

CAPÍTULO 4

ANÁLISIS DE RESULTADOS Y ACCIONES CORRECTIVAS PARA REDUCIR PÉRDIDAS TÉCNICAS

El propósito de este capítulo es analizar la operación de las subestaciones: 02, 10, 12, 32 y 53 e identificar las pérdidas técnicas en sus alimentadores primarios obtenidos luego de la modelación digital descrita en el capítulo 3.

Este capítulo presenta un resumen del análisis detallado realizado para cada uno de los alimentadores primarios de las subestaciones citadas anteriormente y los resultados de las acciones correctivas (reconfiguraciones) realizadas con el fin de disminuir las pérdidas técnicas presentes.

4.1. GENERALIDADES

La información requerida para realizar la modelación de los alimentadores primarios es la siguiente: Potencia activa en (KW), potencia reactiva en (KVAR), voltajes, a demanda máxima y demanda mínima. Esta información fundamental es obtenida de los aparatos de medida ubicados en cada alimentador primario de las subestaciones. Con esta información, con la ayuda del software *FeederAll* y mediante la realización de flujos de carga se determina las pérdidas de potencia y energía.

En el anexo 4.1. se presentan los registros de las lecturas tomadas en el día de mayor demanda, esto es el 8 de diciembre del 2004 de cada primario, con la cual se puede determinar las curvas de demanda.

La caída máxima de voltaje admisible en el punto más alejado de la fuente se toma como referencia lo que está establecido por la EEQ S.A., en las Normas para Diseño de Distribución parte A: Guía para Diseño que establece los siguientes límites¹⁵:

¹⁵ EEQ S.A., “Normas para Sistemas de Distribución Parte A: Guía para Diseño”, pag. 7, sección A-11, Edición 1994.

TIPO DE USUARIO	CAÍDA ADMISIBLE (%)
A	2.0
B	3.5
C	3.5
D	3.5
E	6.0

Fuente: Guía para Diseño EEQ S.A.

Tabla N ° 4.1. Máxima caída de voltaje admisible

4.2. SUBESTACIÓN No 02 LULUNCOTO

La subestación No 02, cuyo plano de ubicación se presenta en el anexo No 4.2, esta ubicada en la Parroquia Chimbacalle, sector Luluncoto en la calle Pedro Pinto Guzmán al sur del Distrito Metropolitano de Quito. Los valores ingresados en el software *FedeerAll* tomados por los medidores de energía instalados en barras de la subestación y proporcionados por la EEQ S.A., se presentan en el anexo No 4.1 para todas las subestaciones en estudio y en la tabla No 4.2. se presenta un resumen de los datos más importantes para la subestación No 02.

NOMBRE S/E	PRIMARIO	POTENCIA ACTIVA A DEMANDA MÁXIMA REGISTRADA (KW)	POTENCIA REACTIVA A DEMANDA MÁXIMA REGISTRADA (KVAR)	POTENCIA ACTIVA A DEMANDA MÍNIMA REGISTRADA (KW)	POTENCIA REACTIVA A DEMANDA MÍNIMA REGISTRADA (KVAR)	FACTOR DE POTENCIA A DEMANDA MÁXIMA REGISTRADA
LULUNCOTO	2B	1787,0	1206,90	844,90	549,90	0,8287
LULUNCOTO	2C	2085,2	868,80	633,60	607,60	0,9295
LULUNCOTO	2D	2085,2	827,40	633,60	607,60	0,9295

Fuente: El autor

Tabla N ° 4. 2. Datos ingresados en FeederAll para la S/E Luluncoto

4.2.1. Alimentador 2B de la Subestación 02.

El alimentador 2B es radial aéreo con un nivel de voltaje de 6,3 Kv, tiene una longitud total de 5,8 Km. desde la subestación, la troncal sirve a la parte de la

Pasteurizadora Quito, parte de la ciudadela México, el Sena hasta la calle Portilla, en un área de alta densidad de carga residencial, con una demanda máxima de 1787 Kw, registrada el 08 de diciembre del 2004. La mayor caída de voltaje registrada en el alimentador primario es de 2,87 % del voltaje a demanda máxima y a una distancia de 2,16 Km., de la subestación. La cargabilidad máxima alcanzada es 80,27 % de su límite térmico, su recorrido es mostrado en el anexo No 4.5.

4.2.2. Alimentador 2C de la Subestación 02.

Este alimentador es radial aéreo con un nivel de voltaje de 6,3 Kv, con una longitud total de 6,6 Km. desde la subestación, sirve a parte de la ciudadela México hasta Chimbacalle, con una demanda máxima de 2085,2 Kw, registrada el 08 de diciembre del 2004. La máxima caída de voltaje es de 2,74 % del voltaje a demanda máxima y a una distancia de 2,87 Km., de la subestación. La cargabilidad máxima alcanzada es 77,60 % de su límite térmico, su recorrido es mostrado en el anexo No 4.5.

4.2.3. Alimentador 2D de la Subestación No 02.

Este alimentador radial aéreo tiene una longitud total de 21,1 Km. la troncal sale por la calle Francisco Matis y sigue por la calle N. Jurado y sirve a la urbanización San José de Monjas, San Pedro de Monjas, va por la Av. General Rumiñahui hasta la urbanización Jardines del Valle, otro ramal va por las calles Baltazar García parte de la Nueva Av. Oriental hasta la calle Villaroel, con una demanda máxima de 2085,2 Kw, registrada el 08 de diciembre del 2004. La máxima caída de voltaje es de 6,28 % del voltaje a demanda máxima y a una distancia de 6,32 Km., de la subestación. La cargabilidad máxima alcanzada es 145,56 % de su límite térmico, su recorrido es mostrado en el anexo No 4.5.

4.2.4. Resultados del Flujo de Carga de la Subestación No 02:

Con los datos de la tabla 4.2 ingresados en el programa FeederAll se corren los flujos de carga que se presentan en el anexo 4.10 de todos los alimentadores primarios. En la tabla No 4.3. se presenta un resumen de los datos de los flujos de carga de la Subestación No 02 Luluncoto en el que se puede ver los datos más importantes.

NOMBRE DE LA SUBESTACIÓN	PRIMARIO	VOLTAJE EN BARRAS DE S/E A DEMANDA MÁXIMA (PU)	LONGITUD DESDE LA S/E AL PUNTO DE MÁXIMA CAÍDA VOLTAJE (m)	VOLTAJE EN PUNTO DE MÁXIMA CAÍDA A DEMANDA MÁXIMA (PU)	CAÍDA DE VOLTAJE (%)	FACTOR DE POTENCIA EN PUNTO DE MÁXIMA CAÍDA A DEMANDA MÁXIMA	PERDIDAS EN CONDUCTOR PRIMARIO A DEMANDA MÁXIMA (KW)	PERDIDAS EN CONDUCTOR PRIMARIO A DEMANDA MÁXIMA (KVAR)	CARGABILIDAD MÁXIMA (%)	COMPENSACIÓN REACTIVA INSTALADA (KVAR)
LULUNCOTO	2B	0,994	2165,07	0,965	2,87	0,8325	33,23	38,75	80,27	0,0
LULUNCOTO	2C	0,983	2290,27	0,955	2,74	0,9356	45,47	55,12	77,60	0,0
LULUNCOTO	2D	0,983	6032,97	0,9202	6,28	0,9893	116,28	116,09	145,56	0,0

Tabla N ° 4.3. Resultados de los flujos de carga S/E Luluncoto

4.3. SUBESTACIÓN No 10 EL DORADO

La subestación No 10 esta ubicada en la Parroquia San Blas, barrio El Dorado en la calle Queseras del Medio y Bompland, muy cerca del Hospital Militar, en el centro norte del Distrito Metropolitano de Quito como se muestra en el anexo No 4.3. Los valores ingresados en el software *FedeerAll* tomados por los medidores de energía instalados en barras de la subestación y proporcionados por la EEQ S.A., se presentan en la tabla No 4.4.

