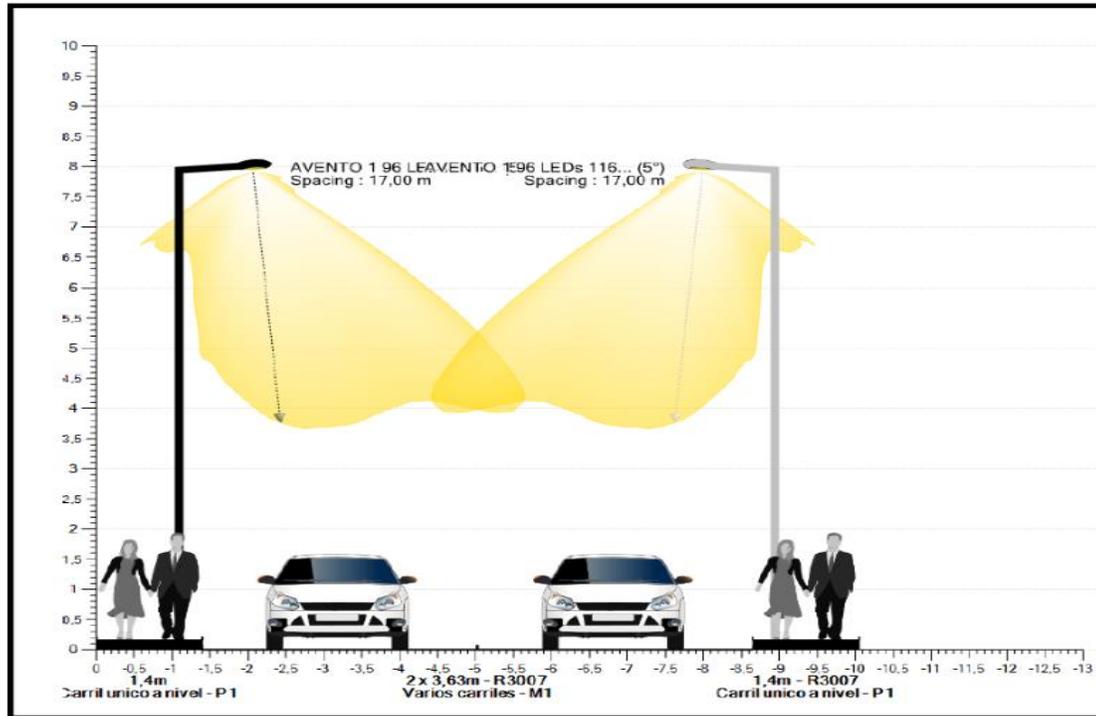


REDUCCIÓN DE PERDIDAS EN 76%

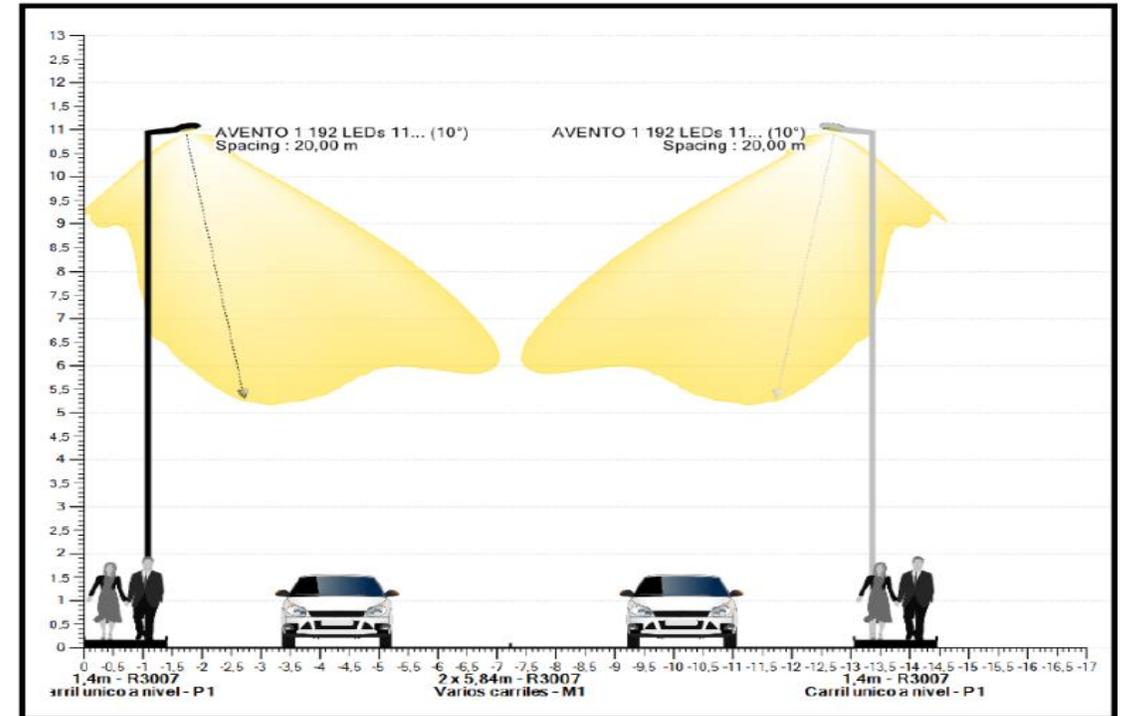


# DISEÑO DE ILUMINACIÓN

## Diseño de Iluminación calle típica de Salcedo

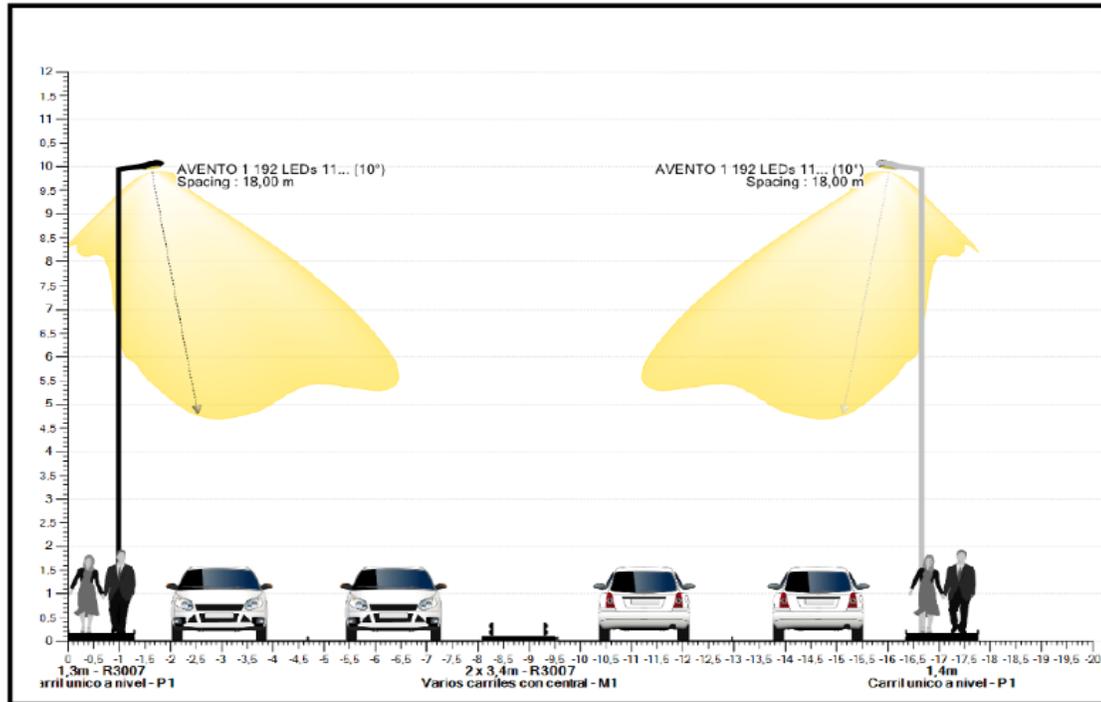


## Diseño de Iluminación calle García Moreno de Salcedo

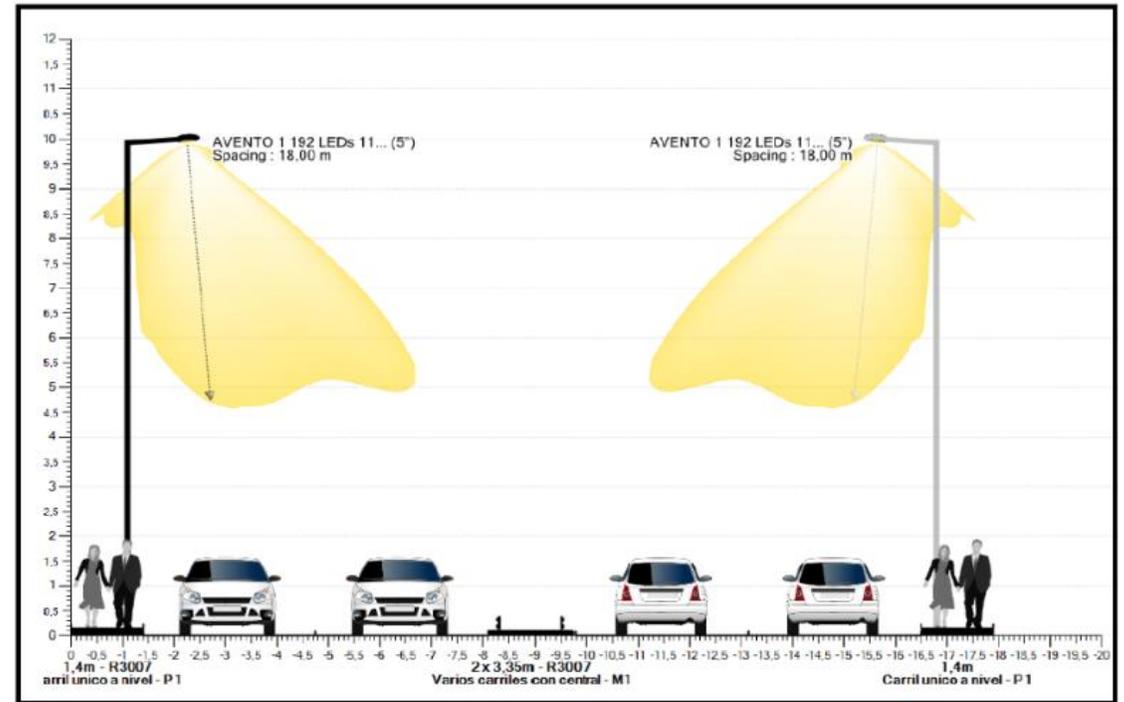


# DISEÑO DE ILUMINACIÓN

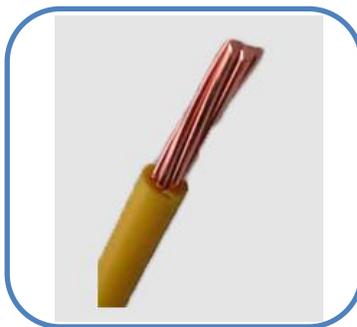
## Diseño de Iluminación calle Jaime Mata Yerovi de Salcedo



## Diseño de Iluminación calle Olmedo de Salcedo



CONDUCTOR DE COBRE,  
SOLIDO PARA 600V, TW,  
AISLADO CON PVC,  
CALIBRE 4 AWG



Resultado de la modelación software  
ULISSES iluminación proyectada

Clase de Alumbrado	L(cd/m <sup>2</sup> ) Mantenimiento Mínimo	U <sub>0</sub> % Mínimo	TI % Máximo	U <sub>L</sub> % Mínimo	SR Mínimo
M1	2.00	40	10	70	0.5
M2	1.50	40	10	70	0.5
M3	1.00	40	10	50	0.5
M4	0.75	40	15	NR	NR
M5	0.50	40	15	NR	NR
NR no es requerido					

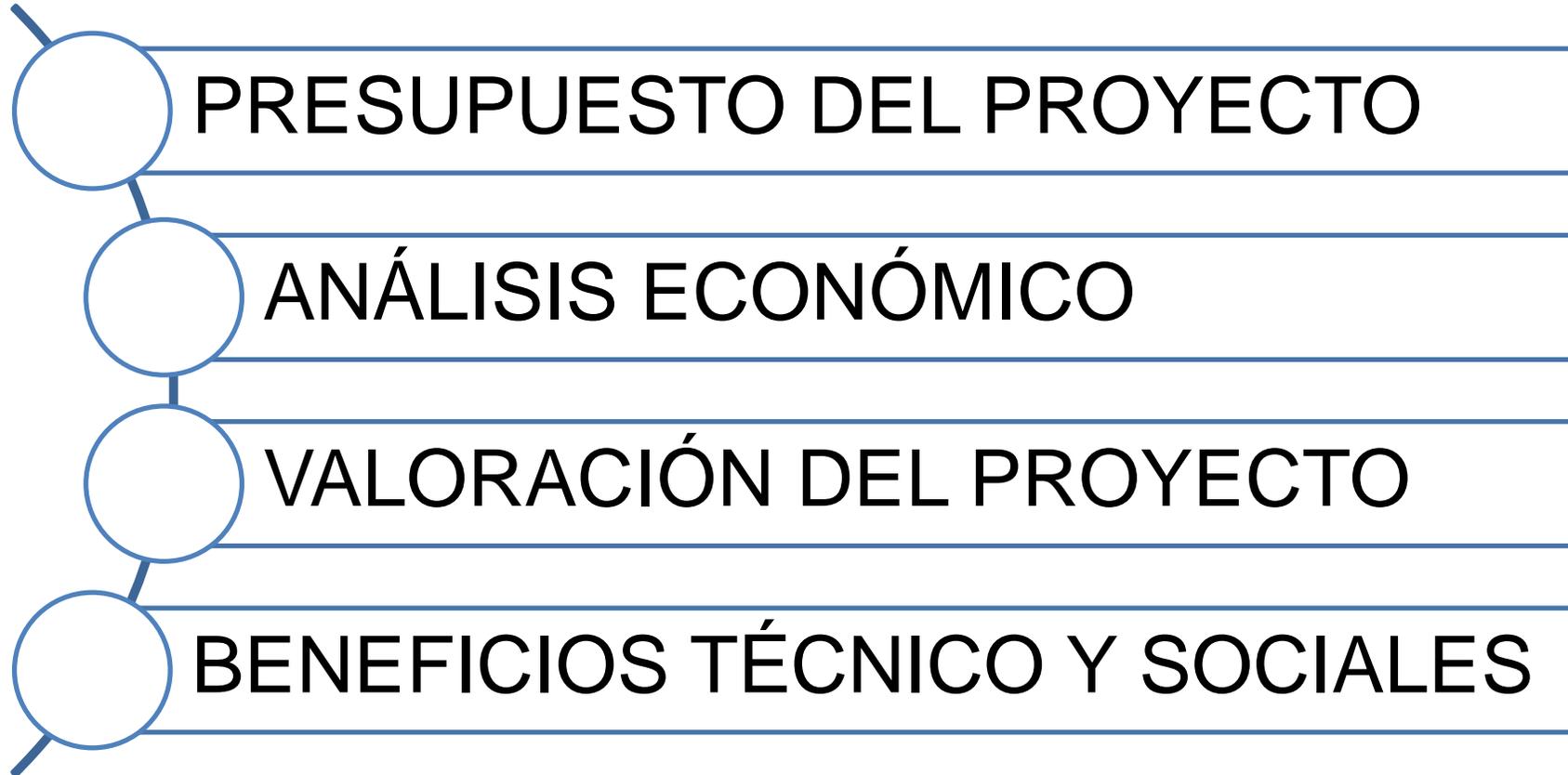
	CALLES Y AVENIDAS DE SALCEDO			
	GENERAL	AV. GARCÍA MORENO	AV. JAIME MATA	AV. OLMEDO
CLASE DE ALUMBRADO TIPO DE VIA	M1	M1	M1	M1
LUMINANCIA cd/m <sup>2</sup> ) recomendado	2	2	2	2
LUMINARIA LED SELECCIONADA	AVENTO 1 - 96 LEDs 71 W	AVENTO 1 - 192 LEDs 142 W	AVENTO 1 - 192 LEDs 142 W	AVENTO 1 - 192 LEDs 142 W
ALTURA DE MONTAJE (m)	8	11	10	10
INTERDISTANCIA (m)	17	20	18	18
ANGULO DE INCLINACION (°)	5	10	10	5
LONGITUD DEL BRAZO (m)	0.5	0.5	0.5	1.0
POTENCIA ESTIMADA (W)	71	142	142	142
LUMINANCIA (Cd/m <sup>2</sup> ) OBTENIDO (observador 1)	2.13	2.28	2.21	2.29
LUMINANCIA (Cd/m <sup>2</sup> ) OBTENIDO (observador 2)	2.13	2.28	2.28	2.37
U <sub>0</sub> Mínimo (observador 1)	62	61	63	61
U <sub>0</sub> Mínimo (observador 2)	64	65	58	57
UL Mínimo (observador 1)	75	81	76	76
UL Mínimo (observador 2)	75	81	78	74
TI %	5.9	4.9	5.2	5.00
SR Mínimo	0.5	0.5	0.5	0.5
OBSERVACIÓN	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE



# ANÁLISIS TÉCNICO-ECONÓMICO



# ANÁLISIS TÉCNICO-ECONÓMICO



# PRESUPUESTO DEL PROYECTO

<b>MATERIALES</b>	<b>\$</b>	<b>5,084,976.86</b>
<b>MANO DE OBRA</b>	<b>\$</b>	<b>829,362.91</b>
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>	<b>\$</b>	<b>334,317.38</b>
<b>FISCALIZACIÓN</b>	<b>\$</b>	<b>232736,06</b>
<b>GASTOS ADMINISTRATIVOS</b>	<b>\$</b>	<b>23,273.61</b>
<b>SUB</b>	<b>\$</b>	<b>6,504,666.82</b>
<b>IVA 12%</b>	<b>\$</b>	<b>780,560.02</b>
<b>COSTO TOTAL DEL PROYECTO</b>	<b>\$</b>	<b>7,285,226.84</b>



# ANÁLISIS ECONÓMICO



# VALORACIÓN DEL PROYECTO

DETALLE	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
<b>INGRESOS</b>						
VENTA DE ENERGIA		1,349,931.11	1,380,688.95	1,410,383.57	1,439,018.52	1,466,662.00
AHORRO EN PERDIDAS		18,024.68	18,178.58	18,332.48	18,486.38	18,640.28
<b>TOTAL DE INGRESOS</b>	0.00	1,367,955.79	1,398,867.53	1,428,716.05	1,457,504.90	1,485,302.28
<b>EGRESOS</b>						
COSTO Y GASTOS DE VENTA DE ENERGIA		583,170.24	596,457.63	609,285.70	621,656.00	633,597.99
INVERSION DEL PROYECTO	7,285,226.84					
<b>TOTAL DE EGRESOS</b>	7,285,226.84	583,170.24	596,457.63	609,285.70	621,656.00	633,597.99
<b>FLUJO DE CAJA</b>	-7,285,226.84	784,785.55	802,409.90	819,430.34	835,848.90	851,704.29

DETALLE	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
<b>INGRESOS</b>					
VENTA DE ENERGIA	1,493,409.80	1,519,359.82	1,544,599.72	1,569,203.33	1,593,231.05
AHORRO EN PERDIDAS	18,794.18	18,925.64	19,057.10	19,188.56	19,320.02
<b>TOTAL DE INGRESOS</b>	1,512,203.98	1,538,285.46	1,563,656.82	1,588,391.89	1,612,551.07
<b>EGRESOS</b>					
COSTO Y GASTOS DE VENTA DE ENERGIA	645,153.04	656,363.44	667,267.08	677,895.84	688,275.82
INVERSION DEL PROYECTO					
<b>TOTAL DE EGRESOS</b>	645,153.04	656,363.44	667,267.08	677,895.84	688,275.82
<b>FLUJO DE CAJA</b>	867,050.94	881,922.02	896,389.74	910,496.05	924,275.25



DETALLE	AÑO 11	AÑO 12	AÑO 13	AÑO 14	AÑO 15
<b>INGRESOS</b>					
VENTA DE ENERGIA	1,616,731.98	1,639,746.04	1,662,305.98	1,684,438.96	1,706,167.77
AHORRO EN PERDIDAS	19,451.50	19,463.00	19,574.50	19,686.00	19,797.50
<b>TOTAL DE INGRESOS</b>	<b>1,636,183.48</b>	<b>1,659,209.04</b>	<b>1,681,880.48</b>	<b>1,704,124.96</b>	<b>1,725,965.27</b>
<b>EGRESOS</b>					
COSTO Y GASTOS DE VENTA DE ENERGIA	698,428.21	708,370.29	718,116.18	727,677.63	737,064.48
<b>INVERSION DEL PROYECTO</b>					
<b>TOTAL DE EGRESOS</b>	<b>698,428.21</b>	<b>708,370.29</b>	<b>718,116.18</b>	<b>727,677.63</b>	<b>737,064.48</b>
<b>FLUJO DE CAJA</b>	<b>937,755.27</b>	<b>950,838.75</b>	<b>963,764.30</b>	<b>976,447.33</b>	<b>988,900.79</b>