NOMBRE S/E	PRIMARIO	POTENCIA ACTIVA A DEMANDA MÁXIMA REGISTRADA (KW)	POTENCIA REACTIVA A DEMANDA MÁXIMA REGISTRADA (KVAR)	POTENCIA ACTIVA A DEMANDA MÍNIMA REGISTRADA (KW)	POTENCIA REACTIVA A DEMANDA MÍNIMA REGISTRADA (KVAR)	FACTOR DE POTENCIA A DEMANDA MÁXIMA REGISTRADA
EL DORADO	10A	708,5	246,24	233,28	198,72	0,9445
EL DORADO	10B	1326,2	267,84	324,00	103,68	0,9802
EL DORADO	10C	2738,9	1140,48	924,48	613,44	0,9231
EL DORADO	10D	807,8	419,04	302,40	211,68	0,8876

Fuente: El autor

Tabla N ° 4.4. Datos ingresados para la S/E El Dorado

4.3.1. Alimentador 10A de la Subestación No10.

El alimentador 10A es radial aéreo con un nivel de voltaje de 6,3 Kv, con una longitud total de 2,4 Km desde la subestación. La troncal sale por la calle Cajias se ramifica en la calle Hidalgo y sirve a parte del barrio el Dorado, por las calles Fray Vicente Solano, las calles José Maria Yépez, Rufino Marín hasta la calle J. Barba. En un área de carga residencial y comercial, con una demanda máxima de 708,48 Kw, registrada el 08 de diciembre del 2004. La mayor caída de voltaje es de 1,10 % del voltaje a demanda máxima y a una distancia de 1,2 Km., de la subestación. La

cargabilidad máxima alcanzada es del 20.10 % de su límite térmico, su recorrido se muestra en el anexo No 4.6.

4.3.2. Alimentador 10B de la Subestación No 10.

Este alimentador es radial aéreo con un nivel de voltaje de 6,3 Kv, con una longitud total de 3,6 Km desde la subestación. La troncal sale por la calle Quesera del Medio y sirve a la zona de la Mariscal hasta las calles Leonidas Plaza, Vicente Ramón Roca y parte de la Av. 12 de Octubre, con una demanda máxima de 1326,2 Kw, registrada el 08 de diciembre del 2004. La máxima caída de voltaje es de 1,20 % del voltaje a demanda máxima y a una distancia de 1,55 Km., de la subestación. La cargabilidad máxima alcanzada es de 32,97 % de su límite térmico, su recorrido se muestra en el anexo No 4.6.

4.3.3. Alimentador 10C de la Subestación No 10.

Este alimentador es radial aéreo con un nivel de voltaje de 6,3 Kv, con una longitud total de 6,8 Km desde la subestación. La troncal sale por la calle Queseras del Medio hasta la Av. Gran Colombia, se abre en dos ramales uno sigue por la Av. Gran Colombia que se deriva en la calle Piedrahita hasta la Av. Tarqui hasta la 6 de Diciembre y el otro va por la calle Solano hasta la calle J. Barba sirve a la zona del Parque El Ejido con una demanda máxima de 2738,9 Kw, registrada el 08 de diciembre del 2004. La máxima caída de voltaje es 6,70 % del voltaje a demanda máxima y a una distancia de 2,82 Km., de la subestación. La cargabilidad máxima alcanzada es de 250,90 % de su límite térmico, su recorrido se muestra en el anexo No 4.6.

4.3.4. Alimentador 10D de la Subestación No 10.

Este alimentador es radial aéreo con un nivel de voltaje de 6,3 Kv, con una longitud total de 3,6 Km. desde la subestación. La troncal sale por la calle Queseras del Medio hasta la Av. Gran Colombia cruza hacia la Av. 12 de Octubre y va hasta la Av. 6 de diciembre y Patria, con una demanda máxima de 807,8 Kw, registrada el 08 de

diciembre del 2004. La máxima caída de voltaje es 1,30 % del voltaje a demanda máxima y a una distancia de 1,29 Km., de la subestación. La cargabilidad máxima alcanzada es de 18,31 % de su límite térmico, su recorrido se muestra en el anexo No 4.6.

4.3.5. Resultados del Flujo de Carga de la Subestación No 10:

Con los datos de la tabla 4.4 ingresados en el programa FeederAll se corren los flujos de carga que se presentan en el anexo 4.10 de todos los primarios. En la tabla No 4.5. se presenta un resumen de los datos de los flujos de carga de la Subestación No 10 El Dorado, en los que se puede ver los valores de voltajes en las barras de la subestación, la máxima caída de voltaje, el factor de potencia a demanda máxima, la cargabilidad del conductor, la longitud desde la subestación al punto de máxima caída de voltaje y las pérdidas resistivas del conductor a demanda máxima .

NOMBRE DE LA SUBESTACIÓN	PRIMARIO	VOLTAJE EN BARRAS DE S/E A DEMANDA MÁXIMA (PU)	LONGITUD DESDE LA S/E AL PUNTO DE MÁXIMA CAÍDA DE VOLTAJE (m)	VOLTAJE EN PUNTO DE MÁXIMA CAÍDA A DEMANDA MÁXIMA (PU)	CAÍDA DE VOLTAJE (%)	FACTOR DE POTENCIA EN PUNTO DE MÁXIMA CAÍDA A DEMANDA MÁXIMA	PERDIDAS EN CONDUCTOR PRIMARIO A DEMANDA MÁXIMA (KW)	PERDIDAS EN CONDUCTOR PRIMARIO A DEMANDA MÁXIMA (KVAR)	CARGABILIDAD MÁXIMA (%)	COMPENSACIÓN REACTIVA INSTALADA (KVAR)
EL DORADO	10A	0,9950	1039,45	0,9840	1,10	0,9950	2,15	2,39	20,10	0,0
EL DORADO	10B	0,9880	1553,91	0,9760	1,20	0,9880	6,52	8,796	32,97	300,0
EL DORADO	10C	0,9860	2822,28	0,9190	6,70	0,9860	123,6	84,06	250,90	0,0
EL DORADO	10D	0,9873	1290,93	0,9743	1,30	0,9873	3,004	4,134	18,31	0,0

Tabla N ° 4.5. Resultados de los flujos de carga S/E El Dorado

4.4. SUBESTACIÓN No 12 LA FLORESTA

La subestación No 12 esta ubicada en la Parroquia San Blas, barrio La Floresta en la avenida La Coruña y Vizcaya en el centro norte del Distrito Metropolitano de Quito como se muestra en el anexo No 4.3. Los valores ingresados en el software *FedeerAll* tomados por los medidores de energía instalados en barras de la subestación y proporcionados por la EEQ S.A., se presentan en la tabla No 4.6.

NOMBRE S/E	PRIMARIO	POTENCIA ACTIVA A DEMANDA MÁXIMA REGISTRADA (KW)	POTENCIA REACTIVA A DEMANDA MÁXIMA REGISTRADA (KVAR)	POTENCIA ACTIVA A DEMANDA MÍNIMA REGISTRADA (KW)	POTENCIA REACTIVA A DEMANDA MÍNIMA REGISTRADA (KVAR)	FACTOR DE POTENCIA A DEMANDA MÁXIMA REGISTRADA
LA FLORESTA	12A	3558,5	1386,11	1269,63	623,17	0,9318
LA FLORESTA	12B	3657,5	1252,16	1560,83	966,78	0,9460
LA FLORESTA	12D	582,4	273,73	180,54	122,30	0,9050

Fuente: El autor

Tabla N ° 4.6. Datos ingresados para la S/E La Floresta

4.4.1. Alimentador 12A de la Subestación 12.

Este alimentador es radial aéreo con un nivel de voltaje de 6,3 Kv, con una longitud total de 9,2 Km desde la subestación, sirve un sector al suroccidente de la subestación por las calles Madrid, Isabel la Católica, Toledo, Lugo, Tamayo, L. García con una demanda máxima de 3558,5 Kw, registrada el 08 de diciembre del 2004. La mayor caída de voltaje es de 7,10 % del voltaje a demanda máxima y a una distancia de 1,83 Km., de la subestación. La cargabilidad máxima alcanzada es de 194,7 % de su límite térmico, su recorrido se muestra en el anexo No 4.7.

4.4.2. Alimentador 12B de la Subestación 12.

Este alimentador tiene una longitud total de 19,8 Km. sirve un sector de La Floresta y Guapulo, con una demanda máxima de 3657,5 Kw, registrada el 08 de diciembre del

2004. La mayor caída de voltaje en este alimentador primario es de 0,70 % del voltaje a demanda máxima y a una distancia de 2,65 Km., de la subestación. La cargabilidad máxima alcanzada es de 88,16 % de su límite térmico, su recorrido se muestra en el anexo No 4.7.

4.4.3. Alimentador 12D de la Subestación 12.

Este alimentador tiene una longitud de 2,3 Km y sirve a la carga ubicada a lo largo de la calle Luis Cordero, Urbina, La Pinta hasta la Av. 10 de Agosto, con una demanda máxima de 582,4 Kw, registrada el 08 de diciembre del 2004. La mayor caída de voltaje en este alimentador primario es de 1,20 % del voltaje a demanda máxima y a una distancia de 1,48 Km., de la subestación. La cargabilidad máxima alcanzada es de 14,89 % de su límite térmico, su recorrido se muestra en el anexo No 4.7.