DETALLE	AÑO 16	AÑO 17	AÑO 18	AÑO 19	AÑO 20
<b>INGRESOS</b>					
VENTA DE ENERGIA	1,727,511.76	1,748,487.57	1,769,109.66	1,789,390.74	1,809,342.07
AHORRO EN PERDIDAS	20,008.96	20,120.96	20,232.96	20,344.96	20,456.96
<b>TOTAL DE INGRESOS</b>	<b>1,747,520.72</b>	<b>1,768,608.53</b>	<b>1,789,342.62</b>	<b>1,809,735.70</b>	<b>1,829,799.03</b>
<b>EGRESOS</b>					
COSTO Y GASTOS DE VENTA DE ENERGIA	746,285.08	755,346.63	764,255.37	773,016.80	781,635.77
<b>INVERSION DEL PROYECTO</b>					
<b>TOTAL DE EGRESOS</b>	<b>746,285.08</b>	<b>755,346.63</b>	<b>764,255.37</b>	<b>773,016.80</b>	<b>781,635.77</b>
<b>FLUJO DE CAJA</b>	<b>1,001,235.64</b>	<b>1,013,261.90</b>	<b>1,025,087.25</b>	<b>1,036,718.90</b>	<b>1,048,163.26</b>



DETALLE	AÑO 21	AÑO 22	AÑO 23	AÑO 24	AÑO 25
<b>INGRESOS</b>					
VENTA DE ENERGIA	1,828,973.72	1,848,294.77	1,867,313.48	1,886,037.37	1,904,473.35
AHORRO EN PERDIDAS	20,605.66	20,754.36	20,903.06	21,051.76	21,200.46
<b>TOTAL DE INGRESOS</b>	<b>1,849,579.38</b>	<b>1,869,049.13</b>	<b>1,888,216.54</b>	<b>1,907,089.13</b>	<b>1,925,673.81</b>
<b>EGRESOS</b>					
COSTO Y GASTOS DE VENTA DE ENERGIA	790,116.65	798,463.34	806,679.42	814,768.14	822,732.49
INVERSION DEL PROYECTO					
<b>TOTAL DE EGRESOS</b>	<b>790,116.65</b>	<b>798,463.34</b>	<b>806,679.42</b>	<b>814,768.14</b>	<b>822,732.49</b>
<b>FLUJO DE CAJA</b>	<b>1,059,462.73</b>	<b>1,070,585.79</b>	<b>1,081,537.12</b>	<b>1,092,320.99</b>	<b>1,102,941.32</b>

DETALLE	AÑO 26	AÑO 27	AÑO 28	AÑO 29	AÑO 30
<b>INGRESOS</b>					
VENTA DE ENERGIA	1,922,627.83	1,940,506.72	1,958,115.54	1,975,459.46	1,992,543.32
AHORRO EN PERDIDAS	21,241.09	21,281.72	21,322.35	21,362.98	21,400.22
<b>TOTAL DE INGRESOS</b>	<b>1,943,868.92</b>	<b>1,961,788.44</b>	<b>1,979,437.89</b>	<b>1,996,822.44</b>	<b>2,013,943.54</b>
<b>EGRESOS</b>					
COSTO Y GASTOS DE VENTA DE ENERGIA	830,575.22	838,298.90	845,905.91	853,398.49	860,778.71
INVERSION DEL PROYECTO					
<b>TOTAL DE EGRESOS</b>	<b>830,575.22</b>	<b>838,298.90</b>	<b>845,905.91</b>	<b>853,398.49</b>	<b>860,778.71</b>
<b>FLUJO DE CAJA</b>	<b>1,113,293.70</b>	<b>1,123,489.54</b>	<b>1,133,531.98</b>	<b>1,143,423.95</b>	<b>1,153,164.82</b>

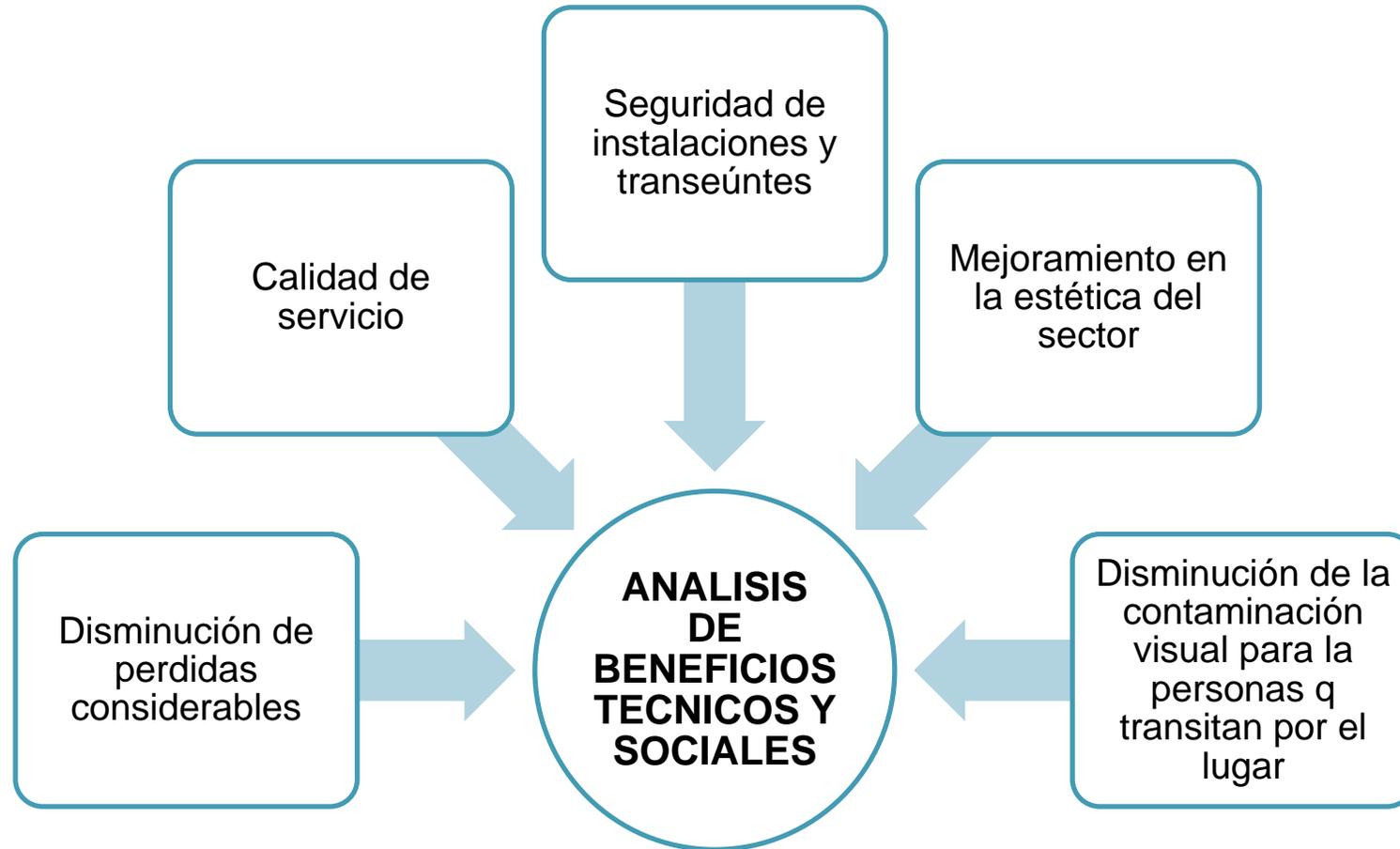


# VALORACIÓN DEL PROYECTO POR VAN Y B/C

VALOR ACTUAL NETO	<b>\$ - 89,697.30</b>
RELACIÓN BENEFICIO/COSTO	0,99



# ANÁLISIS DE BENEFICIOS TÉCNICOS Y SOCIALES



# CONCLUSIONES

- El presente trabajo ha sido realizado tomando en consideración los requerimientos y disposiciones técnicas, dadas en las regulaciones vigentes del sector eléctrico, las cuales fueron emitidas por el Ministerio de Energía y recursos Naturales No Renovables (MERNNR) y la Agencia de Regulación y Control de Energía (ARCONEL).
- La implementación de una red subterránea de distribución eléctrica, a pesar de sus costos económicos elevados con respecto a la red aérea; tienen ventajas adicionales en su operación tales como: mayor confiabilidad, mayor continuidad del servicio, seguridad al usuario y peatón, mejor imagen urbana, mayor vida útil de la red entre otras; con estas particularidades se establece que dado la importancia estética y cuidado del casco histórico de la ciudad de Salcedo es necesario implementar este tipo de tecnología que va acorde a las bondades que ofrece la red subterránea ante los requerimientos de la ciudad.
- Con el objeto de justificar técnicamente el cambio de redes aéreas a subterráneas, se realizó el levantamiento y simulación de la red actual utilizando el programa computacional CYMDIST; y con ello se determinó que las pérdidas de potencia debido a la sobrecarga en conductores #2 AWG y #4 AWG, aproximadamente constituidos por un 65% entre medio y bajo voltaje; serian en promedio de **63 kW**, así también al verificar las caídas de voltaje sin realizar ninguna repotenciación en la red y con la proyección de la demanda, para el año 2020, estaría por **debajo del 6%** permitido en la regulación 005/2018 emitida por la ARCONEL.
- Para la red de medio y bajo voltaje, se considera la operación con topología de tipo anillo, y se deja planificando los alimentadores primarios para que se pueda realizar la transferencia de carga cuando las condiciones lo ameriten.