4.4.4. Resultados de los flujos de carga de la Subestación 12:

Con los datos de la tabla 4.6 ingresados en el programa FeederAll se corren los flujos de carga que se presentan en el anexo 4.10 de todos los primarios. En la tabla No 4.7 se presenta un resumen de los datos de los flujos de carga de la Subestación No 12 La Floresta, en los que se puede ver los valores de voltajes en las barras de la subestación, la máxima caída de voltaje, el factor de potencia a demanda máxima, la cargabilidad del conductor, la longitud desde la subestación al punto de máxima caída de voltaje y las pérdidas resistivas del conductor a demanda máxima.

NOMBRE DE LA SUBESTACIÓN	PRIMARIO	VOLTAJE EN BARRAS DE S/E A DEMANDA MÁXIMA (PU)	LONGITUD DESDE LA S/E AL PUNTO DE MÁXIMA CAÍDA DE VOLTAJE (m)	VOLTAJE EN PUNTO DE MÁXIMA CAÍDA A DEMANDA MÁXIMA (PU)	CAÍDA DE VOLTAJE (%)	FACTOR DE POTENCIA EN PUNTO DE MÁXIMA CAÍDA A DEMANDA MÁXIMA	PERDIDAS EN CONDUCTOR PRIMARIO A DEMANDA MÁXIMA (KW)	PERDIDAS EN CONDUCTOR PRIMARIO A DEMANDA MÁXIMA (KVAR)	CARGABILIDAD MÁXIMA (%)	COMPENSACIÓN REACTIVA INSTALADA (KVAR)
LA FLORESTA	12A	0,9940	1836,48	0,9230	7,10	0,9357	140,299	97,85	194,73	0,0
LA FLORESTA	12B	0,9930	2651,50	0,9860	0,70	0,9525	75,029	104,389	88,16	300,0
LA FLORESTA	12D	0,9980	1483,42	0,9860	1,20	0,905	2,049	2,99	14,89	0,0

Tabla N ° 4.7. Resultados de los flujos de carga S/E La Floresta

4.5. SUBESTACIÓN No 32 SAN PABLO

La subestación No 32 esta ubicada en la Parroquia San Blas, barrio La Vicentina baja cerca del Hospital Dermatológico Gonzalo González en la parte oriental del Distrito Metropolitano de Quito como se muestra en el anexo No 4.3. Los valores ingresados en el software *FedeerAll* tomados por los medidores de energía instalados en barras de la subestación y proporcionados por la EEQ S.A., se presentan en la tabla 4.7.

NOMBRE S/E	PRIMARIO	POTENCIA A DEMANDA MÁXIMA REGISTRADA (KW)	POTENCIA REACTIVA A DEMANDA MÁXIMA REGISTRADA (KVAR)	POTENCIA A DEMANDA MÍNIMA REGISTRADA (KW)	POTENCIA REACTIVA A DEMANDA MÍNIMA REGISTRADA (KVAR)	FACTOR DE POTENCIA A DEMANDA MÁXIMA REGISTRADA
SAN PABLO	32A	2661,1	570,24	794,88	397,44	0,9778
SAN PABLO	32B	3378,2	941,76	967,68	440,64	0,9632
SAN PABLO	32C	1753,9	734,04	699,84	527,04	0,9224
SAN PABLO	32E	4078,1	1373,76	1382,40	639,36	0,9476

Fuente: El autor

Tabla N ° 4.8. Datos ingresados para la S/E San Pablo

4.5.1. Alimentador 32A de la Subestación No 32.

Este alimentador es radial aéreo con un nivel de voltaje de 6,3 Kv, una longitud total de 11,8 Km desde la subestación. La troncal sale por la calle A. Dávila sigue por la calle Antonio Sierra hasta la calle Matilde Delgado ramificándose por las calles Guevara, Gallegos, Iberia, Albornoz, R. Jácome, E. Escudero, en el sector de los barrios Vicentina baja, Vicentina alta y el barrio San Pablo, con una demanda máxima de 2261,1 Kw, registrada el 08 de diciembre del 2004. La mayor caída de voltaje en este alimentador primario es de 3,70 % del voltaje a demanda máxima y a una distancia de 2,20 Km., de la subestación. La cargabilidad máxima alcanzada es de 127,6 % de su límite térmico, su recorrido se muestra en el anexo No 4.8.

4.5.2. Alimentador 32B de la Subestación No 32.

Este alimentador es radial aéreo con un nivel de voltaje de 6,3 Kv, con una longitud total de 7,2 Km. desde la subestación. La troncal sale por la calle A. Dávila sigue a lo largo de la calle Francisco Salazar, la Av. 12 de Octubre hasta la Av. Colon y Av. 9 de Octubre, Av. 6 de Diciembre, Av. Francisco de Orellana, se ramifica por las calles: Toledo, Caamaño, Zaldumbide, Av. Coruña, Batallas, Yáñez Pinzón, San Ignacio con una demanda máxima de 3578,2 Kw, registrada el 08 de diciembre del 2004. La mayor caída de voltaje es de 2,40 % del voltaje a demanda máxima y a una distancia de la subestación de 2,60 Km. La cargabilidad máxima alcanzada es de 113,17 % de su límite térmico, su recorrido se muestra en el anexo No 4.8.

4.5.3. Alimentador 32C de la Subestación 32.

Este alimentador es radial aéreo con un nivel de voltaje de 6,3 Kv, con una longitud total de 6,5 Km desde la subestación. La troncal sale por la calle A. Dávila hasta la calle Vizcaya continua por la calle Luis Cordero, Av. Colón, I. García, Reina Victoria, Diego de Almagro hasta la calle Wilson, con una demanda máxima de 1753,9 Kw, registrada el 08 de diciembre del 2004. La mayor caída de voltaje en este alimentador primario es de 3,80 % del voltaje a demanda máxima y a una distancia de 2,82 Km., de la subestación. La cargabilidad máxima alcanzada es del 57,58 % de su límite térmico, su recorrido se muestra en el anexo No 4.8.

4.5.4. Alimentador 32E de la Subestación 32.

Este alimentador es radial aéreo con un nivel de voltaje de 6,3 Kv, con una longitud total de 6,2 Km. desde la subestación. La troncal sale por la calle A. Dávila hasta la Ladrón de Guevara sigue por la Jorge Washington hasta la J.L. Mera, ramificándose por las calles Bilbao, Andalucía, Leonidas Plaza, Robles, Carrión Veintimilla, Baquedano hasta la Calama, con una demanda máxima de 4078,1 Kw, registrada el 08 de diciembre del 2004. La mayor caída de voltaje en este alimentador primario es de 0,90 % del voltaje a demanda máxima y a una distancia de 3,20 Km., de la

subestación. La cargabilidad máxima alcanzada es de 82,08 % de su límite térmico, su recorrido se muestra en el anexo No 4.8.

4.5.5. Resultados de los flujos de carga de la Subestación 32

Con los datos de la tabla 4.8 ingresados en el programa FeederAll se corren los flujos de carga que se presentan en el anexo 4.10 de todos los primarios. En la tabla No 4.9 se presenta un resumen de los datos de los flujos de carga de la Subestación No 32 San Pablo, en los que se puede ver los valores de voltajes en las barras de la subestación, la máxima caída de voltaje, el factor de potencia a demanda máxima, la cargabilidad del conductor, la longitud desde la subestación al punto de máxima caída de voltaje y las pérdidas resistivas del conductor a demanda máxima.

NOMBRE DE LA S/E	PRIMARIO	VOLTAJE EN BARRAS DE S/E A DEMANDA MÁXIMA (PU)	LONGITUD DESDE LA S/E AL PUNTO DE MÁXIMA CAÍDA DE VOLTAJE (m)	VOLTAJE EN PUNTO DE MÁXIMA CAÍDA A DEMANDA MÁXIMA (PU)	CAÍDA DE VOLTAJE (%)	FACTOR DE POTENCIA EN PUNTO DE MÁXIMA CAÍDA A DEMANDA MÁXIMA	PERDIDAS EN CONDUCTOR PRIMARIO A DEMANDA MÁXIMA (KW)	PERDIDAS EN CONDUCTOR PRIMARIO A DEMANDA MÁXIMA (KVAR)	CARGABILIDAD MÁXIMA (%)	COMPENSACIÓN REACTIVA INSTALADA (KVAR)
SAN PABLO	32A	1,0070	2206,85	0,9700	3,70	0,9811	54,471	53,079	127,66	0,0
SAN PABLO	32B	0,9920	2606,13	0,9680	2,40	0,9753	93,395	192,057	113,17	0,0
SAN PABLO	32C	0,9910	2824,97	0,9530	3,80	0,9312	33,77	57,987	57,58	300,0
SAN PABLO	32E	0,9910	3201,91	0,9820	0,90	0,9673	207,412	344,539	82,08	0,0

Tabla N ° 4.9. Resultados de los flujos de carga S/E San Pablo

4.6. SUBESTACIÓN PÉREZ GUERRERO No 53

La subestación No 53 esta ubicada en la Parroquia Santa Prisca, barrio Santa Clara en la calles Pérez Guerrero y Versalles en el centro norte del Distrito Metropolitano de Quito como se muestra en el anexo No 4.4. Los valores ingresados en el software *FedeerAll* tomados el 08 de diciembre del 2004 por los medidores de energía instalados en barras de la subestación y proporcionados por la EEQ S.A., se presentan en la tabla 4.9.

NOMBRE S/E	PRIMARIO	POTENCIA ACTIVA A DEMANDA MÁXIMA REGISTRADA (KW)	POTENCIA REACTIVA A DEMANDA MÁXIMA REGISTRADA (KVAR)	POTENCIA ACTIVA A DEMANDA MÍNIMA REGISTRADA (KW)	POTENCIA REACTIVA A DEMANDA MÍNIMA REGISTRADA (KVAR)	FACTOR DE POTENCIA A DEMANDA MÁXIMA REGISTRADA
PÉREZ GUERRERO	53B	760,3	181,44	224,64	47,52	0,9726
PÉREZ GUERRERO	53C	2384,6	509,52	639,36	120,96	0,9779
PÉREZ GUERRERO	53D	3525,1	552,96	1054,08	120,96	0,9879
PÉREZ GUERRERO	53E	2350,1	630,72	691,20	311,04	0,9658
PÉREZ GUERRERO	53F	3274,6	717,12	846,72	-86,40	0,9768

Fuente: El autor

Tabla N ° 4.10. Datos ingresados de la S/E Pérez Guerrero

4.6.1. Alimentador 53B De La Subestación 53.

Este alimentador es radial aéreo con un nivel de voltaje de 6,3 Kv, con una longitud total de 6,7 Km. desde la subestación. La troncal sale por la calle 18 de Septiembre, sigue hasta la calle Canadá, se ramifica por las calles: Ayacucho, Estados Unidos, Portoviejo, Bogota, Río de Janeiro, Venezuela, México, parte de la calle Asunción, con una demanda máxima de 760,3 KW. La mayor caída de voltaje es de 0,90 % del voltaje a demanda máxima y a una distancia de 1,32 Km., de la subestación. La

cargabilidad máxima alcanzada es de 25,78 % de su límite térmico, su recorrido se muestra en el anexo No 4.9.

4.6.2. Alimentador 53C de la Subestación 53.

Este alimentador es radial aéreo con un nivel de voltaje de 6,3 Kv, con una longitud total de 6,4 Km. La troncal sale por la Av. Pérez Guerrero hasta la Av. América, las calles Ulloa, Mercadillo, Ramírez Dávalos, Versalles hasta la Av. Colon, con una demanda máxima de 2384,6 KW. La mayor caída de voltaje es de 1,50 % del voltaje a demanda máxima y a una distancia de 1,54 Km., de la subestación. La cargabilidad máxima alcanzada es de 52,23 % de su límite térmico, su recorrido se muestra en la el anexo No 4.9.

4.6.3. Alimentador 53D de la Subestación No 53.

Este alimentador es radial aéreo con un nivel de voltaje de 6,3 Kv, con una longitud total de 4,3 Km. La troncal sale por la calle 18 de Septiembre hasta la 9 de Octubre hasta la calle Luis Cordero se ramifica por las calles Jorge Washington, Av. Patria con una demanda máxima de 3525,1 KW. La mayor caída de voltaje es de 1,70 % del voltaje a demanda máxima y a una distancia de 1,21 Km., de la subestación. La cargabilidad máxima alcanzada es de 242,3 % de su límite térmico, su recorrido se muestra en el anexo No 4.9.

4.6.4. Alimentador 53E de la Subestación 53.

Este alimentador es radial aéreo con un nivel de voltaje de 6,3 Kv, con una longitud total de 6,2 Km. La troncal sale por la calle 18 de Septiembre hasta la Upiano Páez hasta la calle Luis Cordero, continua por la calle Colón, Santa María se ramifica por las calles: 9 de Octubre, J. de Velasco, Gangotena, Rábida con una demanda máxima de 2350,1 KW. La mayor caída de voltaje es de 2,20 % del voltaje a demanda máxima y a una distancia de 1,89 Km., de la subestación. La cargabilidad máxima alcanzada es de 273,66 % de su límite térmico, su recorrido se muestra en el anexo No 4.9.

4.6.5. Alimentador 53 F de la Subestación 53.

Este alimentador es radial aéreo con un nivel de voltaje de 6,3 Kv, con una longitud total de 4,9 Km. La troncal sale por la calle 18 de Septiembre hasta la calle Manuel Larrea hasta la calle Arenas, se ramifica por las calles: Asunción, Portoviejo, Santiago, Caracas, con una demanda máxima de 3274,6 KW. La mayor caída de voltaje es de 2,40 % del voltaje a demanda máxima y a una distancia de 1,76 Km., de la subestación. La cargabilidad máxima alcanzada es de 66,08 % de su límite térmico, su recorrido se muestra en el anexo No 4.9.

4.6.6. Resultados de los Flujos de carga de la Subestación 53:

Con los datos de la tabla 4.10 ingresados en el programa FeederAll se corren los flujos de carga que se presentan en el anexo 4.10 de todos los primarios. En la tabla No 4.11 se presenta un resumen de los datos de los flujos de carga de la Subestación No 53 Pérez Guerrero, en los que se puede ver los valores de voltajes en las barras de la subestación, la máxima caída de voltaje, el factor de potencia a demanda máxima, la cargabilidad del conductor, la longitud desde la subestación al punto de máxima caída de voltaje y las pérdidas resistivas del conductor a demanda máxima.

NOMBRE DE LA SUBESTACIÓN	PRIMARIO	VOLTAJE EN BARRAS DE S/E A DEMANDA MÁXIMA (PU)	LONGITUD DESDE LA S/E AL PUNTO DE MÁXIMA CAÍDA DE VOLTAJE (m)	VOLTAJE EN PUNTO DE MÁXIMA CAÍDA A DEMANDA MÁXIMA (PU)	CAÍDA DE VOLTAJE (%)	FACTOR DE POTENCIA EN PUNTO DE MÁXIMA CAÍDA A DEMANDA MÁXIMA	PERDIDAS EN CONDUCTOR PRIMARIO A DEMANDA MÁXIMA (KW)	PERDIDAS EN CONDUCTOR PRIMARIO A DEMANDA MÁXIMA (KVAR)	CARGABILIDAD MÁXIMA (%)	COMPENSACIÓN REACTIVA INSTALADA (KVAR)
PÉREZ GUERRERO	53B	0,9913	1321,72	0,9823	0,90	0,9727	1,467	1,784	25,78	0,0
PÉREZ GUERRERO	53C	0,9860	1542,23	0,9710	1,50	0,9793	15,29	19,682	52,23	300,0
PÉREZ GUERRERO	53D	0,9826	1215,71	0,9656	1,70	0,9895	25,066	40,7	242,32	300,0
PÉREZ GUERRERO	53E	0,9810	1899,75	0,9590	2,20	0,9685	23,743	30,976	273,66	300,0
PÉREZ GUERRERO	53F	0,9920	1765,68	0,9680	2,40	0,9799	37,685	54,699	66,08	300,0

Tabla N ° 4.11. Resultados de los flujos de carga S/E Pérez Guerrero

4.7. PÉRDIDAS DE POTENCIA Y ENERGÍA¹⁸

Corresponde al valor de pérdidas resistivas, producidas por efecto *Joule*, que se tienen en todos los conductores que conforman las redes primarias. Estas pérdidas resistivas se calculan con base en la expresión $I^2 R$. En cualquiera de los subsistemas se calculan las pérdidas resistivas para la demanda máxima de la carga y con esa base se obtienen las pérdidas resistivas en un intervalo dado a través de la relación cuadrática entre la demanda en dicho intervalo y la demanda máxima.

Los datos para el cálculo de pérdidas de potencia son obtenidos de los registros de carga de los medidores instalados en la salida de los primarios. Las mediciones se consideran como punto de partida y como dato de mayor confianza tomando en cuenta que dicha medición abarca la demanda de todas las cargas, las pérdidas y el requerimiento de reactivos.

Las pérdidas resistivas a demanda máxima de la carga se determinan de la relación expresada por la ecuación (4.1)¹⁹:

$$D_{RL\max} = 3I_{\max}^2 R = 3\left(\frac{D_{P\max}}{\sqrt{3}V \cos\phi_{\max}}\right)^2 R \quad (4.1)$$

donde:

$D_{RL\max}$: Pérdidas resistivas a demanda máxima de la carga (KW).

I_{\max} : Corriente a demanda máxima (A).

R: Resistencia (Ω).

$D_{P\max}$: Demanda máxima de la carga (KW)

$\cos\phi_{\max}$: Factor de potencia a demanda máxima.

Las pérdidas resistivas a una demanda (i) cualquiera de la carga se calcula con la ecuación siguiente:

¹⁸ OLADE, " Proyecto de Control y Reducción de Pérdidas Volumen 2", Informe de la Fase A, Identificación de perdidas, Quito, Julio 2000

¹⁹ Idem¹⁸, p 11.

$$D_{RLi} = 3I_i^2 R = 3\left(\frac{D_{Pi}}{\sqrt{3V \cos \phi_i}}\right)^2 R \quad (4.2)^{20}$$

donde:

D_{RLi} : Pérdidas resistivas en el intervalo i (KW).

I_i : Corriente en el intervalo i (A).

R: Resistencia (Ω).

D_{Pi} : Demanda de potencia en el intervalo i (KW).

$\cos \phi_i$: Factor de potencia en el intervalo i.

La relación entre las dos pérdidas se obtiene al dividir las ecuaciones (4.1) y (4.2) .

$$\frac{D_{RL \max}}{D_{RLi}} = \frac{3I_{\max}^2 R}{3I_i^2 R} = \frac{\left(\frac{D_{P \max}}{\sqrt{3V \cos \phi_{\max}}}\right)^2 R}{\left(\frac{D_{Pi}}{\sqrt{3V \cos \phi_i}}\right)^2 R} \quad (4.3)^{21}$$

De donde se determina que las pérdidas a demanda i pueden calcularse mediante la ecuación (4.4) y se obtiene su curva.

$$D_{RLi} = \left(\frac{D_{Pi} \cos \phi_{\max}}{D_{P \max} \cos \phi_i}\right)^2 D_{RL \max} \quad (4.4)$$

La ecuación (4.5) se aplica para calcular la energía de pérdidas resistivas en cualquier intervalo de tiempo.

$$E_{per} = \sum D_{RL-i} * \Delta t_i \quad (4.5.)$$

donde:

E_{per} : Energía de pérdidas (KWH).

D_{RL-i} : Pérdidas resistivas en el intervalo i (KW).

Δt_i : Intervalo i de tiempo (min).

²⁰ OLADE, " Proyecto de Control y Reducción de Pérdidas Volumen 2", Informe de la Fase A, Identificación de perdidas, Quito, Julio 2000

²¹ Idem²⁰, p 11.

4.7.1. Subestación No 2 Luluncoto.

Al realizar el flujo de carga se obtiene el resultado de la sumatoria de las pérdidas resistivas a demanda máxima en cada tramo del primario, según se observa en el anexo 4.10. del cual se extrae los siguientes valores del primario 2B:

$$D_{RL_{\max}} = 33.23 \text{ KW}$$

$$D_{P_{\max}} = 1787.0 \text{ KW}$$

$$\cos \phi_{\max} = 0.8325$$

Con los datos registrados por el medidor electrónico en los primarios B, C y D se obtiene la curva de carga característica semanal incluido el día de mayor demanda esto es el 8 de diciembre del 2004.

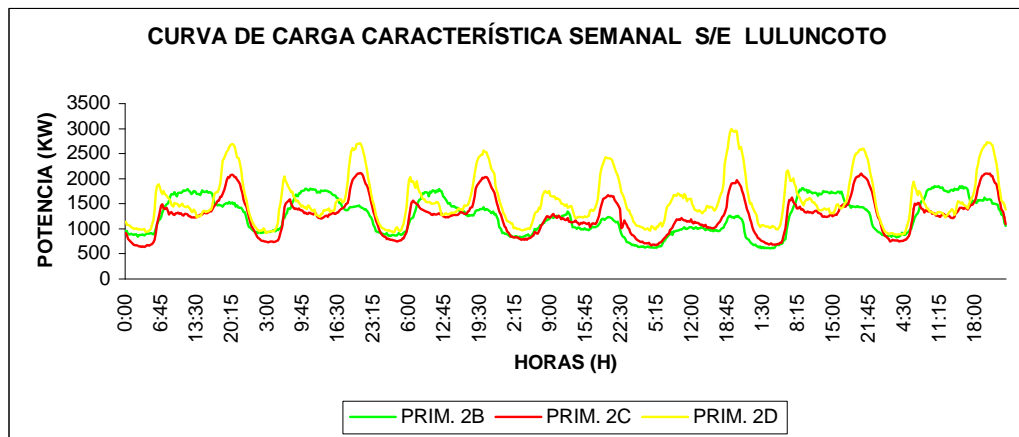


Figura N ° 4.1. Curva de carga característica de una semana representativa de la S/E Luluncoto primarios 2B, 2C y 2D

Curva de demanda es el gráfico de las demandas medias (D_i), en intervalos de tiempo definidos, que para el presente estudio es de 15 minutos (Δt), durante un período establecido, que en este estudio es de al menos una semana. En la figura No 4.1 se muestra las curvas de demanda de los primarios de la Subestación Luluncoto. Mediante la ecuación (4.5) se determina a energía total de pérdidas en el primario 2B es de 2519,85 Kwh. /semana.

Para todos los primarios en estudio se sigue el mismo procedimiento las figuras de las curvas se encuentran en el anexo 4.11. y un cuadro resumen de las pérdidas de energía de cada subestación se presenta a continuación:

PRIMARIO	MÁXIMA DEMANDA (Kw.)	MÁXIMA CAÍDA DE VOLTAJE A DEMANDA MÁXIMA (pu)	PERDIDAS CONDUCTOR PRIMARIO A DEMANDA MÁXIMA (Kw.)	PERDIDA ENERGÍA EN ALIMENTA PRIMARIO (Kwh./semana)
2B	1787,00	0,965	33,23	2519,85
2C	2085,20	0,955	45,47	3040,72
2D	2085,20	0,920	116,28	12044,92

Fuente: El autor

Tabla N ° 4.12. Pérdidas de Energía de S/E No 02 Luluncoto

PRIMARIO	MÁXIMA DEMANDA (Kw.)	MÁXIMA CAÍDA DE VOLTAJE A DEMANDA MÁXIMA (pu)	PERDIDAS CONDUCTOR PRIMARIO A DEMANDA MÁXIMA (Kw.)	PERDIDA ENERGÍA EN ALIMENTA PRIMARIO (Kwh./semana)
10A	708	0,984	2,15	147,81
10B	1326	0,976	6,52	432,15
10C	2739	0,919	123,60	8629,70
10D	808	0,974	3,00	236,81

Fuente: El autor

Tabla N ° 4.13. Pérdidas de energía de S/E No 10 El Dorado

PRIMARIO	MÁXIMA DEMANDA (Kw.)	MÁXIMA CAÍDA DE VOLTAJE A DEMANDA MÁXIMA (pu)	PERDIDAS CONDUCTOR PRIMARIO A DEMANDA MÁXIMA (Kw.)	PERDIDA ENERGÍA EN ALIMENTA PRIMARIO (Kwh./semana)
12A	3558,46	0,923	140,29	12049,10
12B	3657,47	0,986	75,03	6708,31
12D	582,40	0,986	2,05	141,31

Fuente: El autor

Tabla N ° 4.14. Pérdidas de energía de S/E No 12 Floresta

PRIMARIO	MÁXIMA DEMANDA (Kw.)	VOLTAJE PUNTO MÁXIMA CAÍDA A DEMANDA MÁXIMA (pu)	PERDIDAS CONDUCTOR PRIMARIO A DEMANDA MÁXIMA (Kw.)	PERDIDA ENERGÍA EN ALIMENTA PRIMARIO (Kwh./semana)
32A	2661,12	0,970	54,47	3276,10
32B	3378,24	0,968	93,39	6506,79
32C	1753,92	0,953	33,77	2991,56
32E	4078,08	0,982	207,41	15523,54

Fuente: El autor

Tabla N ° 4.15. Pérdidas de energía de S/E No 32 San Pablo

PRIMARIO	MÁXIMA DEMANDA (Kw.)	VOLTAJE PUNTO MÁXIMA CAÍDA A DEMANDA MÁXIMA (pu)	PERDIDAS CONDUCTOR PRIMARIO A DEMANDA MÁXIMA (Kw.)	PERDIDA ENERGÍA EN ALIMENTA PRIMARIO (Kwh./semana)
53B	760,32	0,982	1,46	92,20
53C	2384,64	0,971	15,29	921,91
53D	3525,12	0,965	25,06	1415,77
53E	2350,08	0,959	23,74	1446,75
53F	3274,56	0,968	38,81	2056,43

Fuente: El autor

Tabla N ° 4.16. Pérdidas de energía de S/E No 53 Pérez Guerrero

4.8. RECONFIGURACIÓN DE PRIMARIOS²²

La reconfiguración de primarios se define como una alteración a la estructura topológica a los alimentadores primarios, esta alteración se da por cambios en las condiciones (abierto-cerrado) de los interruptores de seccionamiento y/o enlaces; logrando con esto mejorar las condiciones operativas, como evitar sobrecarga en los transformadores de las subestaciones, tener porcentajes bajos en carga en los conductores con respecto al límite térmico y caídas de voltaje, minimizar las pérdidas de energía y prestar un mejor servicio a los consumidores.

Los principales criterios tomados para la reconfiguración de los alimentadores son:

- Se debe procurar mantener la continuidad del servicio cuando se haya producido la desconexión de un determinado alimentador primario o una parte del mismo, como consecuencia de mantenimiento, trabajo programado, sobrecarga, condiciones de emergencia, y condiciones de falla, para lo cual se realiza transferencia de carga entre primarios con el fin de mantener el servicio de energía permanente a los usuarios. El primario que recibe la transferencia debe estar en capacidad de soportar la carga transferida.

²² RIOFRÍO, Carlos Ing., “Apuntes de Sistemas de Distribución”. EPN, Quito, Junio 2000.

- Determinar un mejor nivel de operación del sistema en condiciones normales.
- Considerar las características dinámicas del sistema, que hace necesaria la reorganización de las redes para definir áreas de influencia de acuerdo a la situación y capacidad de las subestaciones.
- La planificación del sistema que realiza cambios en las redes con el fin de abastecer el crecimiento de la demanda.
- Equilibrar cargas para reducir pérdidas
- Factibilidad física para realizar reconfiguraciones

4.8.1. Primera Reconfiguración

Tomando en consideración los criterios antes citados y en base al valor de pérdidas, caídas de voltaje, y porcentaje de cargabilidad de los conductores de cada alimentador primario se procede a realizar las reconfiguraciones necesarias para las subestaciones en estudio. Para hacer las reconfiguraciones de alimentadores es indispensable que la red de distribución tenga equipos de seccionamiento y protección, los mismos que facilitan la operación y mantenimiento de la red, y ayudan a tener un índice racional de confiabilidad del servicio²³.

En la figura 4.2 se presenta la configuración original de los alimentadores primarios.

Para el primer planteamiento de reconfiguración se transfiere carga desde el primario 2D al primario 32 A en la avenida General Rumiñahui a la altura del barrio San José de Monjas, se transfiere carga del primario 32 A al primario 10 A en la intersección de las calles Toribio Hidalgo y Manuel Cajias en el sector del barrio La Vicentina, se transfiere carga del primario 12 A al primario 12 D en la avenida 12 de Octubre y calle Mariscal Foch, se transfiere carga del primario 10 C al primario 53 F en las calles Luis Saa y Padre Luis Sodiro, se transfiere carga del primario 10 D al primario 53 F en la avenida 6 de Diciembre y calle Tarqui, se transfiere carga del primario 12D al primario 53 E en las calles Luis Cordero y Juan León Mera, se

²³ RIOFRÍO, Carlos Ing., “Apuntes de Sistemas de Distribución”. EPN, Quito, Junio 2000.

transfiere carga del primario 32 C al primario 53 D en las calles Juan León Mera y Veintimilla.

Planteada la reconfiguración de esta forma se realiza el flujo de carga correspondiente y realizando los cálculos de energía anual se obtiene los resultados que se presenta en la tabla No. 4.17.

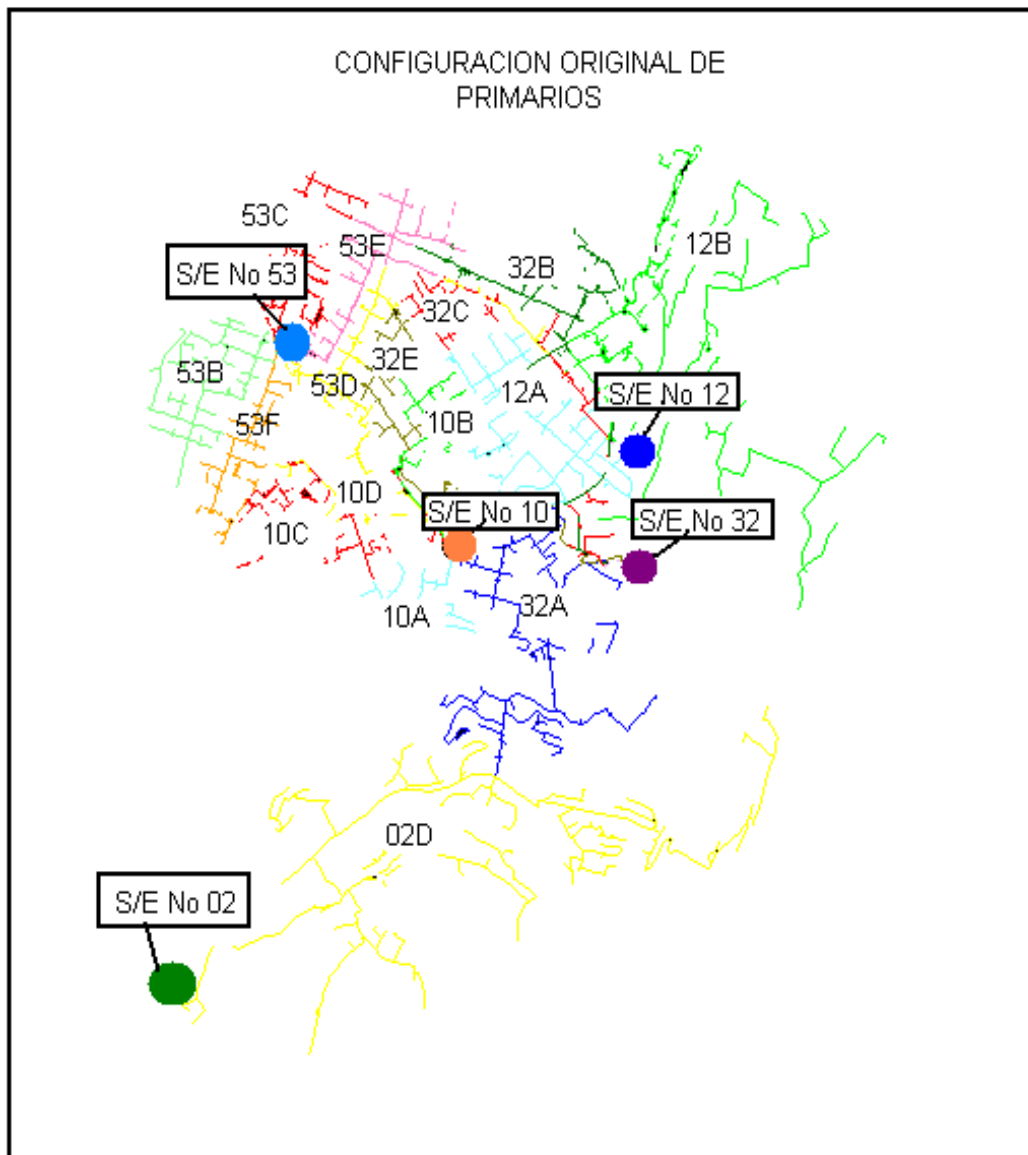


Figura N ° 4.2. Configuración original de alimentadores primarios

En la figura 4.3 se presenta la reconfiguración de los alimentadores primarios.

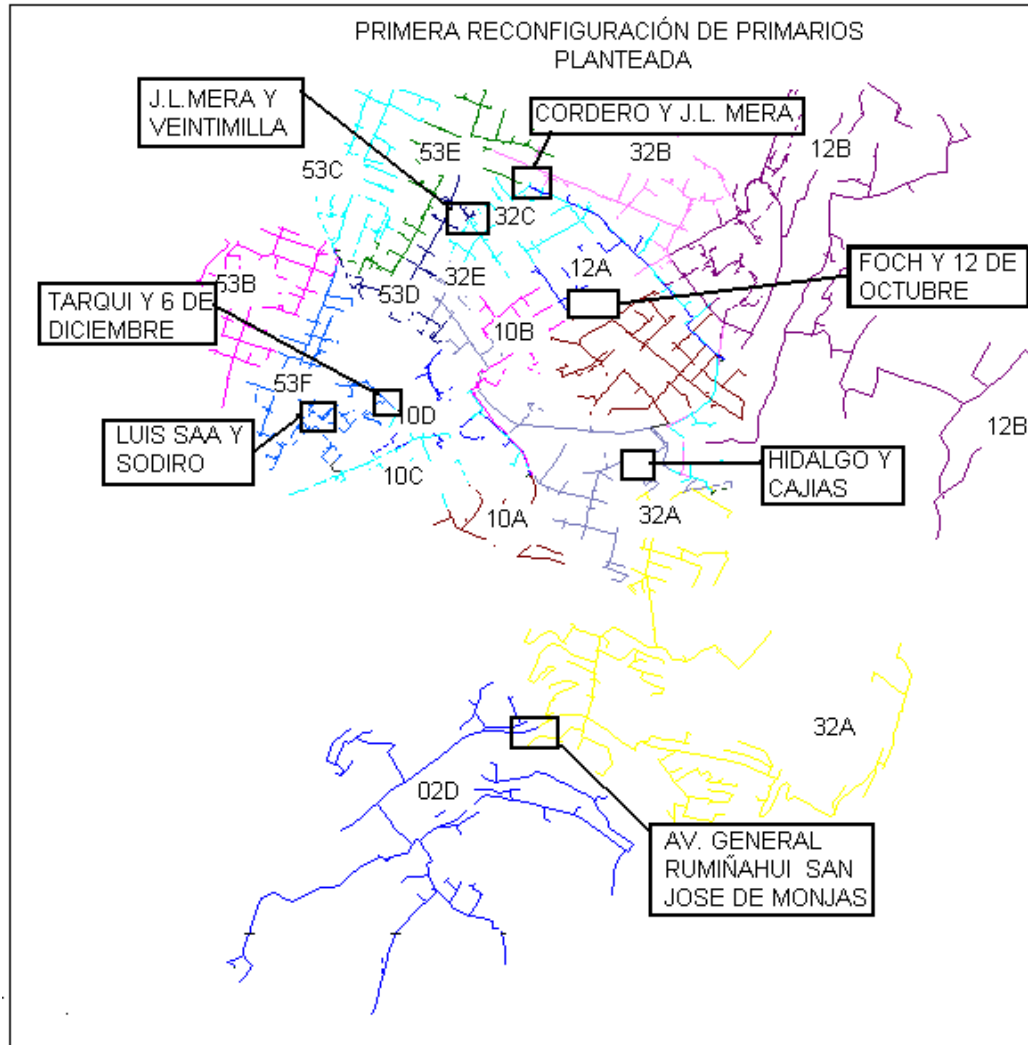


Figura N ° 4.3. Primera reconfiguración planteada

La modificación del área de servicio de cada alimentador, permitió resolver los problemas en gran medida tanto de cargabilidad, así como de caídas de voltaje, como se detalla en la tabla No 4.17.

NOMBRE S/E	PRIMARIO	MÁXIMA CAÍDA DE VOLTAJE	MÁXIMA CAÍDA DE VOLTAJE	VOLTAJE EN PUNTO DE MÁXIMA CAÍDA DE VOLTAJE (pu)	VOLTAJE EN PUNTO DE MÁXIMA CAÍDA DE VOLTAJE (pu)	CORRIENTE A DEMANDA MÁXIMA (A)	CORRIENTE A DEMANDA MÁXIMA (A)	PERDIDAS EN PRIMARIO A DEMANDA MÁXIMA (KW)	PERDIDAS EN PRIMARIO A DEMANDA MÁXIMA (KW)	CARGABILIDAD MÁXIMA (%)	CARGABILIDAD MÁXIMA (%)	PERDIDAS DE ENERGÍA EN PRIMARIO (Kwh/año)	PERDIDAS DE ENERGÍA EN PRIMARIO (Kwh/año)
LULUNCOTO	2D	6,28	2,20	0,9202	0,9610	284,85	206,24	116,28	73,40	145,50	94,00	628076,65	396463,93
EL DORADO	10A	1,10	2,0	0,9840	0,9750	66,12	136,90	2,15	2,80	20,10	44,23	7706,87	10036,86
EL DORADO	10B	1,20	1,20	0,9760	0,9760	125,04	125,04	6,52	6,52	32,97	32,97	22520,52	22520,52
EL DORADO	10C	6,70	3,60	0,9180	0,9500	298,36	273,53	123,60	36,53	125,00	80,00	449985,08	132993,16
EL DORADO	10D	1,30	1,30	0,9743	0,9743	87,31	87,31	3,00	3,00	18,31	18,31	12330,58	12330,58
LA FLORESTA	12A	7,10	2,61	0,9230	0,9679	369,65	289,03	140,30	57,59	194,73	87,00	628274,64	257894,47
LA FLORESTA	12B	0,70	0,70	0,9860	0,9860	348,31	348,31	75,03	75,03	85,34	85,34	349790,60	349795,26
LA FLORESTA	12D	1,20	2,82	0,9860	0,9648	61,26	165,54	2,05	2,98	14,89	30,23	7368,16	10716,02
SAN PABLO	32A	3,70	3,34	0,9700	0,9736	236,80	244,93	54,47	67,27	102,79	76,77	170822,28	210964,10
SAN PABLO	32B	2,40	2,40	0,9680	0,9680	428,65	428,65	93,40	93,40	109,43	109,43	339282,74	339282,74
SAN PABLO	32C	3,80	2,50	0,9530	0,9660	177,71	326,44	33,77	41,56	57,58	78,36	155988,63	191971,79
SAN PABLO	32E	0,90	3,40	0,9820	0,9570	420,12	244,60	207,41	95,59	82,08	77,00	809434,12	373047,62
PÉREZ GUERRERO	53B	0,90	0,90	0,9823	0,9823	73,44	73,44	1,47	1,47	25,78	25,8	4817,36	4817,36
PÉREZ GUERRERO	53C	1,50	1,50	0,9710	0,9760	218,34	218,34	15,29	15,29	52,23	52,2	48071,21	48071,21
PÉREZ GUERRERO	53D	1,70	2,20	0,9656	0,9606	228,29	328,29	25,07	27,45	58,37	66,5	73822,18	73822,18
PÉREZ GUERRERO	53E	2,20	2,20	0,9590	0,9560	221,45	221,45	23,74	23,74	48,14	48,1	75437,49	75437,49
PÉREZ GUERRERO	53F	2,40	2,50	0,9680	0,9670	308,51	320,81	38,81	33,88	66,08	71,2	107228,30	100191,19
TOTAL								962,35	657,50			3 890 957,42	2 610 356,49
AHORRO									304,85				1 280 600,92

PRIMARIOS ORIGINALES

PRIMARIOS RECONFIGURADOS

Tabla N ° 4.17. Resumen de la Primera Reconfiguración Planteada

4.8.2. Segunda Reconfiguración

Para la segunda reconfiguración planteada se realiza las siguientes modificaciones:
Se transfiere carga del primario 32 A al primario 32 E en las calles Ladrón de Guevara y Perrier en el sector del Hospital Militar, se mantiene la transferencia de carga del primario 12 A al primario 12 D en la avenida 12 de Octubre y calle Cordero, se transfiere carga del primario 12 B al primario 32 B en la avenida 12 de Octubre y calle Abraham Lincoln, como se muestra en la figura No 4.4.

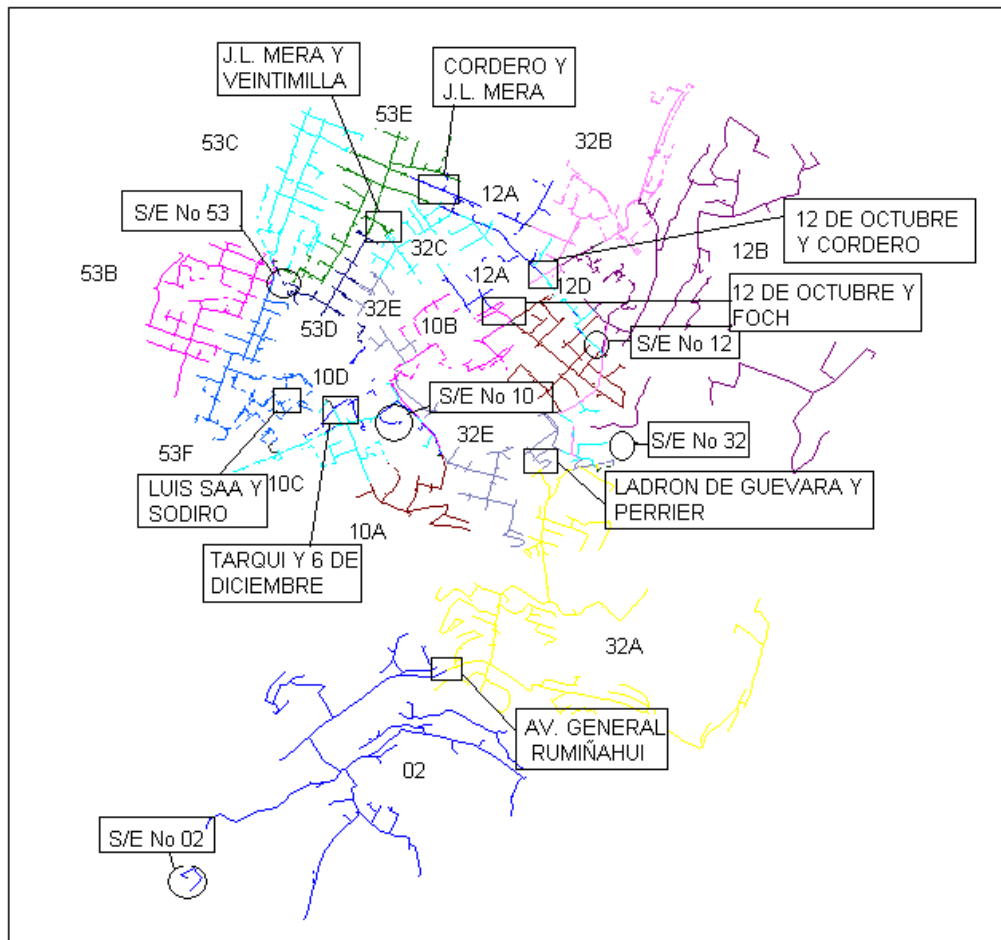


Figura N° 4.4. Segunda reconfiguración planteada

Planteada la segunda reconfiguración con estos cambios se realiza el flujo de carga correspondiente y realizando los cálculos de energía para una semana representativa se obtiene los resultados presentados en la tabla No 18.

NOMBRE S/E	PRIMARIO	MÁXIMA CAÍDA DE VOLTAJE	MÁXIMA CAÍDA DE VOLTAJE	VOLTAJE EN PUNTO DE MÁXIMA CAÍDA DE VOLTAJE (pu)	VOLTAJE EN PUNTO DE MÁXIMA CAÍDA DE VOLTAJE (pu)	CORRIENTE A DEMANDA MÁXIMA (A)	CORRIENTE A DEMANDA MÁXIMA (A)	PERDIDAS EN PRIMARIO A DEMANDA MÁXIMA (KW)	PERDIDAS EN PRIMARIO A DEMANDA MÁXIMA (KW)	CARGABILIDAD MÁXIMA (%)	CARGABILIDAD MÁXIMA (%)	PERDIDAS DE ENERGÍA EN PRIMARIO (Kwh/año)	PERDIDAS DE ENERGÍA EN PRIMARIO (Kwh/año)
LULUNCOTO	2D	6,28	2,20	0,9202	0,9780	284,85	186,59	116,28	63,40	145,50	94,00	628 076,65	342 433,57
EL DORADO	10A	1,10	0,50	0,9840	0,9950	66,12	66,12	2,15	2,15	20,10	20,10	7 706,87	7 706,87
EL DORADO	10B	1,20	1,70	0,9760	0,9830	122,17	125,04	6,52	8,10	32,97	35,19	22 520,52	27 977,95
EL DORADO	10C	6,70	3,60	0,9180	0,9640	298,36	273,53	123,60	16,53	125,0	80,0	449 985,08	60 169,12
EL DORADO	10D	1,30	1,31	0,9743	0,9869	87,31	83,26	3,00	2,95	18,31	18,11	12 330,58	12 125,07
LA FLORESTA	12A	7,10	2,61	0,9230	0,9739	369,65	289,03	140,30	37,59	194,73	87,0	628 274,64	168 318,80
LA FLORESTA	12B	0,70	6,20	0,9860	0,9380	348,31	357,52	75,03	83,15	85,34	87,77	349 790,60	387 651,29
LA FLORESTA	12D	1,20	3,80	0,9860	0,9620	61,26	218,13	2,05	49,99	14,89	54,53	7 368,16	179 763,04
SAN PABLO	32A	3,70	3,34	0,9700	0,9666	236,80	244,93	54,47	67,27	102,8	76,8	170 822,28	210 964,10
SAN PABLO	32B	2,40	4,90	0,9680	0,9510	309,33	431,01	93,40	158,23	93,16	109,43	339 282,74	574 813,51
SAN PABLO	32C	3,80	4,30	0,9530	0,9570	169,32	174,76	33,77	38,36	57,58	57,71	155 988,63	177 190,52
SAN PABLO	32E	0,90	7,00	0,9820	0,9300	420,12	411,58	207,41	159,42	82,08	82,64	809 434,12	622 145,40
PÉREZ GUERRERO	53B	0,90	0,90	0,9823	0,9910	73,44	73,44	1,47	1,47	25,8	25,8	4 817,36	4 817,36
PÉREZ GUERRERO	53C	1,50	1,50	0,9710	0,9850	218,34	218,34	15,29	15,29	52,2	52,2	48 071,21	48 071,21
PÉREZ GUERRERO	53D	1,70	1,40	0,9656	0,9860	324,29	325,57	25,07	22,44	97,57	92,32	73 822,18	66 088,31
PÉREZ GUERRERO	53E	2,20	2,10	0,9590	0,9790	215,75	218,57	23,74	22,59	48,14	47,51	75 437,49	71 774,12
PÉREZ GUERRERO	53F	2,40	2,50	0,9680	0,9750	308,51	466,51	38,81	36,26	66,08	71,23	107 228,30	100 191,19
TOTAL								962,35	785,18			3 890 957,42	3 062 201,43
AHORRO									177,17				828 755,98

PRIMARIOS ORIGINALES
PRIMARIOS RECONFIGURADOS

Tabla N ° 4.18. Resumen de la Segunda Reconfiguración Planteada

4.8.3. Análisis De Reconfiguraciones

Al analizar los resultados presentados en las tablas No. 4.17 y No. 4.18 que resume los resultados de las acciones de reconfiguración planteadas con el fin de reducir y mejorar las pérdidas de los primarios de las subestaciones en estudio, se puede apreciar que la primera reconfiguración cumple con el propósito fijado ya que además de reducir las pérdidas en los conductores primarios de 962,35 Kw. a un valor de 657,50 Kw., lo que significa en pérdidas de energía que se redujo de 3 890,96 MWH/año a 2 610,35 MWH/año es decir el 32,91 % menos, me mejoró el funcionamiento del sistema bajando las caídas de voltaje en primarios que estaban con caídas de voltaje por sobre lo que indica las normas de la Empresa Eléctrica Quito S.A. que son del 3,5 % (apartado 4.1), y la cargabilidad de los conductores se encuentran bajo el 80% recomendado. Tomando en cuenta que un plan viable de distribución no solo debe suministrar un buen ahorro económico, sino también satisfacer normas y criterios relacionados con los equipos, cargas y funcionamiento del sistema. Estas normas y criterios son aplicados en el proceso de planeamiento, entre los criterios tradicionales están los niveles de voltaje. Los mismos que definen los límites dentro de los cuales se mantendrán los voltajes de operación en condiciones normales para asumir las necesidades eléctricas de los consumidores de una manera satisfactoria. Por el contrario los criterios de cargabilidad son para especificar que el pico de la carga se encuentre cercano a los niveles óptimos de carga para reducir los costos de pérdidas²⁴. En cuanto a la cargabilidad de los conductores la estrategia operativa debería ser, que las redes de distribución operen cerca de un nivel óptimo de carga para lograr mayor beneficio en la inversión, un valor recomendado es del 80%.

En los resultados de la segunda reconfiguración se puede apreciar que la reducción de las pérdidas en conductores primarios es de 962,35 Kw. a 785,18 Kw., lo que significa en términos de energía de 3 890,96 MWH/año a 3 062,20 MWH/año es decir una reducción del 21,29 %. Las caídas de voltaje en algunos primarios tienen valores por encima de los que indica las normas de la Empresa Eléctrica Quito S.A.,

²⁴ RIOFRÍO, Carlos, "Proyecto De Control y Reducción De Pérdidas". EMELMANABI, EPN, Quito, 1998.

es decir el 3,5 % y la cargabilidad de los conductores están por encima del 80 % recomendado.

Luego de realizar varias alternativas de reconfiguración, se determina que la implementación de la solución planteada con la primera reconfiguración en el presente estudio permite la reducción aceptable para la Empresa Distribuidora; en base a la utilización eficiente y planificación de sus recursos, permitiendo una mejor operación del sistema de distribución, por tanto será esta la que en el próximo capítulo se analizará desde el punto de vista económico a fin de determinar si es rentable o no en el corto plazo.