- La red eléctrica planificada, fue simulada en el programa CYMDIST, para verificar su operación técnica, considerando varios escenarios a lo largo de su vida útil hasta el año 2050 determinándose lo siguiente: para la red de medio voltaje se usaría cable XLPE CU 15 KV. Calibre 4/0, para la red de bajo voltaje el cable que cumple con el criterio técnico – económico es de 300 MCM; además, al inicio de la operación se requiere 13 transformadores distribuidos de forma estratégica y técnica.
- Con la implementación de la red subterránea, las pérdidas de potencia para el año 2050 serían de 128,85kW, lo que representa una reducción del 39% con las pérdidas para el mismo año con la red existente que serían de 210,06kW.
- Por lo expuesto, el proyecto presentado es viable tanto en el ámbito técnico, social y económico, esto al tomar en cuenta los múltiples beneficios obtenidos con su implementación, entre los cuales se encuentra el mejoramiento en la calidad del servicio eléctrico, disminución de pérdidas técnicas y no técnicas, ahorros en mantenimiento y reparación, mayor seguridad y confiabilidad, así como, mejoramiento en el aspecto visual de la ciudad.
- Considerando el continuo crecimiento de la demanda, y bajo el análisis de flujos de carga mediante el software CYMDIST, se determinó que los equipos que actualmente se encuentran instalados no soportarán la demanda de los próximos 30 años. Adicional a esto, las variaciones de voltaje se encuentran por debajo de los límites establecidos por la ARCONEL.



- En lo que se refiere al Sistema de Alumbrado Público General, no ha crecido planificadamente por lo que los niveles de iluminación son deficientes en unos sectores y sobre iluminados en otros, con la presencia de luminarias de varias potencias en un mismo tramo de vía.
- Al existir espacios reducidos en la ciudad que no permiten la colocación de pozos en la acera se ha optado por diseñar pozos que serán colocados en la calzada; la falta de espacio físico imposibilita realizar el diseño con cámaras de transformación por lo que se optó por la tecnología de transformadores pedestal o padmounted.
- El proyecto económicamente no es rentable para la empresa debido a que se tiene un VAN negativo de **-89,697.30** y una relación Beneficio/Costo menor que 1, pero sin embargo las empresas distribuidoras de energía eléctrica este tipo de proyecto no lo ven como un beneficio económico, sino un proyecto de beneficios sociales.
- Para que este proyecto sea rentable económicamente la ELEPCO S. A., debería buscar un financiamiento externo no reembolsable, como podría el municipio del cantón Salcedo u otras entidades que comprometan su aporte para el desarrollo de la ciudad.



# RECOMENDACIONES

- Es importante realizar un estudio en conjunto con las demás empresas tanto de teléfono, televisión por cable, municipio y ELEPCO S.A., con el objeto de aprovechar la intervención y planificar que todos estos servicios utilicen el sistema subterráneo a construirse; con ello se eliminaría todo el cableado existente.
- Al implementar el estudio del soterramiento de redes en Medio y Bajo voltaje, respetar el diseño y los criterios de diseño en lo referente a la obra civil, eléctrica y alumbrado público, asegurando de esta manera la viabilidad de proyecto.
- En el mercado existen equipos y materiales de diferente calidad y precios, por lo que la empresa deberá en sus especificaciones técnicas solicitar que cumplan condiciones mínimas establecidas por el MERNNR.
- Estos proyectos deben buscar un financiamiento no reembolsable porque los beneficiados son todas las personas que habitan en el sector ya que la ELEPCOS.A., y las otras empresas distribuidoras de energía no tienen un beneficio económico en este tipo de proyectos.



*GRACIAS*



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA