ORGANISMO COORDINADOR DEL SISTEMA ELÉCTRICO NACIONAL INTERCONECTADO

GERENCIA DE OPERACIONES

ESTUDIO DE INSTALACIÓN DE 60 MVAr EN LA RED DE TRANSMISIÓN DEL SENI

OCTUBRE 2009

TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO **1**

1 RESUMEN EJECUTIVO **3**

2 INTRODUCCIÓN **6**

3 OBJETIVO **6**

4 CONSIDERACIONES **7**

5 METODOLOGÍA DEL ESTUDIO **7**

6 CASOS ESTUDIADOS **8**

1. ESCENARIO 1: DEMANDA MEDIA 1492 MW, TOPOLOGÍA ACTUAL 8
2. ESCENARIO 2: DEMANDA MEDIA 1492 MW, TOPOLOGÍA ACTUAL 8
3. ESCENARIO 3: DEMANDA MEDIA 1492 MW, TOPOLOGÍA ACTUAL 9
4. ESCENARIO 4: DEMANDA MEDIA 1492 MW, TOPOLOGÍA ACTUAL 9
5. ESCENARIO 5: DEMANDA MEDIA 1736 MW, TOPOLOGÍA DEL SISTEMA PARA EL 2010 9
6. ESCENARIO 6: DEMANDA MEDIA 1736 MW, TOPOLOGÍA DEL SISTEMA PARA EL 2010 9
7. ESCENARIO 7: DEMANDA MEDIA 1736 MW, TOPOLOGÍA DEL SISTEMA PARA EL 2010 9

7 RESULTADOS **11**

8 RESUMEN DE RESULTADOS **12**

8.1 CASO 1 - TOPOLOGÍA ACTUAL CON SAN FELIPE 12
8.2 CASO 2 – TOPOLOGÍA ACTUAL SIN SAN FELIPE 16
8.3 CASO 3 – CONFIGURACIÓN 1 CON SAN FELIPE 20
8.4 CASO 4 – CONFIGURACIÓN 1 SIN SAN FELIPE 24
8.5 CASO 5 – CONFIGURACIÓN 2 – CON SAN FELIPE 28
8.6 CASO 6 – CONFIGURACIÓN 2 – SIN SAN FELIPE 33
8.7 CASO 7 – CONFIGURACIÓN 3 – CON SAN FELIPE 38
8.8 CASO 8 – CONFIGURACIÓN 3 – SIN SAN FELIPE 43
8.9 CASO 9 – CONFIGURACIÓN 1 – RED 2010 CON Y SIN SAN FELIPE 48
8.10 CASO 10 – CONFIGURACIÓN 2 – RED 2010 CON Y SIN SAN FELIPE 52
8.11 CASO 11 – CONFIGURACIÓN 3 – RED 2010 CON Y SIN SAN FELIPE 58

9 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 64

1 RESUMEN EJECUTIVO

En este estudio se presentan las condiciones operativas del Sistema Eléctrico Nacional Interconectado (SENI) con la entrada en servicio de dos bancos de capacitores, uno de 40 MVAr y otro de 20 MVAr, los cuales serán instalados por la Empresa de Transmisión Eléctrica Dominicana (ETED) en los niveles de tensión de 69 kV.

Con base en las informaciones obtenidas por ETED, las subestaciones con espacio físico disponible en la zona de Santo Domingo y Santiago para la instalación en 69 kV de estos 60 MVAr son Herrera Nueva, Metropolitano, Arroyo Hondo y Puerto Plata II. Además se consideraron Canabacoa y Haina como subestaciones en las cuales se puede hacer un arreglo de configuración en las instalaciones existentes.

En el estudio se hizo un análisis para un escenario de demanda media con 1492 MW con la topología actual de la red y se modelaron ocho (8) casos con las configuraciones de instalación de los bancos de capacitores en las subestaciones mencionadas. Además, se hizo un análisis para un escenario de demanda media con 1736 MW para la topología futura del SENI, la cual considera la instalación de las líneas a 345 kV, utilizadas en un nivel de tensión de 138 kV.

De los resultados obtenidos se concluye que la mejor ubicación de los 60 MVAr disponibles se obtiene con la instalación del banco de capacitores de 40 MVAr en la subestación Puerto Plata II y el banco de 20 MVAr restante instalado en la zona de Santo Domingo en la subestación Metropolitano. Esta configuración presenta los mejores perfiles de voltaje tanto para la topología actual como futura 2010, permitiendo la no utilización de la central San Felipe para soporte de tensión.

Con el objetivo de utilizar al máximo la capacidad de los bancos instalados y tener mejores condiciones de voltajes en la red a 138 kV de la zona de Santiago, se recomienda el cambio de la posición del tap del autotransformador de Canabacoa a la posición 17.

Con el cambio de la posición del tap del autotransformador de Canabacoa los perfiles de voltajes en la red a 69 kV descienden un poco, pero nunca por debajo del límite inferior permitido por las normas.

En el caso 7 en el cual se considera la central San Felipe en operación y esta configuración de ubicación de los bancos de capacitores se presentan sobre voltajes tanto en la red a 138 kV como en la red a 69 kV por lo que se recomienda abrir los bancos de capacitores de la subestación Zona Franca Santiago.

En el caso 8 en el que se considera la configuración de ubicación de los bancos de capacitores recomendada y la central San Felipe fuera de operación los perfiles de voltajes permanecen en niveles cercanos a los 0.95 p.u., por lo que decimos que la operación de la zona norte sin la central San Felipe estará condicionada a las condiciones de los flujos en las líneas Palamara – Bonao II y Bonao II – Canabacoa y ya no dependerá de la combinación de problemas de voltaje y flujos.

Con la instalación de estos 60 MVAr al SENI, 20 MVAr en la zona de Santo Domingo y 40 MVAr en la zona norte, se obtiene una mejora sustancial en las condiciones de voltaje en estado estacionario. Para la zona norte se tuvieron incrementos de voltaje en la red de 138 kV, de hasta 4.5 kV en Puerto Plata II, 2.5 kV en Canabacoa y 3 kV en Zona Franca

Para el área de Santo Domingo se obtuvieron incremento hasta de 2.29 kV, pero para la mayoría de subestaciones fue cerca de 1.96 kV.

En el caso 11 (futuro) donde se consideró la entrada en servicio de las líneas Itabo – Canabacoa y Palamara – Canabacoa (línea 345 kV usada a 138 kV), los perfiles de voltajes de la zona norte mejoran considerablemente. Con estos nuevos enlaces mejora bastante la estabilidad de la zona norte y desaparece el problema de intercambio con la zona norte.

Para el caso donde se consideró esta configuración de la red, la instalación de los bancos de capacitores y la central San Felipe fuera de operación los perfiles de voltajes de toda la zona norte estuvieron por encima de 0.95 p.u., por lo que decimos que la zona norte puede operar sin San Felipe.

Es importante aclarar que el problema de la deficiencia de compensación de potencia reactiva no se soluciona con la instalación de los bancos de capacitores analizados en este estudio, ya que todavía se observan varias subestaciones de las zonas analizadas con problemas de bajo voltaje, específicamente en la red a 138 kV. El Organismo Coordinador tiene en carpeta realizar un estudio de actualización de las necesidades de compensación reactiva a nivel de generación, distribución y transporte, que considere los cambios realizados en la topología del SENI.

2 INTRODUCCIÓN

Basados en el estudio "Requerimientos de Compensación de Potencia Reactiva para el Sistema Eléctrico Nacional Interconectado de la República Dominicana", el cual arrojó como resultado la instalación de 80 MVAr para el área de Santo Domingo y 110 MVAr en la zona norte a nivel del sistema de Transmisión, la empresa de Transmisión Eléctrica Dominicana (ETED) solicitó al Organismo Coordinador determinar mediante estudios la mejor ubicación en el SENI para instalar 60 MVAr que dicha empresa tiene disponibles.

La ETED teniendo en cuenta la crítica situación de bajos voltajes en las aéreas de Santo Domingo y Santiago, ha solicitado determinar las condiciones operativas del SENI con la instalación de los bancos de condensadores, uno de 20 MVAr y otro de 40 MVAr, específicamente en la red a 69 kV, por tal razón se hace necesario realizar una evaluación del impacto de la ubicación de estos 60 MVAr por el efecto directo en los perfiles de voltajes y por las limitaciones de espacio en las subestaciones ubicadas en la zona de Santo Domingo y Santiago.

3 OBJETIVO

El objetivo de este estudio es determinar la ubicación y las condiciones operativas del Sistema Eléctrico Nacional Interconectado (SENI) al instalar 60 MVAr en bancos de capacitores a nivel de 69 kV en las zonas de Santo Domingo y Santiago. La instalación será realizada por la Empresa de Transmisión Eléctrica Dominicana (ETED).

4 CONSIDERACIONES

- El estudio consideró un escenario de demanda media (11:00) con 1492 MW y la topología actual del SENI y otro escenario de demanda media con 1736 MW para la topología futura del SENI, la cual considera la instalación de las líneas a 345 kV, usadas a 138 kV.
- En la Configuración 1, se consideró la sustitución del banco de capacitores de 20 MVAr instalado en la subestación Canabacoa 69 kV por uno de 40 MVAr, de modo que se tendrían dos bancos de 20 MVAr disponibles para instalar uno en Herrera Nueva y el otro en Metropolitano.
- En la Configuración 2, se consideró la sustitución del banco de capacitores de 20 MVAr instalado en la subestación Haina 69 kV por uno de 40 MVAr, de modo que se tendrían dos bancos de 20 MVAr disponibles para instalar uno en Puerto Plata II y el otro en Metropolitano.
- En la Configuración 3, se consideró la instalación de un banco de 40 MVAr en Puerto Plata II y otro de 20 MVAr en Metropolitano
- Para cada caso se analiza el cambio de la posición del tap del transformador 138/69 kV de Canabacoa (tap 24 actual), con el objetivo de ver que tanto mejoran los perfiles de voltajes en la red a 138 kV en la zona de Santiago.

5 METODOLOGÍA DEL ESTUDIO

En el estudio se utilizó la configuración actual del SENI para una condición de demanda media actual y futura y se realizaron análisis de Flujo de Carga para evaluar el comportamiento del sistema incluyendo la puesta en servicio de los condensadores.

Los estudios se realizaron con el paquete de programas de la empresa DIgSILENT GmbH, "DIgSILENT Power Factory ver. 13.2.337" el cual incluye análisis, simulación y optimización de los sistemas eléctricos de potencia, diseñado para realizar estudios detallados del comportamiento de los sistemas de transmisión, generación y control dinámico.

Por la necesidad de espaciamiento en las subestaciones para la instalación de los bancos de capacitores se le comunicó a la ETED que nos informará de las subestaciones que cuentan con espacio disponible. Para el área de Santo Domingo la ETED propuso las subestaciones Metropolitano, Herrera Nueva y Arroyo Hondo a 69 kV y para la zona norte la subestación Puerto Plata II. Las subestaciones Haina y Canabacoa se consideraron como subestaciones en las cuales se puede hacer un arreglo de configuración en las instalaciones existentes.

Para cada caso se evalúan las variaciones de voltaje en las subestaciones de 69 kV y 138 kV de la zona de Santo Domingo y Santiago y también se hacen comparaciones entre estas variaciones de voltaje considerando el cambio de posición del tap del autotransformador de la subestación Canabacoa (tap 24 actual).

6 CASOS ESTUDIADOS

Los casos estudiados son:

1. **ESCENARIO 1: Demanda media 1492 MW, Topología actual**

   CASO 1. Sin los bancos de capacitores, haciendo el cambio de TAP en Canabacoa y San Felipe en operación.

   CASO 2. Sin los bancos de capacitores, haciendo el cambio de TAP en Canabacoa y San Felipe fuera de fuera de operación.

2. **ESCENARIO 2: Demanda media 1492 MW, Topología actual**

   - **Configuración 1:** 20 MVAr en Canabacoa, 20 MVAr en Herrera Nueva, 20 MVAr en Metropolitano

     CASO 3. Con la central San Felipe en operación.

     CASO 4. Con la central San Felipe fuera de servicio.

3. **ESCENARIO 3: Demanda media 1492 MW, Topología actual**
    - **Configuración 2:** 20 MVAr en Haina, 20 MVAr en Puerto Plata II y 20 MVAr en Metropolitano

      CASO 5. Con la central San Felipe en operación.

      CASO 6. Con la central San Felipe fuera de servicio.

4. **ESCENARIO 4: Demanda media 1492 MW, Topología actual**
    - **Configuración 3:** 40 MVAr en Puerto Plata II, 20 MVAr en Metropolitano

      CASO 7. Con la central San Felipe en operación.

      CASO 8. Con la central San Felipe fuera de servicio.

5. **ESCENARIO 5: Demanda media 1736 MW, Topología del sistema para el 2010**
    - **Configuración 1:** 20 MVAr en Canabacoa, 20 MVAr en Herrera Nueva, 20 MVAr en Metropolitano

      CASO 9. Con la central San Felipe en operación y fuera de servicio.

6. **ESCENARIO 6: Demanda media 1736 MW, Topología del sistema para el 2010**
    - **Configuración 2:** 20 MVAr en Haina, 20 MVAr en Puerto Plata II y 20 MVAr en Metropolitano

      CASO 10. Con la central San Felipe en operación y fuera de servicio.

7. **ESCENARIO 7: Demanda media 1736 MW, Topología del sistema para el 2010**
    - **Configuración 3:** 40 MVAr en Puerto Plata II, 20 MVAr en Metropolitano

      CASO 11. Con la central San Felipe en operación y fuera de servicio.

RESUMEN DE CASOS ESTUDIADOS				
ESCENARIOS ESTUDIADOS		**DEMANDA (MW)**	**TOPOLOGIA**	**CONFIGURACION**
ESCENARIO 1	**CASO 1 Con GSF**	1492	ACTUAL	N/A
	CASO 2 Sin GSF	1492	ACTUAL	N/A
ESCENARIO 2	**CASO 3 Con GSF**	1492	ACTUAL	1
	CASO 4 Sin GSF	1492	ACTUAL	1
ESCENARIO 3	**CASO 5 Con GSF**	1492	ACTUAL	2
	CASO 6 Sin GSF	1492	ACTUAL	2
ESCENARIO 4	**CASO 7 Con GSF**	1492	ACTUAL	3
	CASO 8 Sin GSF	1492	ACTUAL	3
ESCENARIO 5	**CASO 9 Con y Sin GSF**	1736	FUTURO Red 2010	1
ESCENARIO 6	**CASO 10 Con y Sin GSF**	1736	FUTURO Red 2010	2
ESCENARIO 7	**CASO 11 Con y Sin GSF**	1736	FUTURO Red 2010	3

* Configuración 1: 20 Mvar en Canabacoa, 20 Mvar en Herrera Nueva y 20 Mvar en Metropolitano a 69 kV.
* Configuración 2: 20 Mvar en Haina, 20 Mvar en Puerto Plata II y 20 Mvar en Metropolitano a 69 kV.
* Configuración 3: 40 Mvar en Puerto Plata II y 20 Mvar en Metropolitano a 69 kV.
* GSF: Generadora San Felipe

7 RESULTADOS

Los resultados de las simulaciones para demanda media del sistema están presentados en los anexos;

En el anexo 1, se presenta los resultados para el caso 1.

En el anexo 2, los resultados para el caso 2.

En el anexo 3, los resultados para el caso 3.

En el anexo 4, los resultados para el caso 4.

En el anexo 5, los resultados para el caso 5.

En el anexo 7, los resultados para el caso 7.

En el anexo 8, los resultados para el caso 8.

En el anexo 9, los resultados para el caso 9.

En el anexo 10, los resultados para el caso 10.

En el anexo 11, los resultados para el caso 11.

8 RESUMEN DE RESULTADOS

En la tabla 1 se presenta los voltajes obtenidos en las diferentes subestaciones de la zona de Santiago con respecto al cambio de tap del autotransformador de Canabacoa.

8.1 Caso 1 - Topología Actual con San Felipe.

SUBESTACION	Volt. Nom.	Tap 24		Tap 22		Tap 20		Tap 17	
		kV	p.u.	kV	p.u.	kV	p.u.	kV	p.u.
PUERTO PLATA 2 69	69	71.02	1.03	71.10	1.03	71.17	1.03	71.26	1.03
PUERTO PLATA 69 B	69	70.87	1.03	70.93	1.03	70.97	1.03	71.03	1.03
ZF SANTIAGO 69	69	70.34	1.02	70.52	1.02	70.69	1.02	70.92	1.03
LA VEGA	69	70.04	1.02	69.81	1.01	69.57	1.01	69.22	1.00
PLAYA DORADA	69	69.90	1.01	69.88	1.01	69.86	1.01	69.82	1.01
CANABACOA 69	69	69.78	1.01	69.19	1.00	68.60	0.99	67.72	0.98
MOCA	69	69.48	1.01	69.03	1.00	68.58	0.99	67.91	0.98
DON PEDRO	69	69.33	1.00	68.80	1.00	68.28	0.99	67.49	0.98
JBS INDUSTRIAL PARK	69	69.17	1.00	68.57	0.99	67.98	0.99	67.09	0.97
NAVARRETE	69	68.86	1.00	69.01	1.00	69.16	1.00	69.35	1.01
ZF ESPERANZA	69	67.88	0.98	68.03	0.99	68.18	0.99	68.38	0.99
PUERTO PLATA 138	138	138.21	1.00	138.43	1.00	138.64	1.00	138.92	1.01
NAGUA 2 138	138	135.79	0.98	135.99	0.99	136.16	0.99	136.39	0.99
SAMANA	138	135.53	0.98	135.72	0.98	135.90	0.98	136.13	0.99
NAVARRETE 2	138	134.90	0.98	135.22	0.98	135.52	0.98	135.93	0.99
MONTECRISTI	138	134.17	0.97	134.50	0.97	134.81	0.98	135.24	0.98
ZF SANTIAGO 138	138	133.52	0.97	133.87	0.97	134.20	0.97	134.66	0.98
SFM 138	138	133.11	0.96	133.30	0.97	133.47	0.97	133.69	0.97
LA GALLERA	138	133.02	0.96	133.39	0.97	133.73	0.97	134.22	0.97
CANABACOA 138	138	132.91	0.96	133.31	0.97	133.68	0.97	134.20	0.97
MOCA 138	138	132.61	0.96	132.93	0.96	133.23	0.97	133.63	0.97
NIBAJE 138	138	132.60	0.96	132.98	0.96	133.33	0.97	133.82	0.97

Tabla 1. Perfiles de Voltajes Zona Norte – Caso 1.

En las figuras 1 y 2 se resumen los resultados obtenidos para la zona norte. En la figura 1 se puede observar la disminución de los voltajes en las diferentes subestaciones a 69 kV al ir cambiando la posición del tap del autotransformador de Canabacoa, mientras que en la figura 2 se tiene el efecto contrario en las subestaciones a 138 kV.

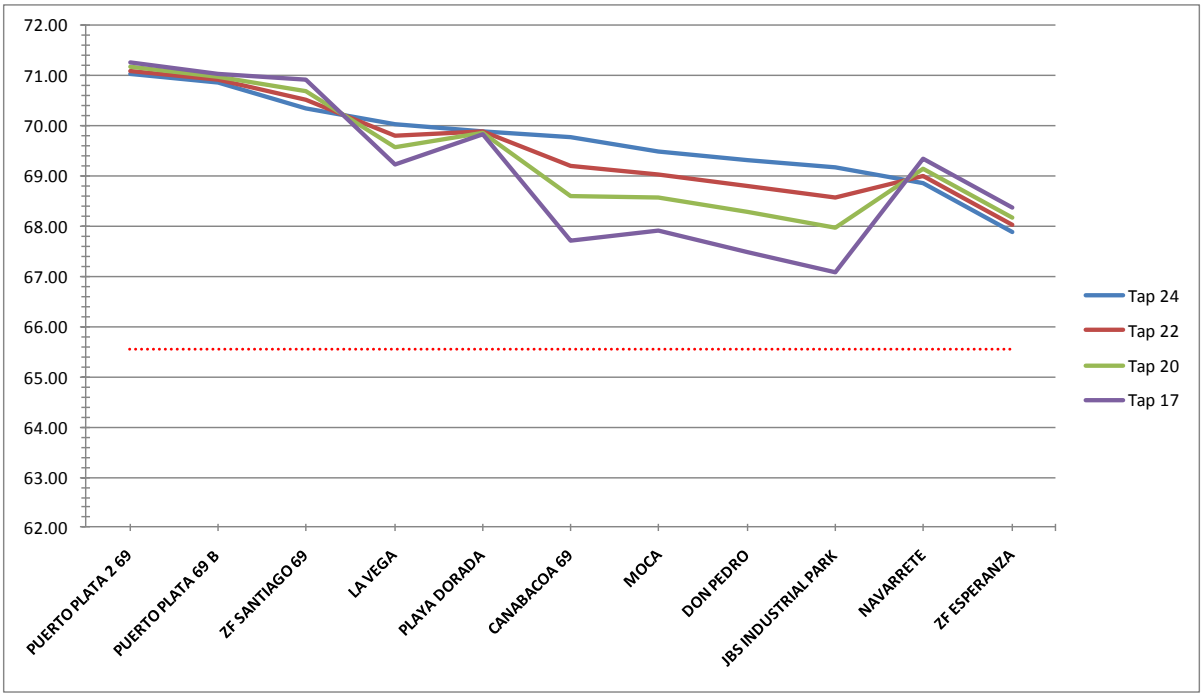

Figura 1. Perfiles de Voltajes en S/E a 69 kV de la Zona Norte Según el Cambio de la Posición del Tap del Autotransformador de Canabacoa – Caso 1.

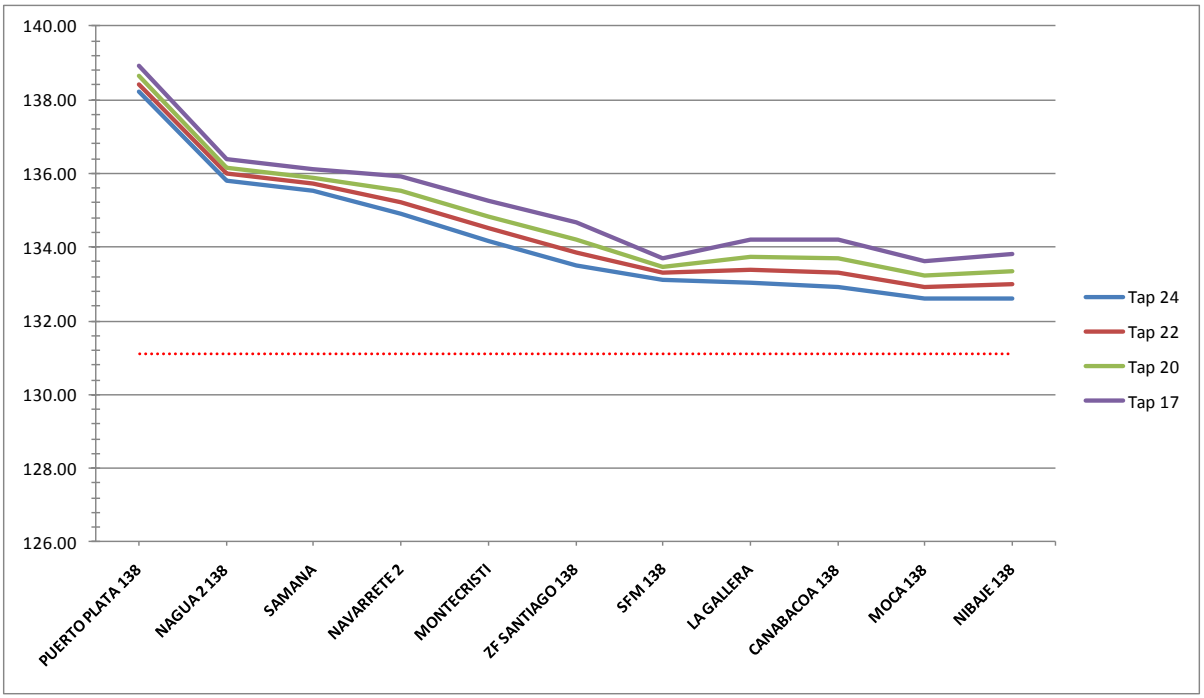

Figura 2. Perfiles de Voltajes en S/E a 138 kV de la Zona Norte Según el Cambio de la Posición del Tap del Autotransformador de Canabacoa – Caso 1.

En la tabla 2 se muestra como el estado de los flujos de potencia en las líneas Palamara – Bonao II y Bonao II – Canabacoa.

Flujos en las Líneas					
Líneas	**S**	**P**	**Q**	**FP**	**%**
Palamara - Bonao II	22.29	16.75	-14.69	0.75	27.86
Bonao II - Canabacoa	39.95	38.95	-0.87	0.98	49.94

Tabla 2. Flujos en Líneas Palamara – Bonao II y Bonao II - Canabacoa – Caso 1.

En la tabla 3 se muestra como estaban los perfiles de voltajes en algunas de las subestaciones de la zona de Santo Domingo.

SUBESTACION	Volt. Nom.	CASO ACTUAL + GSF	
		kV	p.u.
LISTIN DIARIO	69	64.67	0.94
METROPOLITANO	69	64.70	0.94
HERRERA	69	65.07	0.94
INTERQUIMICA	69	65.22	0.95
PIISA	69	65.31	0.95
MULTIQUIMICA	69	65.35	0.95
REFINERIA DE PETROLEO	69	65.40	0.95
KILOMETRO 10.5 B	69	65.49	0.95
HAINA 69	69	65.80	0.95
PARAISO	138	129.49	0.94
METROPOLITANO 138	138	129.52	0.94
CNP 138	138	129.71	0.94
EMBAJADOR	138	129.95	0.94
UASD 138	138	129.95	0.94
LOS PRADOS	138	130.08	0.94
MATADERO 138	138	130.16	0.94
METALDOM 138	138	130.18	0.94
HERRERA 138	138	130.47	0.95
HAINA 138	138	131.09	0.95
ITABO	138	131.39	0.95
PALAMARA 138	138	131.54	0.95

Tabla 3. Perfiles de Voltajes Zona Santo Domingo – Caso 1.

En la figura 3 se muestran los perfiles de voltajes en algunas de las subestaciones de la zona de Santo Domingo.

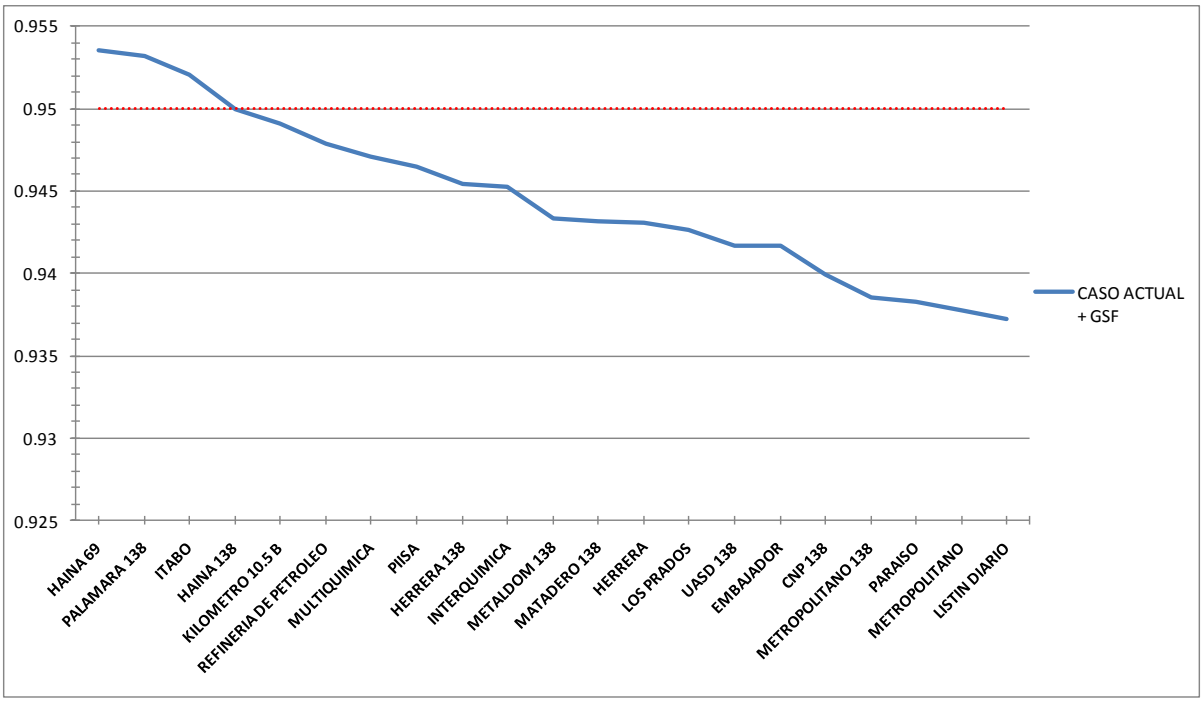

Figura 3. Perfiles de Voltajes Zona Santo Domingo – Caso 1.

8.2 Caso 2 – Topología Actual Sin San Felipe

SUBESTACION	Volt. Nom.	Tap 24		Tap 22		Tap 20		Tap 17	
		kV	p.u.	kV	p.u.	kV	p.u.	kV	p.u.
LA VEGA	69	69.35	1.01	69.18	1.00	69.01	1.00	68.76	1.00
MOCA	69	68.05	0.99	67.65	0.98	67.25	0.97	66.66	0.97
CANABACOA 69	69	67.76	0.98	67.20	0.97	66.64	0.97	65.81	0.95
PUERTO PLATA 69 B	69	67.37	0.98	67.43	0.98	67.48	0.98	67.54	0.98
ZF SANTIAGO 69	69	67.17	0.97	67.35	0.98	67.51	0.98	67.74	0.98
PUERTO PLATA 2 69	69	67.14	0.97	67.21	0.97	67.29	0.98	67.38	0.98
JBS INDUSTRIAL PARK	69	67.13	0.97	66.57	0.96	66.00	0.96	65.16	0.94
DON PEDRO	69	67.11	0.97	66.61	0.97	66.11	0.96	65.37	0.95
PLAYA DORADA	69	66.38	0.96	66.37	0.96	66.36	0.96	66.33	0.96
NAVARRETE	69	65.43	0.95	65.58	0.95	65.72	0.95	65.91	0.96
ZF ESPERANZA	69	64.39	0.93	64.55	0.94	64.69	0.94	64.89	0.94
NAGUA 2 138	138	130.85	0.95	130.93	0.95	131.00	0.95	131.11	0.95
SAMANA	138	130.54	0.95	130.62	0.95	130.70	0.95	130.80	0.95
SFM 138	138	128.76	0.93	128.89	0.93	129.01	0.93	129.18	0.94
PUERTO PLATA 138	138	128.60	0.93	128.82	0.93	129.02	0.93	129.31	0.94
CANABACOA 138	138	128.57	0.93	128.95	0.93	129.31	0.94	129.81	0.94
MONTECRISTI	138	128.40	0.93	128.72	0.93	129.02	0.93	129.44	0.94
NAVARRETE 2	138	128.36	0.93	128.67	0.93	128.96	0.93	129.38	0.94
MOCA 138	138	128.24	0.93	128.53	0.93	128.80	0.93	129.18	0.94
LA GALLERA	138	127.75	0.93	128.11	0.93	128.45	0.93	128.93	0.93
ZF SANTIAGO 138	138	127.75	0.93	128.09	0.93	128.42	0.93	128.87	0.93
NIBAJE 138	138	127.53	0.92	127.89	0.93	128.24	0.93	128.72	0.93

Tabla 4. Perfiles de Voltajes Zona Norte – Caso 2.

En la figura 4 se observa que sin la central San Felipe en operación, los perfiles de voltajes en la red en 69 kV se mantienen dentro de los rangos permitidos por las normas (+ /- 5%), mientras que los perfiles de voltajes en la red a 138 kV de la zona de Santiago – Puerto Plata y en la zona noroeste estuvieron por debajo del límite inferior permitido por las normas.

En la figura 5 se presenta la variación de los perfiles de voltajes de algunas de las subestaciones de la zona norte con respecto al cambio de la posición del tap del autotransformador de Canabacoa.

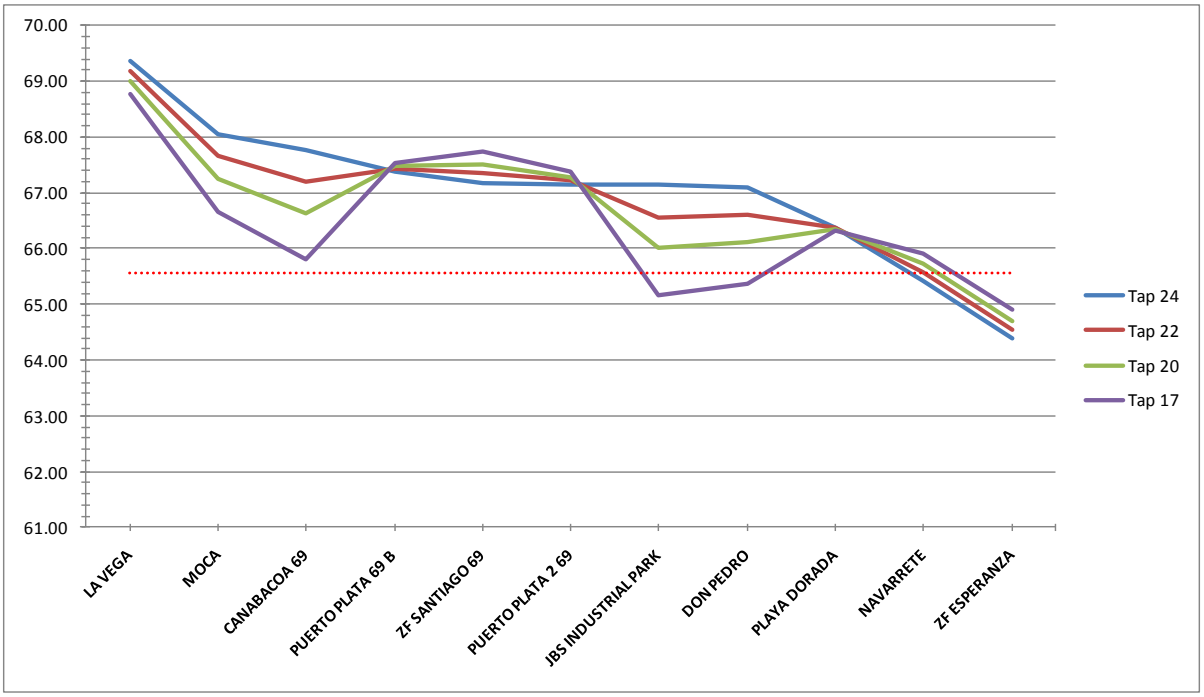

Figura 4. Perfiles de Voltajes en S/E a 69 kV de la Zona Norte Según el Cambio de la Posición del Tap del Autotransformador de Canabacoa – Caso 2.

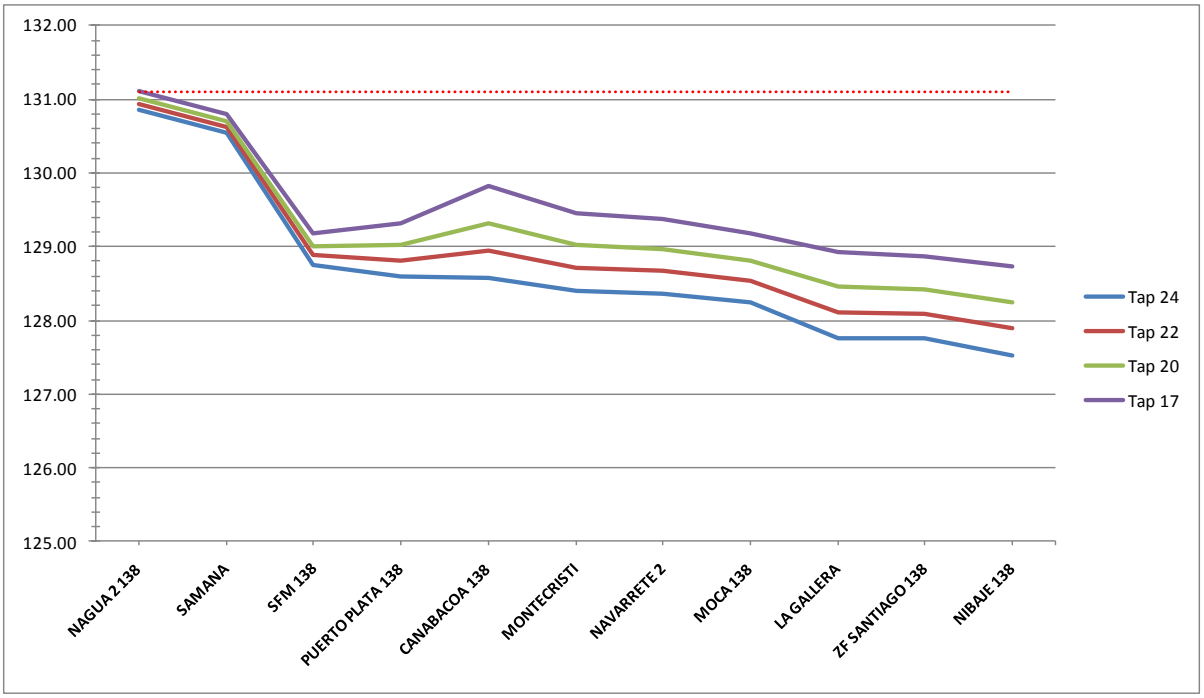

Figura 5. Perfiles de Voltajes en S/E a 138 kV de la Zona Norte Según el Cambio de la Posición del Tap del Autotransformador de Canabacoa – Caso 2.

En la tabla 5 se muestra el estado de los flujos de potencia en las líneas Palamara – Bonao II y Bonao II – Canabacoa.

Flujos en las Líneas					
Líneas	**S**	**P**	**Q**	**FP**	**%**
Palamara - Bonao II	59.38	57.32	-15.53	0.97	74.23
Bonao II - Canabacoa	71.45	71.41	-2.60	1.00	89.31

Tabla 5. Flujos en Líneas Palamara – Bonao II y Bonao II - Canabacoa – Caso 2.

De los resultados obtenidos se puede concluir que sin la central San Felipe en servicio, la operación de la zona norte se ve muy afectada, ya que los perfiles de voltajes descienden bastante en las barras de 138 kV, alcanzando valores de 127.53 kV (0.924 p.u.) y los flujos en las líneas Bonao II – Canabacoa están cerca del límite operativo.

En la tabla 6 se muestra los perfiles de voltajes de algunas de las subestaciones de la zona de Santo Domingo.

SUBESTACION	**Volt. Nom.**	**CASO ACTUAL SIN GSF**	
		kV	**p.u.**
HAINA 69	69	66.59	0.97
KILOMETRO 10.5 B	69	66.29	0.96
REFINERIA DE PETROLEO	69	66.20	0.96
MULTIQUIMICA	69	66.15	0.96
HERRERA	69	66.14	0.96
PIISA	69	66.11	0.96
METROPOLITANO	69	66.10	0.96
LISTIN DIARIO	69	66.06	0.96
INTERQUIMICA	69	66.03	0.96
ITABO	138	132.12	0.96
HAINA 138	138	131.94	0.96
PALAMARA 138	138	131.59	0.95
HERRERA 138	138	131.35	0.95
METALDOM 138	138	131.28	0.95
UASD 138	138	131.12	0.95
LOS PRADOS	138	131.04	0.95
EMBAJADOR	138	130.99	0.95
CNP 138	138	130.97	0.95
METROPOLITANO 138	138	130.85	0.95
PARAISO	138	130.82	0.95

Tabla 6. Perfiles de Voltajes Zona Santo Domingo – Caso 2.

En la figura 6 se presenta los perfiles de voltaje en p.u. de algunas subestaciones a 69 kV y a 138 kV del área de Santo Domingo; se puede apreciar que los perfiles de voltajes en las subestaciones a 69 kV se mantienen por encima de 0.95 p.u. y que en las subestaciones a 138 kV los voltajes oscilaron alrededor de 0.95 p.u.

En este caso se disponía de más generación en la zona de Santo Domingo y por tal razón los perfiles de voltajes se mantienen en niveles superiores que en el caso 1.

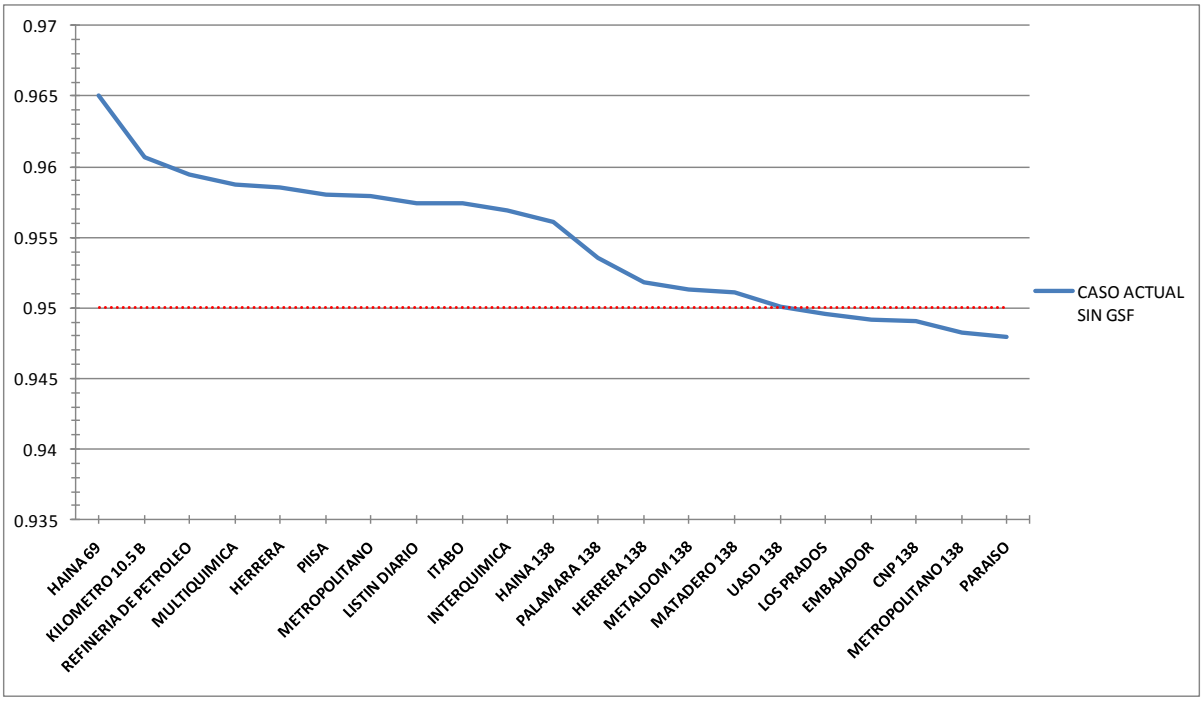

Figura 6. Perfiles de Voltajes Zona Santo Domingo 138 kV – Caso 2.

8.3 Caso 3 – Configuración 1 con San Felipe

En este caso se consideró la central San Felipe en operación, la sustitución del banco de 20 MVAr de la subestación Canabacoa 69 kV por uno de 40 MVAr, la instalación de un banco de 20 MVAr en la subestación de Herrera Nueva 69 kV y otro de 20 MVAr en la subestación Metropolitano 69 kV.

En la siguiente tabla se muestra los perfiles de voltajes de algunas subestaciones de la zona norte.

SUBESTACION	Volt. Nom.	Tap 24		Tap 22		Tap 20		Tap 17	
		kV	p.u.	kV	p.u.	kV	p.u.	kV	p.u.
PUERTO PLATA 2 69	69	72.47	1.05	72.54	1.05	72.60	1.05	72.67	1.05
ZF SANTIAGO 69	69	72.46	1.05	72.63	1.05	72.78	1.05	72.98	1.06
CANABACOA 69	69	72.29	1.05	71.65	1.04	71.02	1.03	70.06	1.02
PUERTO PLATA 69 B	69	72.19	1.05	72.24	1.05	72.27	1.05	72.32	1.05
LA VEGA	69	71.79	1.04	71.53	1.04	71.26	1.03	70.86	1.03
DON PEDRO	69	71.72	1.04	71.16	1.03	70.59	1.02	69.74	1.01
JBS INDUSTRIAL PARK	69	71.70	1.04	71.06	1.03	70.42	1.02	69.45	1.01
MOCA	69	71.62	1.04	71.13	1.03	70.65	1.02	69.92	1.01
PLAYA DORADA	69	71.37	1.03	71.34	1.03	71.31	1.03	71.24	1.03
NAVARRETE	69	70.84	1.03	70.98	1.03	71.11	1.03	71.28	1.03
ZF ESPERANZA	69	69.88	1.01	70.03	1.01	70.16	1.02	70.33	1.02
PUERTO PLATA 138	138	141.46	1.03	141.66	1.03	141.85	1.03	142.09	1.03
NAGUA 2 138	138	139.85	1.01	140.01	1.01	140.15	1.02	140.31	1.02
SAMANA	138	139.63	1.01	139.79	1.01	139.92	1.01	140.09	1.02
NAVARRETE 2	138	138.76	1.01	139.05	1.01	139.32	1.01	139.69	1.01
MONTECRISTI	138	138.15	1.00	138.45	1.00	138.73	1.01	139.11	1.01
ZF SANTIAGO 138	138	137.56	1.00	137.89	1.00	138.19	1.00	138.60	1.00
CANABACOA 138	138	137.15	0.99	137.52	1.00	137.86	1.00	138.31	1.00
LA GALLERA	138	137.14	0.99	137.48	1.00	137.80	1.00	138.23	1.00
SFM 138	138	137.12	0.99	137.27	0.99	137.41	1.00	137.57	1.00
MOCA 138	138	136.78	0.99	137.07	0.99	137.33	1.00	137.67	1.00
NIBAJE 138	138	136.76	0.99	137.11	0.99	137.44	1.00	137.87	1.00

Tabla 7. Perfiles de Voltajes Zona Norte – Caso 3.

En la figura 7 y 8 se muestra una comparación de los perfiles de voltajes de algunas subestaciones de la red a 69 kV y a 138 kV de la zona norte considerando la configuración de ubicación de los bancos de capacitores y el cambio de la posición del tap del autotransformador de Canabacoa.

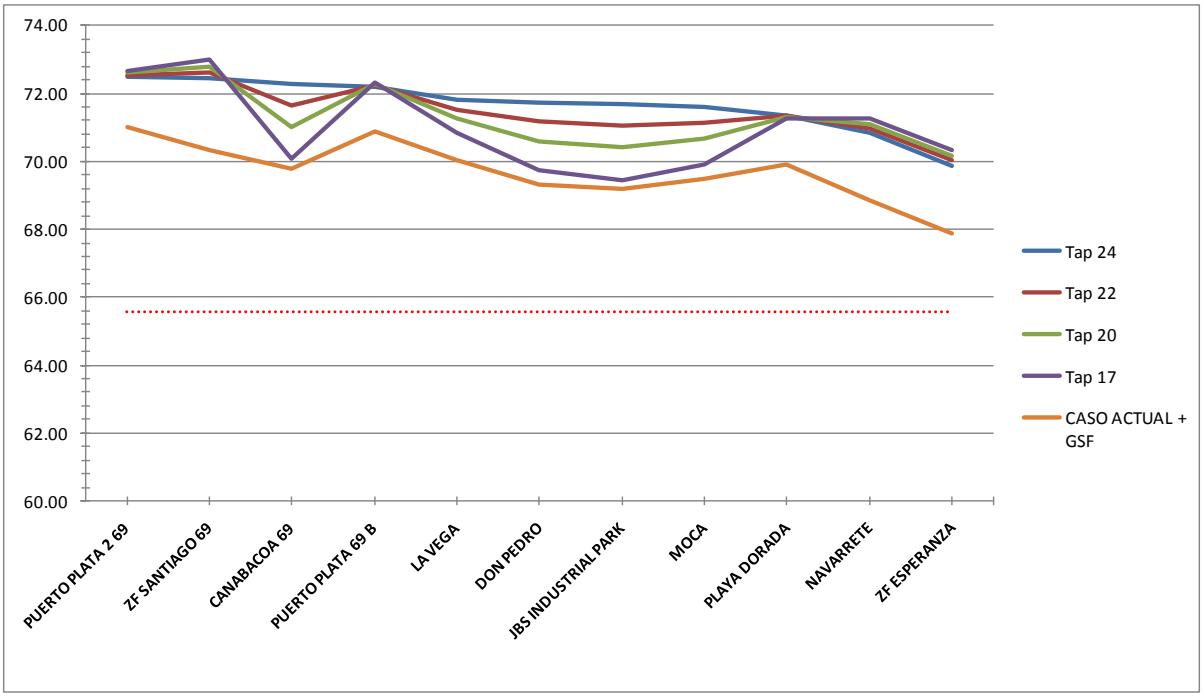

Figura 7. Perfiles de Voltajes en S/E a 69 kV de la Zona Norte Según el Cambio de la Posición del Tap del Autotransformador de Canabacoa – Caso 3.

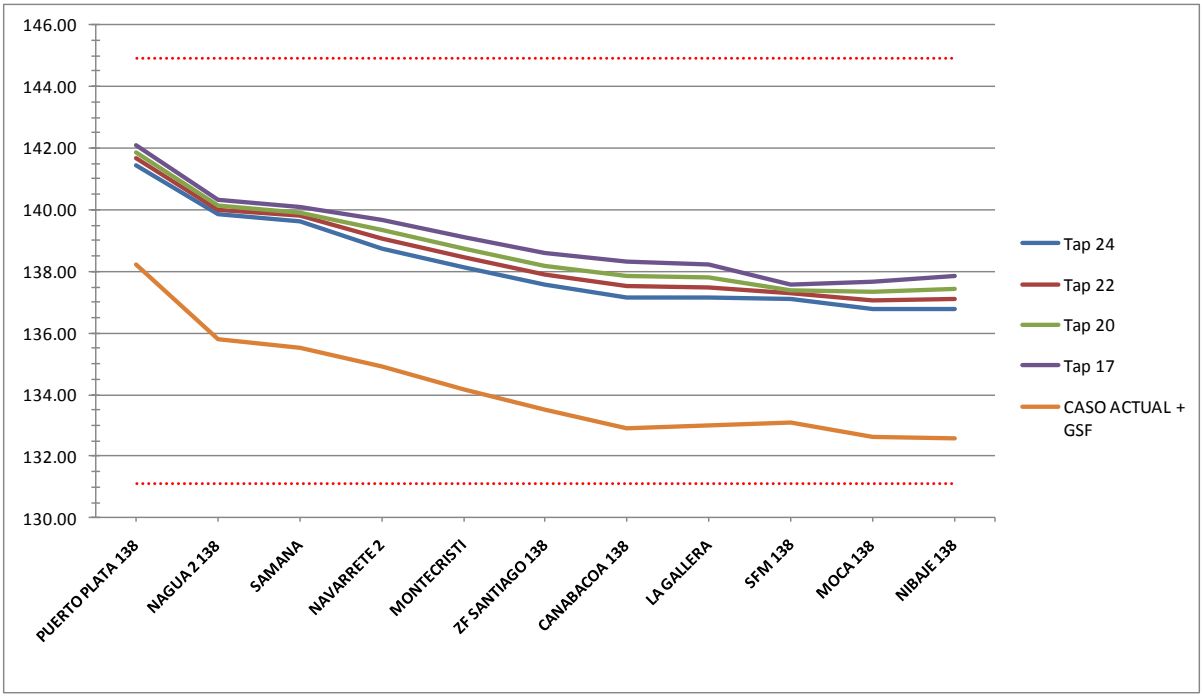

Figura 8. Perfiles de Voltajes en S/E a 138 kV de la Zona Norte Según el Cambio de la Posición del Tap del Autotransformador de Canabacoa – Caso 3.

Con la instalación de los bancos de capacitores y el cambio del tap del autotransformador de Canabacoa a favor del lado a 138 kV, los perfiles de voltajes se mantuvieron por encima de 0.95 p.u. tanto en la red a 69 kV como en la red a 138 kV. En la tabla 8 se muestra el estado de los flujos de potencia en las líneas Palamara – Bona II y Bonao II – Canabacoa.

Flujos en las Líneas					
Líneas	**S**	**P**	**Q**	**FP**	**%**
Palamara - Bonao II	24.11	16.65	-17.43	0.69	30.14
Bonao II - Canabacoa	40.75	39.14	-11.37	0.96	50.94

Tabla 8. Flujos en Líneas Palamara – Bonao II y Bonao II - Canabacoa – Caso 3.

En la tabla 9 se muestra el estado de los perfiles de voltajes en algunas de las subestaciones de la zona de Santo Domingo.

SUBESTACION	Volt. Nom.	CONFIGURACION 1 + GSF	
		kV	p.u.
HERRERA	69	69.09	1.00
HAINA 69	69	69.05	1.00
KILOMETRO 10.5 B	69	68.76	1.00
REFINERIA DE PETROLEO	69	68.67	1.00
MULTIQUIMICA	69	68.63	0.99
METROPOLITANO	69	68.61	0.99
PIISA	69	68.58	0.99
LISTIN DIARIO	69	68.58	0.99
INTERQUIMICA	69	68.51	0.99
ITABO	138	134.94	0.98
HAINA 138	138	134.72	0.98
PALAMARA 138	138	134.69	0.98
HERRERA 138	138	134.04	0.97
METALDOM 138	138	133.74	0.97
MATADERO 138	138	133.73	0.97
LOS PRADOS	138	133.66	0.97
EMBAJADOR	138	133.52	0.97
UASD 138	138	133.49	0.97
CNP 138	138	133.21	0.97
METROPOLITANO 138	138	133.19	0.97
PARAISO	138	133.16	0.96

Tabla 9. Perfiles de Voltajes Zona Santo Domingo – Caso 3.

Con la instalación de los bancos de capacitores en las subestaciones de Herrera Nueva y Metropolitano los perfiles de voltajes de la zona de Santo Domingo mejoran bastante, manteniéndose por encima de 0.95 p.u en la red a 69 kV y en la red a 138 kV.

En la figura 9 se muestra una comparación del comportamiento de los perfiles de voltajes de algunas de las subestaciones de la zona de Santo Domingo considerando la instalación de los bancos de capacitores.

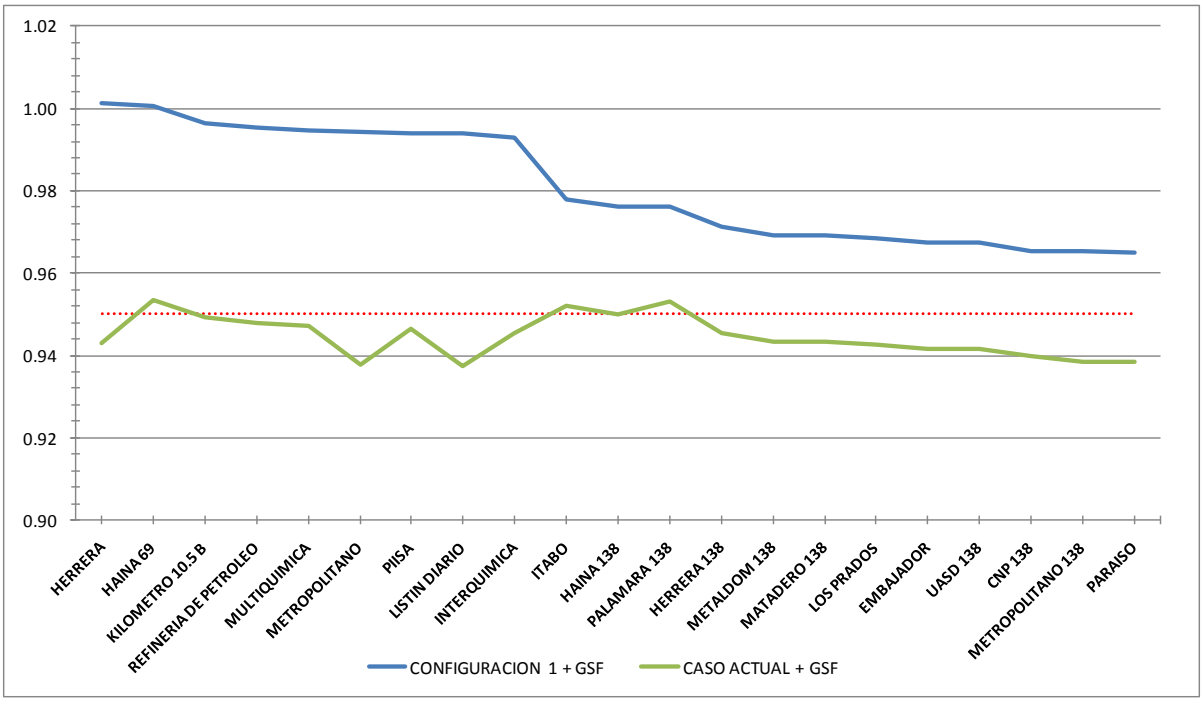

Figura 9. Perfiles de Voltajes Zona de Santo Domingo – Caso 3.

8.4 Caso 4 – Configuración 1 sin San Felipe

En este caso se consideró la central San Felipe fuera de operación, la sustitución del banco de 20 MVAr de la subestación Canabacoa 69 kV por uno de 40 MVAr, la instalación de un banco de 20 MVAr en la subestación de Herrera Nueva 69 kV y otro de 20 MVAr en la subestación de Metropolitano.

En la siguiente tabla se muestran los perfiles de voltajes de algunas subestaciones de la zona norte.

SUBESTACION	Volt. Nom.	Tap 24		Tap 22		Tap 20		Tap 17	
		kV	p.u.	kV	p.u.	kV	p.u.	kV	p.u.
LA VEGA	69	69.86	1.01	69.68	1.01	69.51	1.01	69.24	1.00
CANABACOA 69	69	68.98	1.00	68.39	0.99	67.81	0.98	66.94	0.97
MOCA	69	68.95	1.00	68.54	0.99	68.12	0.99	67.51	0.98
JBS INDUSTRIAL PARK	69	68.36	0.99	67.77	0.98	67.18	0.97	66.30	0.96
DON PEDRO	69	68.26	0.99	67.74	0.98	67.22	0.97	66.45	0.96
ZF SANTIAGO 69	69	68.06	0.99	68.23	0.99	68.38	0.99	68.60	0.99
PUERTO PLATA 69 B	69	67.94	0.98	67.98	0.99	68.02	0.99	68.08	0.99
PUERTO PLATA 2 69	69	67.76	0.98	67.83	0.98	67.89	0.98	67.98	0.99
PLAYA DORADA	69	67.03	0.97	67.01	0.97	66.99	0.97	66.94	0.97
NAVARRETE	69	66.26	0.96	66.40	0.96	66.53	0.96	66.72	0.97
ZF ESPERANZA	69	65.24	0.95	65.39	0.95	65.52	0.95	65.71	0.95
NAGUA 2 138	138	131.43	0.95	131.51	0.95	131.57	0.95	131.67	0.95
SAMANA	138	131.13	0.95	131.20	0.95	131.27	0.95	131.36	0.95
CANABACOA 138	138	130.32	0.94	130.69	0.95	131.03	0.95	131.51	0.95
MONTECRISTI	138	130.07	0.94	130.37	0.94	130.65	0.95	131.05	0.95
PUERTO PLATA 138	138	130.00	0.94	130.20	0.94	130.39	0.94	130.66	0.95
NAVARRETE 2	138	129.98	0.94	130.28	0.94	130.55	0.95	130.94	0.95
SFM 138	138	129.72	0.94	129.84	0.94	129.96	0.94	130.11	0.94
MOCA 138	138	129.70	0.94	129.98	0.94	130.23	0.94	130.59	0.95
LA GALLERA	138	129.48	0.94	129.82	0.94	130.14	0.94	130.59	0.95
ZF SANTIAGO 138	138	129.45	0.94	129.77	0.94	130.08	0.94	130.51	0.95
NIBAJE 138	138	129.27	0.94	129.61	0.94	129.94	0.94	130.40	0.94

Tabla 10. Perfiles de Voltajes Zona Norte – Caso 4.

En la figura 10 y 11 se muestra el comportamiento de los perfiles de voltajes según la posición del tap del autotransformador de Canabacoa, considerando la instalación de los bancos de capacitores y la central San Felipe fuera de servicio.

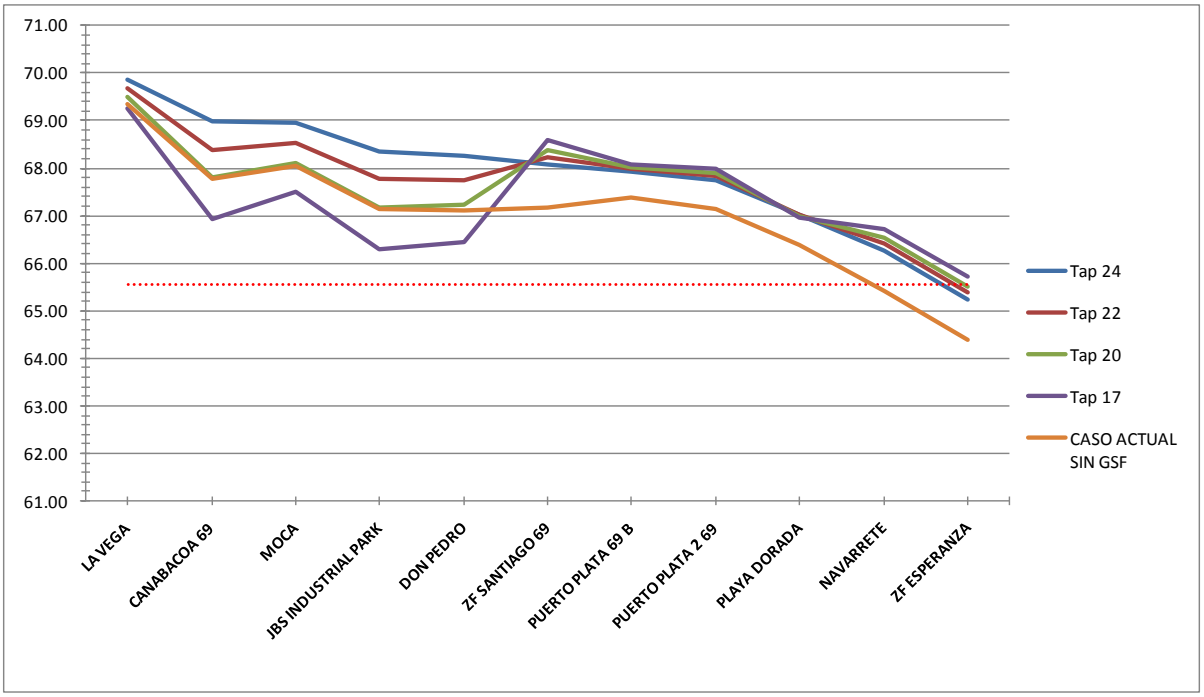

Figura 10. Perfiles de Voltajes en S/E a 69 kV de la Zona Norte Según el Cambio de la Posición del Tap del Autotransformador de Canabacoa – Caso 4.

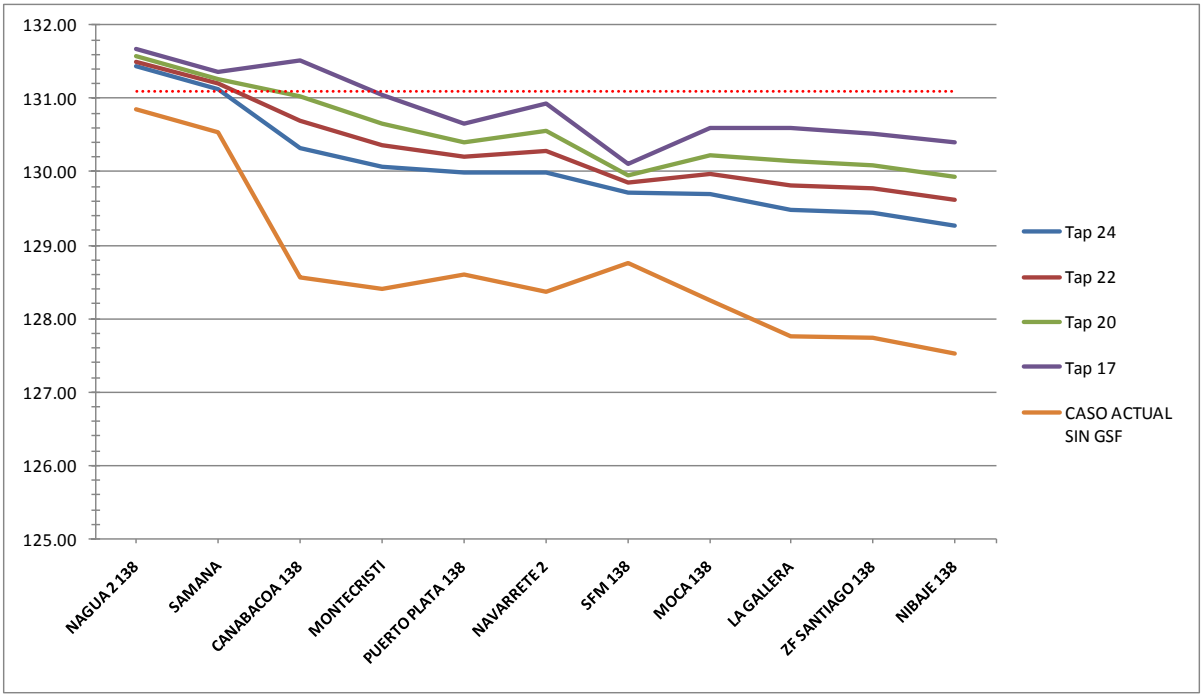

Figura 11. Perfiles de Voltajes en S/E a 138 kV de la Zona Norte Según el Cambio de la Posición del Tap del Autotransformador de Canabacoa – Caso 4.

Como se puede apreciar de los resultados obtenidos los perfiles de voltajes en la red a 69 kV de la zona norte se mantuvieron dentro del rango permitido por las normas (> 0.95 p.u.), mientras que en la red a 138 kV los perfiles de voltajes se mantuvieron por debajo del límite inferior permitido por las normas (131.1 kV – 0.95 p.u.), alcanzando niveles hasta de 129.27 kV (0.94 p.u).

Con el cambio de la posición del tap del autotransformador de Canabacoa a favor del lado a 138 kV los perfiles de voltajes en la red a 138 kV mejoran un poco, pero en ninguna subestación el nivel voltaje alcanza el límite inferior de voltaje permitidos por las normas.

En la tabla 11 se muestra el comportamiento de los flujos de potencia en las líneas Palamara – Bonao II y en las líneas Bonao II – Canabacoa.

Flujos en las Líneas					
Líneas	**S**	**P**	**Q**	**FP**	**%**
Palamara - Bonao II	59.56	57.16	-16.73	0.96	74.45
Bonao II - Canabacoa	71.75	71.54	5.50	1.00	89.69

Tabla 11. Flujos en Líneas Palamara – Bonao II y Bonao II - Canabacoa – Caso 4.

Con la instalación de los bancos de capacitores hubo un incremento en los perfiles de voltajes de la zona de Santo Domingo, estos se mantuvieron por encima de los 0.95 p.u. tanto en la red a 69 kV como en la red a 138 kV.

En la tabla 12 se muestra como estuvieron los perfiles de voltajes en algunas de las subestaciones de la zona de Santo Domingo.

En la figura 12 se muestra el comportamiento de los perfiles de voltajes en algunas subestaciones a 69 kV y a 138 kV de la zona de Santo Domingo.

SUBESTACION	Volt. Nom.	CONFIGURACION 1 SIN GSF	
		kV	p.u.
HERRERA	69	67.98	0.99
HAINA 69	69	67.95	0.98
KILOMETRO 10.5 B	69	67.66	0.98
REFINERIA DE PETROLEO	69	67.57	0.98
MULTIQUIMICA	69	67.52	0.98
METROPOLITANO	69	67.51	0.98
ITABO	138	132.97	0.96
HAINA 138	138	132.84	0.96
PALAMARA 138	138	132.39	0.96
HERRERA 138	138	132.23	0.96
METALDOM 138	138	132.20	0.96
LOS PRADOS	138	131.93	0.96
EMBAJADOR	138	131.90	0.96
UASD 138	138	132.05	0.96
CNP 138	138	131.93	0.96
METROPOLITANO 138	138	131.89	0.96
PARAISO	138	131.85	0.96

Tabla 12. Perfiles de Voltajes Zona Santo Domingo – Caso 4.

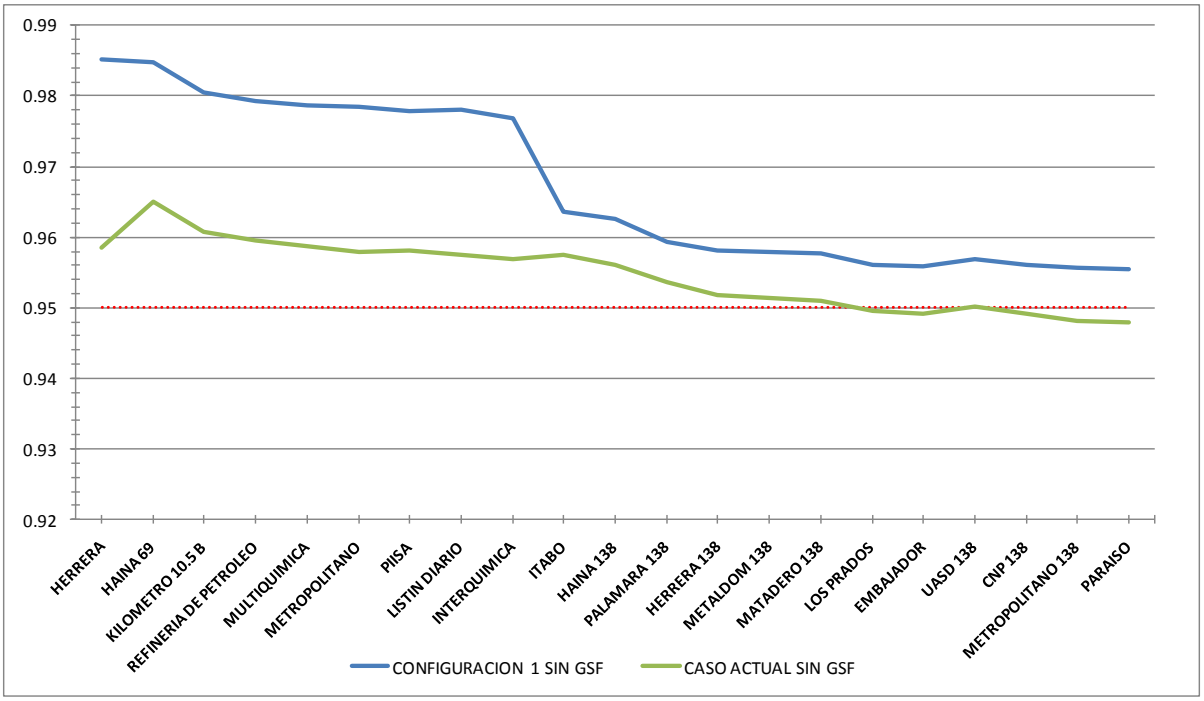

Figura 12. Perfiles de Voltajes Zona de Santo Domingo – Caso 4.

8.5 Caso 5 – Configuración 2 – con San Felipe

En este caso se consideró la central San Felipe en operación, la sustitución del banco de 20 MVAr de la subestación Haina 69 kV por uno de 40 MVAr, la instalación de un banco de 20 MVAr en la subestación de Puerto Plata II 69 kV y otro de 20 MVAr en la subestación Metropolitano 69 kV.

En la siguiente tabla se muestra los perfiles de voltajes de algunas subestaciones de la zona norte.

SUBESTACION	Volt. Nom.	Tap 20		Tap 18		Tap 16	
		kV	p.u.	kV	p.u.	kV	p.u.
PUERTO PLATA 2 69	69	72.72	1.05	72.26	1.05	71.79	1.04
PUERTO PLATA 69 B	69	72.25	1.05	72.01	1.04	71.77	1.04
ZF SANTIAGO 69	69	71.69	1.04	71.83	1.04	71.93	1.04
PLAYA DORADA	69	71.26	1.03	71.07	1.03	70.85	1.03
CANABACOA 69	69	70.84	1.03	71.00	1.03	71.13	1.03
LA VEGA	69	70.73	1.03	70.84	1.03	70.94	1.03
DON PEDRO	69	70.43	1.02	70.55	1.02	70.64	1.02
MOCA	69	70.36	1.02	70.50	1.02	70.61	1.02
NAVARRETE	69	70.36	1.02	70.32	1.02	70.25	1.02
JBS INDUSTRIAL PARK	69	70.24	1.02	70.40	1.02	70.53	1.02
ZF ESPERANZA	69	69.40	1.01	69.35	1.01	69.28	1.00
PUERTO PLATA 138	138	140.86	1.02	141.48	1.03	142.02	1.03
NAVARRETE 2	138	137.35	1.00	137.86	1.00	138.30	1.00
MONTECRISTI	138	136.70	0.99	137.23	0.99	137.68	1.00
ZF SANTIAGO 138	138	135.84	0.98	136.28	0.99	136.64	0.99
NAGUA 2 138	138	135.67	0.98	135.87	0.98	136.04	0.99
SAMANA	138	135.41	0.98	135.61	0.98	135.77	0.98
LA GALLERA	138	135.28	0.98	135.69	0.98	136.03	0.99
CANABACOA 138	138	135.05	0.98	135.42	0.98	135.72	0.98
NIBAJE 138	138	134.84	0.98	135.24	0.98	135.57	0.98
MOCA 138	138	134.21	0.97	134.53	0.97	134.80	0.98
SFM 138	138	133.83	0.97	134.08	0.97	134.28	0.97

Tabla 13. Perfiles de Voltajes Zona Norte – Caso 5.

En las figuras 13 y 14 se muestra el comportamiento de los perfiles de voltajes en algunas de las subestaciones a 69 kV y a 138 kV de la zona norte.

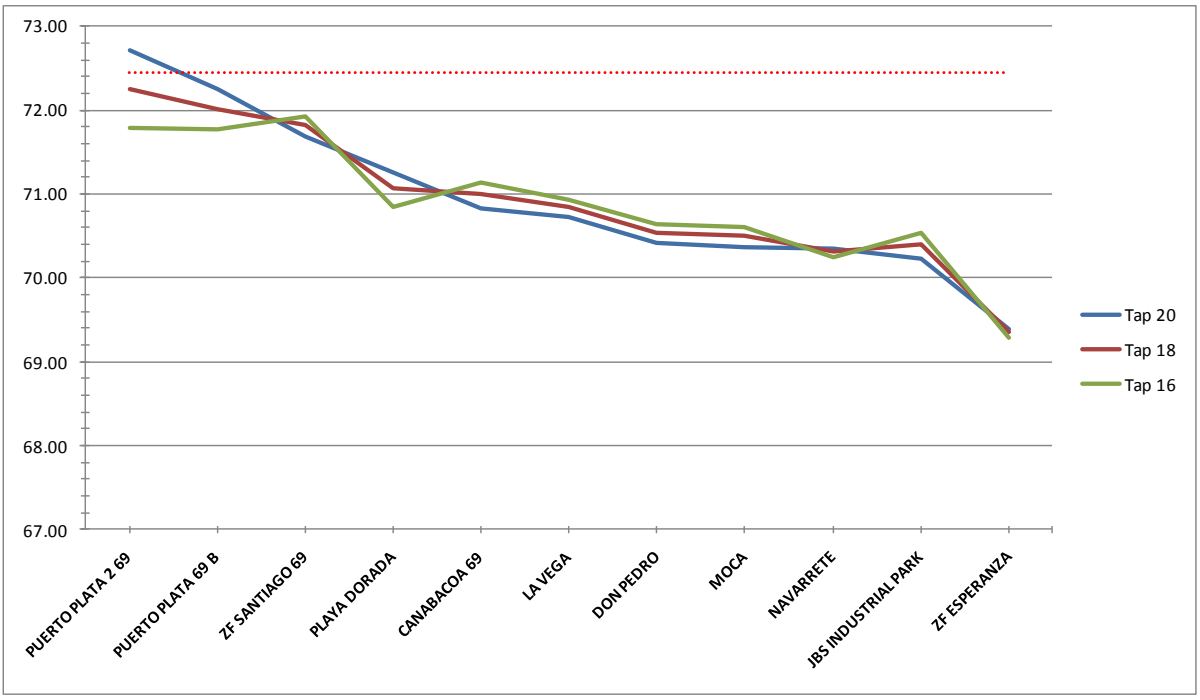

Figura 13. Perfiles de Voltajes en S/E a 69 kV Zona Norte – Caso 5.

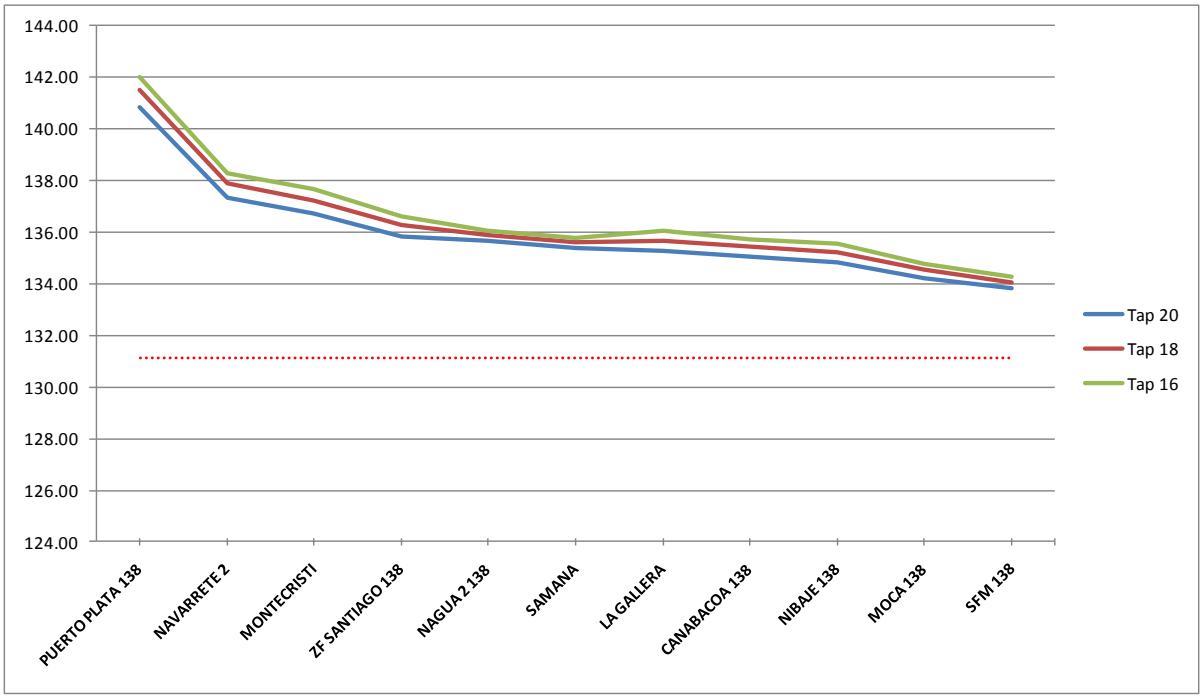

Figura 14. Perfiles de Voltajes en S/E a 138 kV Zona Norte – Caso 5.

En las siguientes figuras se muestra una comparación de los perfiles de voltajes considerando la configuración 1 y 2 de ubicación para la ubicación de los bancos de capacitores.

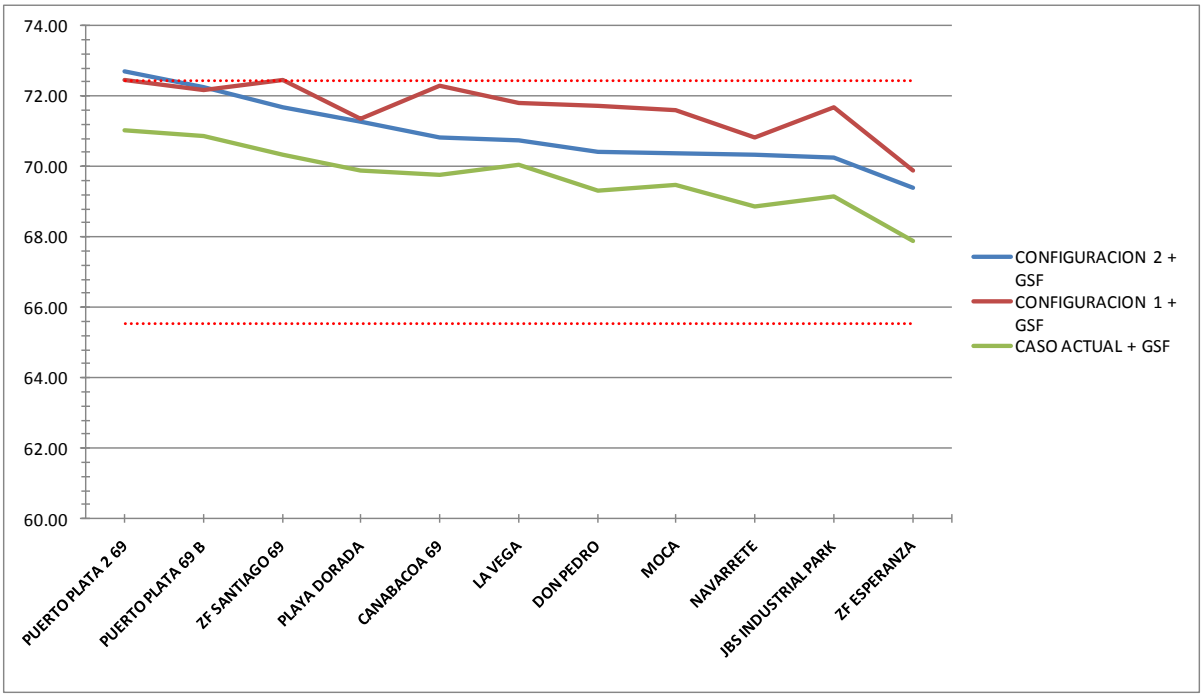

Figura 15. Comparación de los Perfiles de Voltajes en S/E a 69 kV Zona Norte – Caso 5.

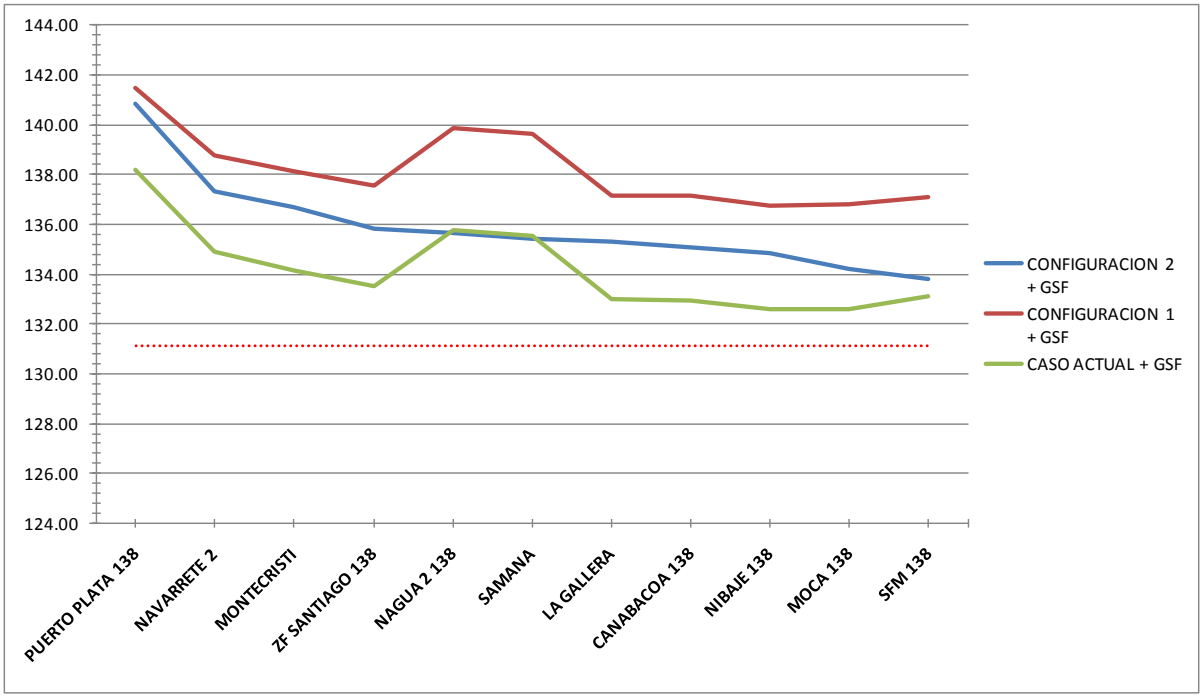

Figura 16. Comparación de los Perfiles de Voltajes en S/E a 138 kV Zona Norte – Caso 5.

En la siguiente tabla se presenta como estaban los flujos en las líneas Palamara – Bonao II y Bonao II Canabacoa.

Flujos en las Líneas					
Líneas	**S**	**P**	**Q**	**FP**	**%**
Palamara - Bonao II	21.34	16.63	-13.38	0.78	26.68
Bonao II - Canabacoa	40	39.06	-8.65	0.98	50.00

Tabla 15. Flujos en Líneas Palamara – Bonao II y Bonao II - Canabacoa – Caso 5.

Como se puede apreciar en las figuras 15 y 16 con esta configuración de ubicación de los bancos de capacitores y la central San Felipe en operación se presentan sobre voltajes en algunas de las subestaciones de la zona de Puerto Plata.

En la siguiente tabla se presenta los perfiles de voltajes de algunas de las subestaciones de la zona de Santo Domingo considerando la configuración 2 de ubicación de los bancos de capacitores.

SUBESTACION	**Volt. Nom.**	**CONFIGURACION 2 + GSF**	
		kV	**p.u.**
HAINA 69	69	69.00	1.00
KILOMETRO 10.5 B	69	68.71	1.00
REFINERIA DE PETROLEO	69	68.62	0.99
MULTIQUIMICA	69	68.57	0.99
PIISA	69	68.53	0.99
INTERQUIMICA	69	68.45	0.99
HERRERA	69	68.34	0.99
METROPOLITANO	69	68.02	0.99
LISTIN DIARIO	69	67.99	0.99
ITABO	138	134.38	0.97
HAINA 138	138	134.17	0.97
PALAMARA 138	138	134.08	0.97
HERRERA 138	138	133.48	0.97
METALDOM 138	138	133.19	0.97
LOS PRADOS	138	133.10	0.96
EMBAJADOR	138	132.97	0.96
UASD 138	138	132.93	0.96
CNP 138	138	132.66	0.96
METROPOLITANO 138	138	132.61	0.96
PARAISO	138	132.58	0.96

Tabla 16. Perfiles de Voltajes Zona Santo Domingo – Caso 5.

En la figura 17 se presenta una comparación del comportamiento de los perfiles de voltajes en algunas de las subestaciones de la zona de Santo Domingo considerando la configuración 1 y 2 de ubicación de los bancos de capacitores.

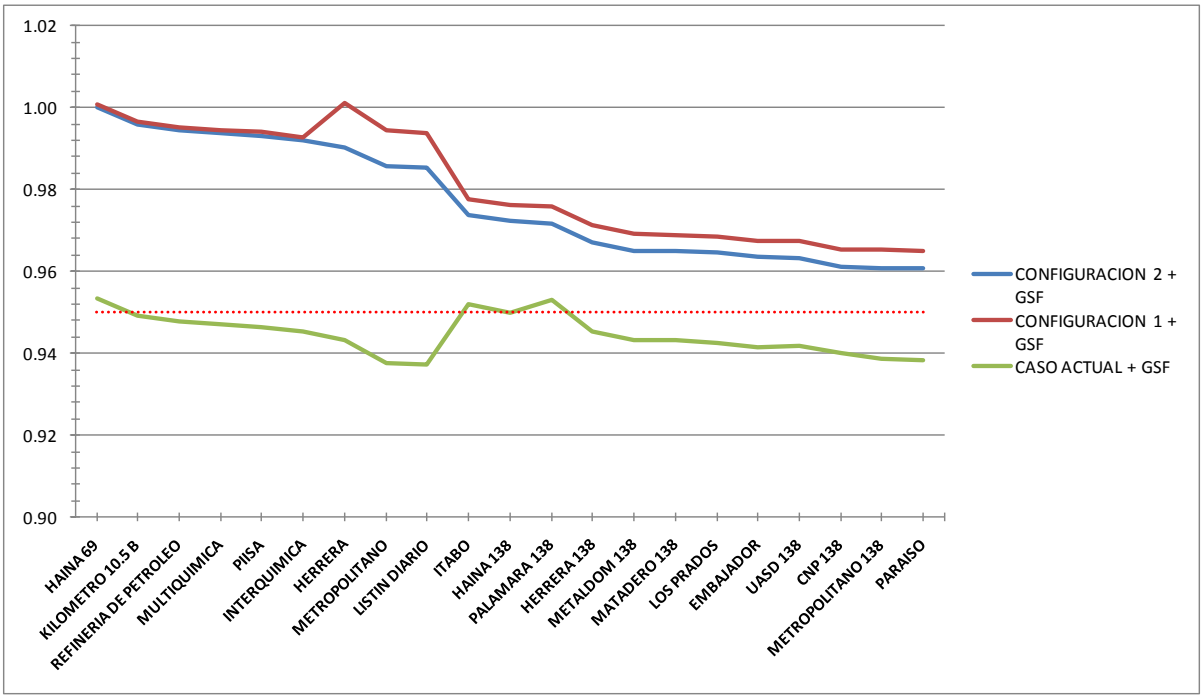

Figura 17. Perfiles de Voltajes Zona Santo Domingo – Caso 5.

En la figura 17 se puede apreciar que con la configuración 1, la cual considera la sustitución del banco de 20 MVAr de la subestación Canabacoa 69 kV por uno de 40 MVAr, la instalación de un banco de 20 MVAr en la subestación de Herrera Nueva 69 kV y otro de 20 MVAr en la subestación Metropolitano 69 kV, para la zona de Santo Domingo se consiguen niveles de voltajes superiores que con la configuración 2.

8.6 Caso 6 – Configuración 2 – sin San Felipe

En este caso se consideró la central San Felipe fuera de operación, la sustitución del banco de 20 MVAr de la subestación Haina 69 kV por uno de 40 MVAr, la instalación de un banco de 20 MVAr en la subestación de Puerto Plata II 69 kV y otro de 20 MVAr en la subestación Metropolitano 69 kV.

En la siguiente tabla se muestra los perfiles de voltajes de algunas subestaciones de la zona norte.

SUBESTACION	Volt. Nom.	Tap 20		Tap 18		Tap 16	
		kV	p.u.	kV	p.u.	kV	p.u.
LA VEGA	69	69.65	1.01	69.70	1.01	69.74	1.01
MOCA	69	68.53	0.99	68.61	0.99	68.67	1.00
PUERTO PLATA 2 69	69	68.50	0.99	68.06	0.99	67.63	0.98
PUERTO PLATA 69 B	69	68.44	0.99	68.22	0.99	68.00	0.99
CANABACOA 69	69	68.40	0.99	68.51	0.99	68.59	0.99
ZF SANTIAGO 69	69	68.11	0.99	68.20	0.99	68.26	0.99
DON PEDRO	69	67.80	0.98	67.87	0.98	67.92	0.98
JBS INDUSTRIAL PARK	69	67.78	0.98	67.88	0.98	67.97	0.99
PLAYA DORADA	69	67.43	0.98	67.24	0.97	67.04	0.97
NAVARRETE	69	66.52	0.96	66.45	0.96	66.36	0.96
ZF ESPERANZA	69	65.51	0.95	65.44	0.95	65.35	0.95
NAGUA 2 138	138	131.28	0.95	131.36	0.95	131.42	0.95
SAMANA	138	130.97	0.95	131.05	0.95	131.12	0.95
PUERTO PLATA 138	138	130.59	0.95	131.12	0.95	131.58	0.95
MONTECRISTI	138	130.14	0.94	130.56	0.95	130.91	0.95
NAVARRETE 2	138	130.05	0.94	130.46	0.95	130.81	0.95
CANABACOA 138	138	129.90	0.94	130.16	0.94	130.37	0.94
SFM 138	138	129.47	0.94	129.60	0.94	129.71	0.94
MOCA 138	138	129.35	0.94	129.55	0.94	129.72	0.94
ZF SANTIAGO 138	138	129.30	0.94	129.62	0.94	129.90	0.94
LA GALLERA	138	129.23	0.94	129.53	0.94	129.78	0.94
NIBAJE 138	138	128.98	0.93	129.26	0.94	129.51	0.94

Tabla 17. Perfiles de Voltajes Zona Norte – Caso 6.

Los perfiles de voltajes en la red a 138 kV estaban por debajo del límite inferior permitido por las normas.

En las figuras 18 y 19 se muestra el comportamiento de los perfiles de voltajes en algunas de las subestaciones a 69 kV y a 138 kV de la zona norte.

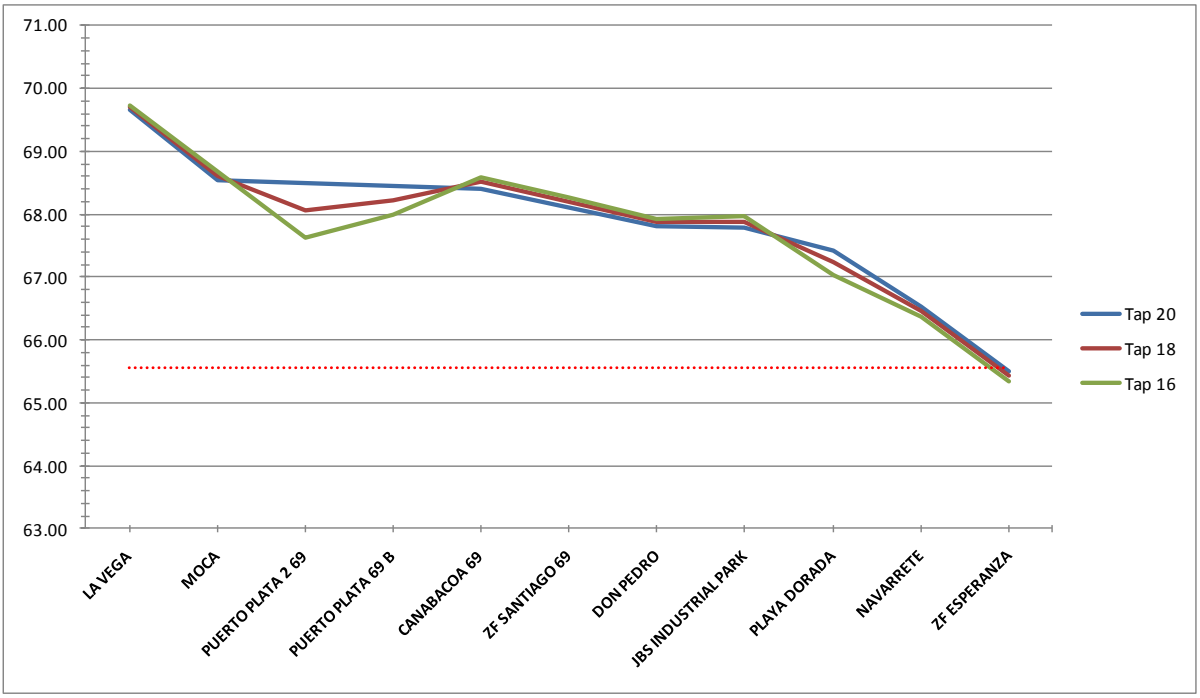

Figura 18. Perfiles de Voltajes en S/E a 69 kV Zona Norte – Caso 6.

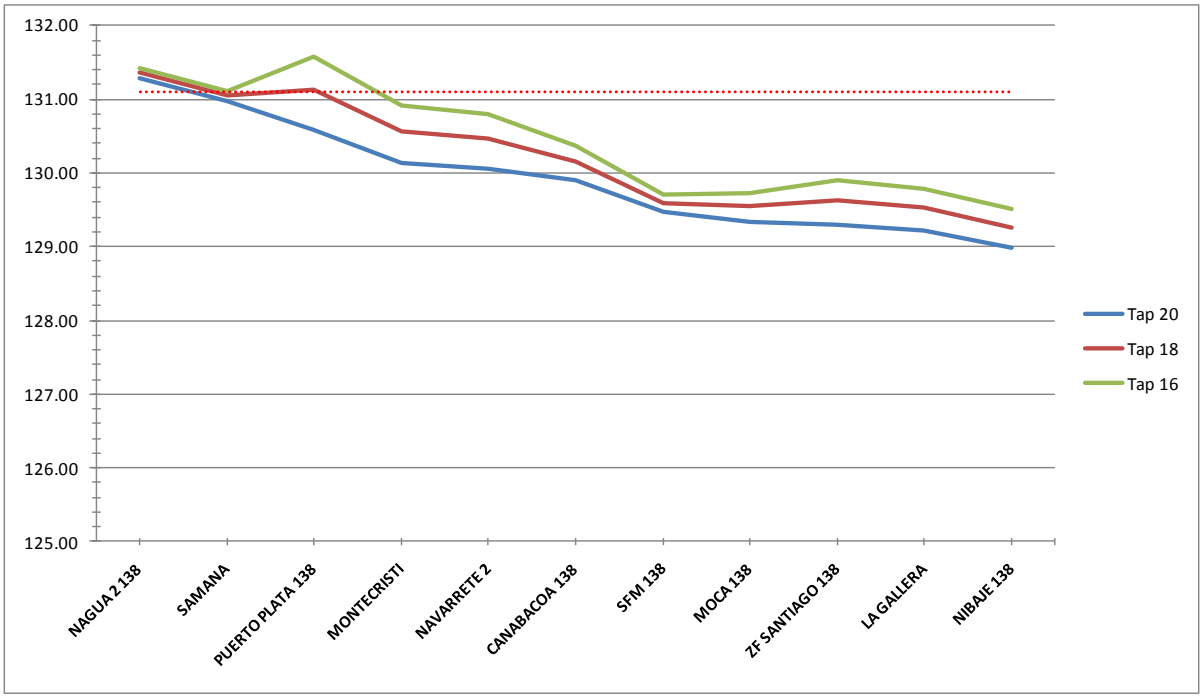

Figura 19. Perfiles de Voltajes en S/E a 138 kV Zona Norte – Caso 6.

En las siguientes figuras se muestra una comparación de los perfiles de voltajes considerando la configuración 1 y 2 para la ubicación de los bancos de capacitores.

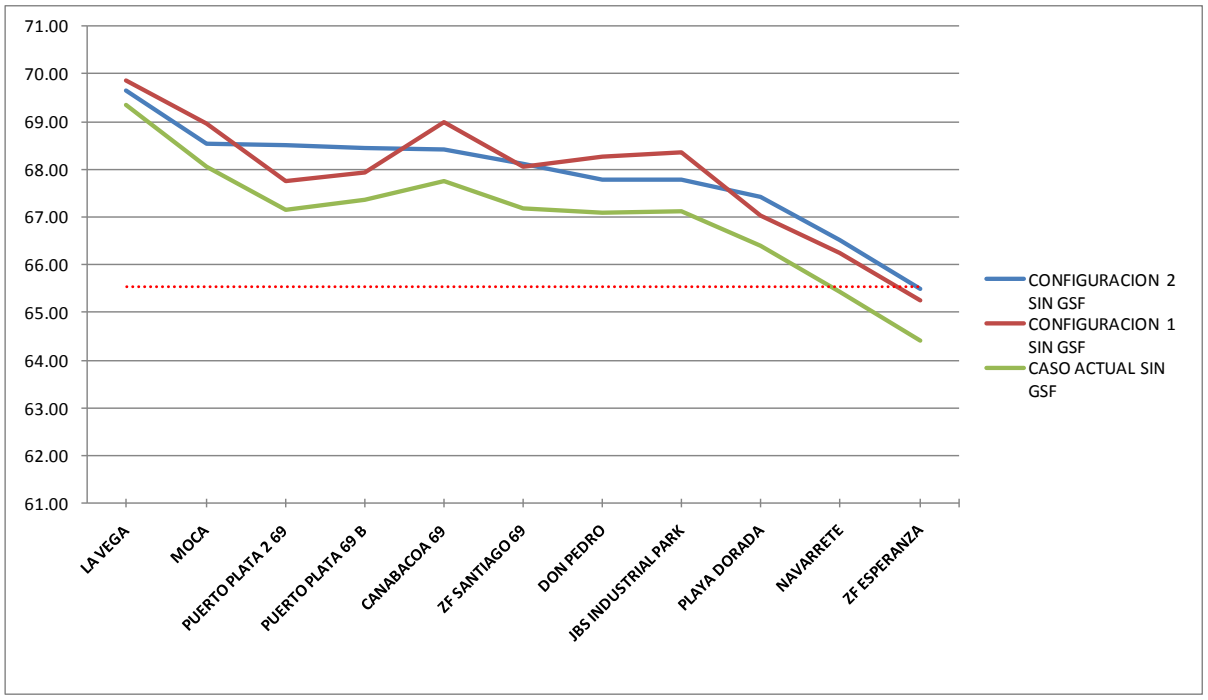

Figura 20. Comparación de los Perfiles de Voltajes en S/E a 69 kV Zona Norte – Caso 6.

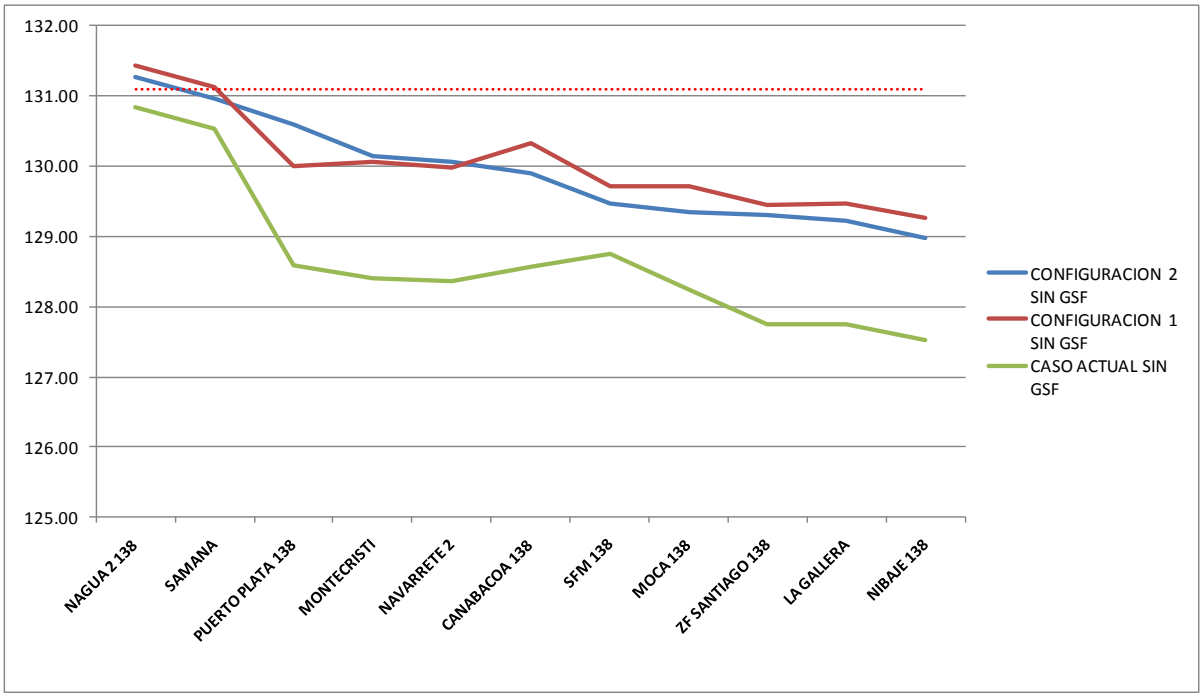

Figura 21. Comparación de los Perfiles de Voltajes en S/E a 138 kV Zona Norte – Caso 6.

En la siguiente tabla se presenta el estado de los flujos de potencia en las líneas Palamara – Bonao II y Bonao II Canabacoa.

Flujos en las Líneas					
Líneas	**S**	**P**	**Q**	**FP**	**%**
Palamara - Bonao II	59.37	57.18	-15.98	0.96	74.21
Bonao II - Canabacoa	71.61	71.46	-4.54	1.00	89.51

Tabla 18. Flujos en Líneas Palamara – Bonao II y Bonao II - Canabacoa – Caso 6.

En la siguiente tabla se presenta los perfiles de voltajes de algunas de las subestaciones de la zona de Santo Domingo considerando la configuración 2 de ubicación de los bancos de capacitores.

SUBESTACION	**Volt. Nom.**	**CONFIGURACION 2 SIN GSF**	
		kV	**p.u.**
HAINA 69	69	68.26	0.99
KILOMETRO 10.5 B	69	67.96	0.98
REFINERIA DE PETROLEO	69	67.88	0.98
MULTIQUIMICA	69	67.83	0.98
PIISA	69	67.78	0.98
INTERQUIMICA	69	67.71	0.98
HERRERA	69	67.63	0.98
METROPOLITANO	69	67.36	0.98
LISTIN DIARIO	69	67.33	0.98
ITABO	138	132.98	0.96
HAINA 138	138	132.86	0.96
PALAMARA 138	138	132.37	0.96
HERRERA 138	138	132.23	0.96
METALDOM 138	138	132.20	0.96
MATADERO 138	138	132.17	0.96
UASD 138	138	132.04	0.96
LOS PRADOS	138	131.94	0.96
CNP 138	138	131.91	0.96
EMBAJADOR	138	131.90	0.96
METROPOLITANO 138	138	131.85	0.96
PARAISO	138	131.82	0.96

Tabla 19. Perfiles de Voltajes Zona Santo Domingo – Caso 6.

En la figura 22 se presenta una comparación del comportamiento de los perfiles de voltajes en algunas de las subestaciones de la zona de Santo Domingo considerando la configuración 1 y 2 de ubicación de los bancos de capacitores.

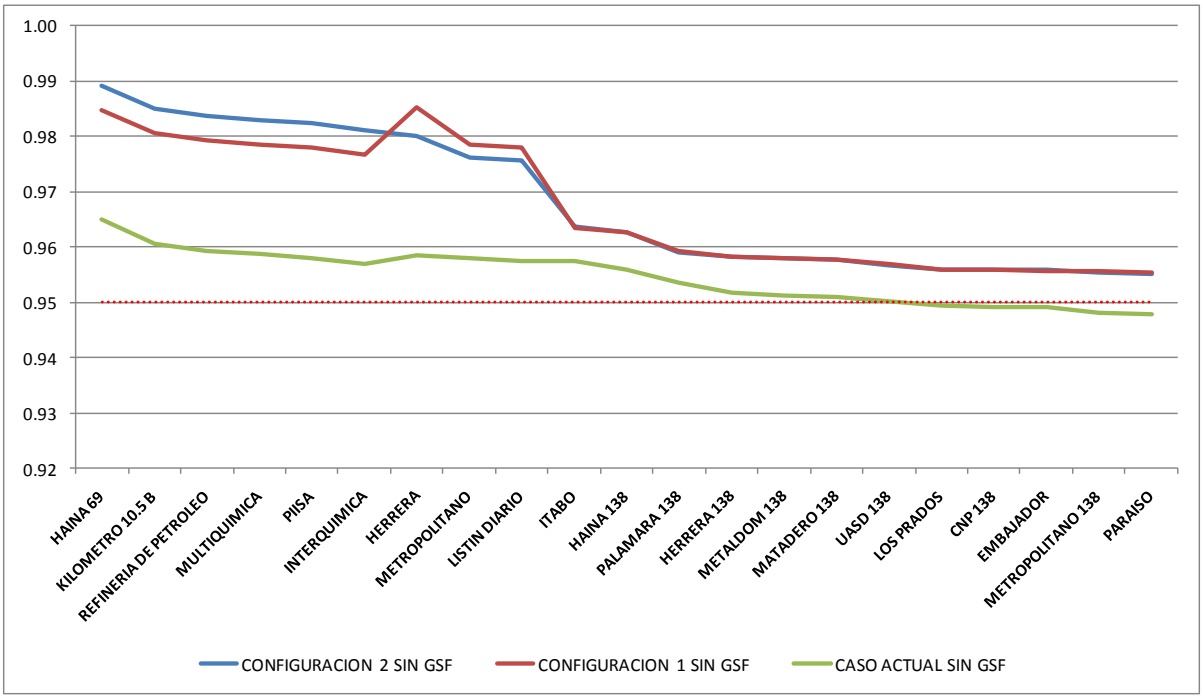

Figura 22. Perfiles de Voltajes Zona Santo Domingo – Caso 6.

8.7 Caso 7 – Configuración 3 – con San Felipe

En este caso se consideró la central San Felipe en operación, la instalación del banco de 40 MVAr en la subestación Puerto Plata II 69 kV y otro de 20 MVAr en la subestación Metropolitano 69 kV.

En la siguiente tabla se muestra los perfiles de voltajes de algunas subestaciones de la zona norte.

SUBESTACION	Volt. Nom.	Tap 20		Tap 18		Tap 16	
		kV	p.u.	kV	p.u.	kV	p.u.
PUERTO PLATA 2 69	69	75.32	1.09	74.30	1.08	73.26	1.06
PUERTO PLATA 69 B	69	74.65	1.08	73.85	1.07	73.01	1.06
PLAYA DORADA	69	73.55	1.07	72.80	1.06	72.01	1.04
ZF SANTIAGO 69	69	73.24	1.06	72.94	1.06	72.58	1.05
NAVARRETE	69	72.27	1.05	71.74	1.04	71.17	1.03
CANABACOA 69	69	71.81	1.04	71.63	1.04	71.41	1.03
DON PEDRO	69	71.57	1.04	71.32	1.03	71.02	1.03
ZF ESPERANZA	69	71.33	1.03	70.80	1.03	70.22	1.02
JBS INDUSTRIAL PARK	69	71.22	1.03	71.04	1.03	70.81	1.03
LA VEGA	69	71.21	1.03	71.09	1.03	70.94	1.03
MOCA	69	71.13	1.03	70.98	1.03	70.79	1.03
PUERTO PLATA 138	138	144.59	1.05	144.29	1.05	143.86	1.04
NAVARRETE 2	138	140.21	1.02	139.92	1.01	139.50	1.01
MONTECRISTI	138	139.65	1.01	139.35	1.01	138.91	1.01
ZF SANTIAGO 138	138	138.32	1.00	137.99	1.00	137.56	1.00
LA GALLERA	138	137.56	1.00	137.24	0.99	136.81	0.99
NIBAJE 138	138	137.05	0.99	136.73	0.99	136.30	0.99
CANABACOA 138	138	136.99	0.99	136.68	0.99	136.26	0.99
MOCA 138	138	135.33	0.98	135.06	0.98	134.69	0.98
NAGUA 2 138	138	134.22	0.97	134.04	0.97	133.81	0.97
SAMANA	138	133.94	0.97	133.76	0.97	133.52	0.97
SFM 138	138	133.63	0.97	133.41	0.97	133.12	0.96

Tabla 20. Perfiles de Voltajes Zona Norte – Caso 7.

Se observa además que los perfiles de voltajes en algunas de las subestaciones de la red a 69 kV estaban por encima del límite superior permitido por las normas.

En las figuras 23 y 24 se muestra el comportamiento de los perfiles de voltajes en algunas de las subestaciones a 69 kV y a 138 kV de la zona norte.

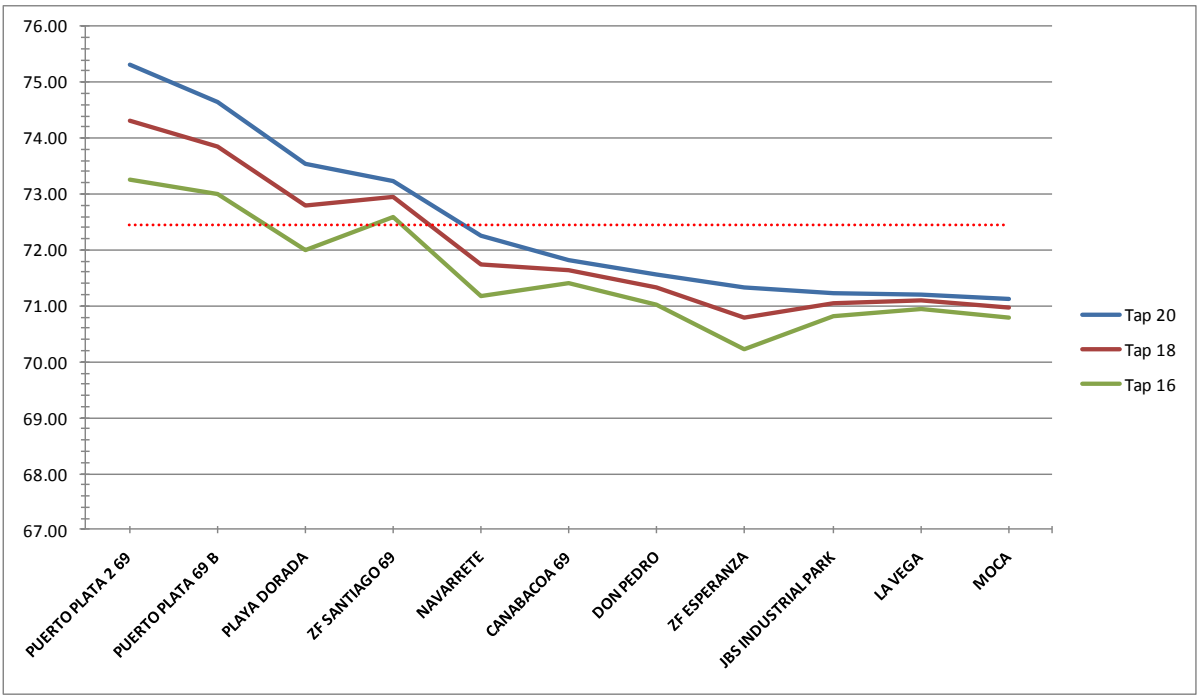

Figura 23. Perfiles de Voltajes en S/E a 69 kV Zona Norte – Caso 7.

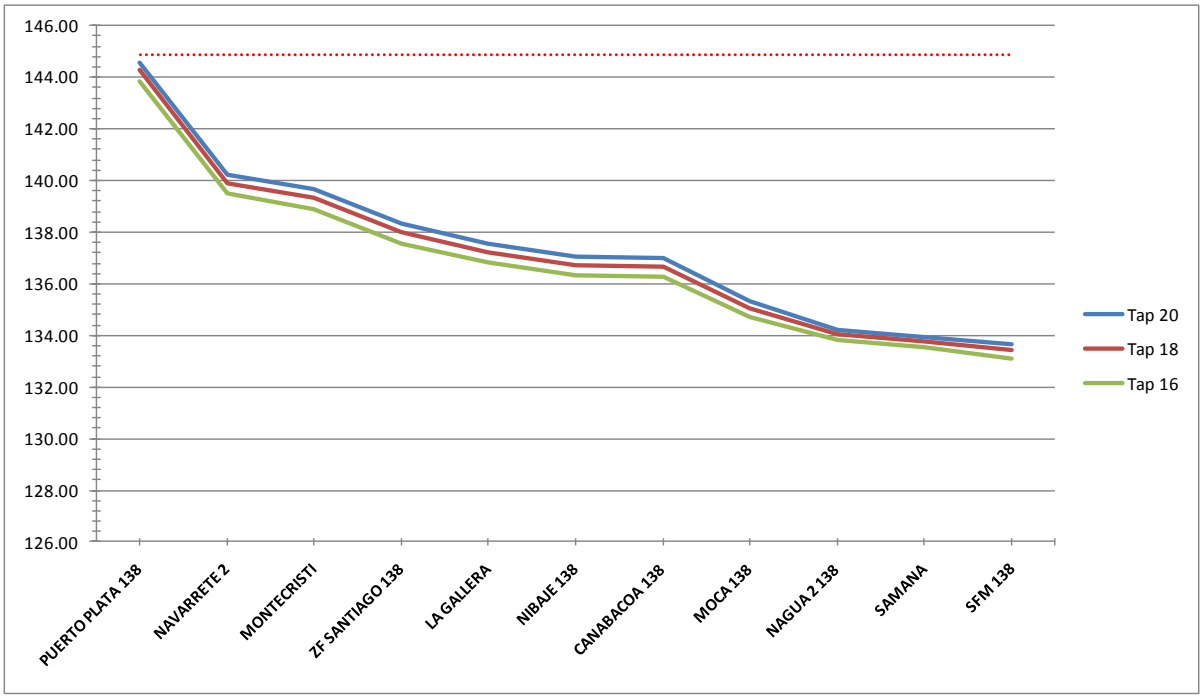

Figura 24. Perfiles de Voltajes en S/E a 138 kV Zona Norte – Caso 7.

En las siguientes figuras se muestra una comparación de los perfiles de voltajes considerando las configuraciones 1, 2 Y 3 para la ubicación de los bancos de capacitores.

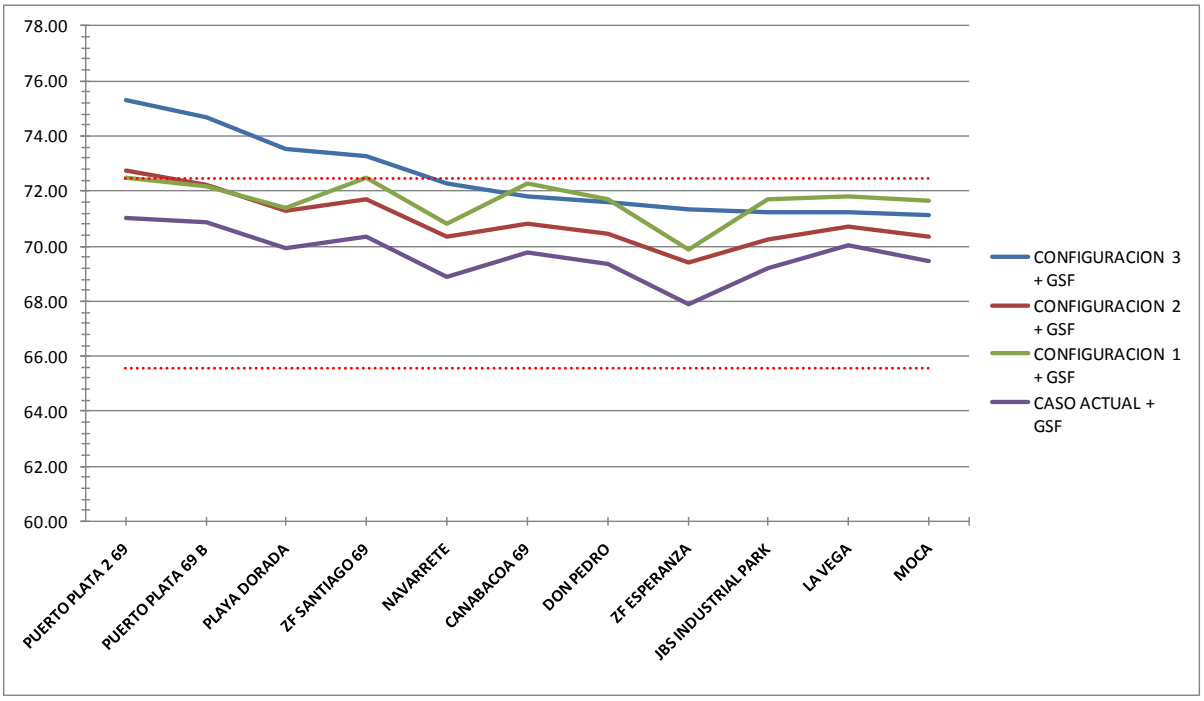

Figura 25. Comparación de los Perfiles de Voltajes en S/E a 69 kV Zona Norte – Caso 7.

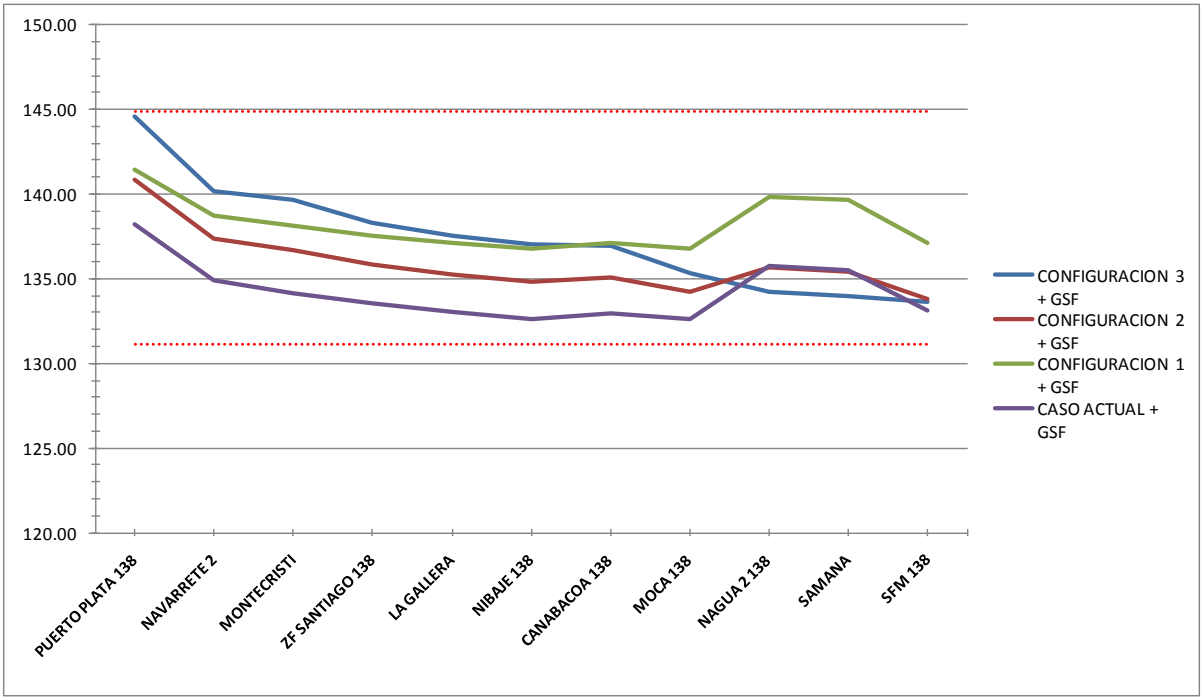

Figura 26. Comparación de los Perfiles de Voltajes en S/E a 138 kV Zona Norte – Caso 7.

En la siguiente tabla se presenta el estado de los flujos de potencia en las líneas Palamara – Bonao II y Bonao II Canabacoa.

Flujos en las Líneas					
Líneas	**S**	**P**	**Q**	**FP**	**%**
Palamara - Bonao II	27.13	17.05	21.1	0.63	33.91
Bonao II - Canabacoa	42.91	38.97	-17.97	0.91	53.64

Tabla 21. Flujos en Líneas Palamara – Bonao II y Bonao II - Canabacoa – Caso 7.

En la siguiente tabla se presentan los perfiles de voltajes de algunas de las subestaciones de la zona de Santo Domingo considerando la configuración 3 de ubicación de los bancos de capacitores.

SUBESTACION	Volt. Nom.	CONFIGURACION 3 + GSF	
		kV	p.u.
HAINA 69	69	67.43	0.98
KILOMETRO 10.5 B	69	67.13	0.97
REFINERIA DE PETROLEO	69	67.05	0.97
HERRERA	69	67.00	0.97
MULTIQUIMICA	69	67.00	0.97
METROPOLITANO	69	67.00	0.97
LISTIN DIARIO	69	66.97	0.97
PIISA	69	66.95	0.97
INTERQUIMICA	69	66.88	0.97
PALAMARA 138	138	133.51	0.97
ITABO	138	133.51	0.97
HAINA 138	138	133.24	0.97
HERRERA 138	138	132.60	0.96
METALDOM 138	138	132.30	0.96
MATADERO 138	138	132.28	0.96
LOS PRADOS	138	132.21	0.96
EMBAJADOR	138	132.08	0.96
UASD 138	138	132.06	0.96
CNP 138	138	131.81	0.96
METROPOLITANO 138	138	131.72	0.95
PARAISO	138	131.68	0.95

Tabla 22. Perfiles de Voltajes Zona Santo Domingo – Caso 7.

En la figura 27 se presenta una comparación del comportamiento de los perfiles de voltajes en algunas de las subestaciones de la zona de Santo Domingo considerando las configuraciones 1, 2 y 3 de ubicación de los bancos de capacitores.

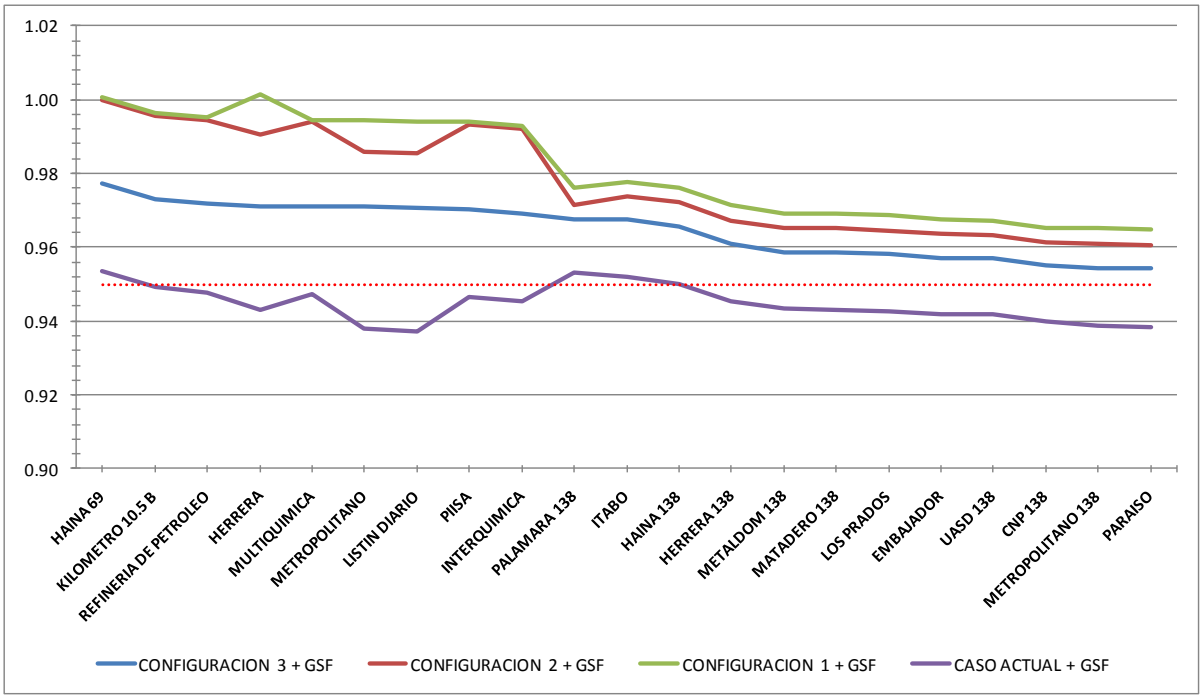

Figura 27. Perfiles de Voltajes Zona Santo Domingo – Caso 7.

8.8 Caso 8 – Configuración 3 – sin San Felipe

En este caso se consideró la central San Felipe fuera de operación, la instalación del banco de 40 MVAr en la subestación Puerto Plata II 69 kV y otro de 20 MVAr en la subestación Metropolitano 69 kV.

En la siguiente tabla se muestran los perfiles de voltajes de algunas subestaciones de la zona norte.

SUBESTACION	Volt. Nom.	Tap 20		Tap 18		Tap 16	
		kV	p.u.	kV	p.u.	kV	p.u.
LA VEGA	69	69.86	1.01	69.90	1.01	69.94	1.01
PUERTO PLATA 2 69	69	69.78	1.01	69.33	1.00	68.87	1.00
PUERTO PLATA 69 B	69	69.44	1.01	69.21	1.00	68.97	1.00
MOCA	69	68.90	1.00	68.97	1.00	69.03	1.00
CANABACOA 69	69	68.89	1.00	68.99	1.00	69.07	1.00
ZF SANTIAGO 69	69	68.89	1.00	68.97	1.00	69.02	1.00
PLAYA DORADA	69	68.38	0.99	68.18	0.99	67.97	0.99
DON PEDRO	69	68.35	0.99	68.41	0.99	68.46	0.99
JBS INDUSTRIAL PARK	69	68.28	0.99	68.37	0.99	68.45	0.99
NAVARRETE	69	67.48	0.98	67.40	0.98	67.30	0.98
ZF ESPERANZA	69	66.48	0.96	66.40	0.96	66.30	0.96
PUERTO PLATA 138	138	132.37	0.96	132.89	0.96	133.32	0.97
MONTECRISTI	138	131.60	0.95	132.00	0.96	132.34	0.96
NAGUA 2 138	138	131.60	0.95	131.67	0.95	131.73	0.95
NAVARRETE 2	138	131.47	0.95	131.86	0.96	132.19	0.96
SAMANA	138	131.29	0.95	131.37	0.95	131.43	0.95
CANABACOA 138	138	130.92	0.95	131.16	0.95	131.36	0.95
ZF SANTIAGO 138	138	130.55	0.95	130.86	0.95	131.12	0.95
LA GALLERA	138	130.40	0.94	130.68	0.95	130.92	0.95
MOCA 138	138	130.18	0.94	130.37	0.94	130.54	0.95
NIBAJE 138	138	130.11	0.94	130.39	0.94	130.62	0.95
SFM 138	138	129.99	0.94	130.12	0.94	130.22	0.94

Tabla 23. Perfiles de Voltajes Zona Norte – Caso 8.

Con esta configuración de ubicación de los bancos de capacitores los perfiles de voltajes en la mayoría de las subestaciones de la red a 138 kV oscilaron alrededor de los 131.1 kV (0.95 p.u.).

En las figuras 28 y 29 se muestra el comportamiento de los perfiles de voltajes en algunas de las subestaciones a 69 kV y a 138 kV de la zona norte.

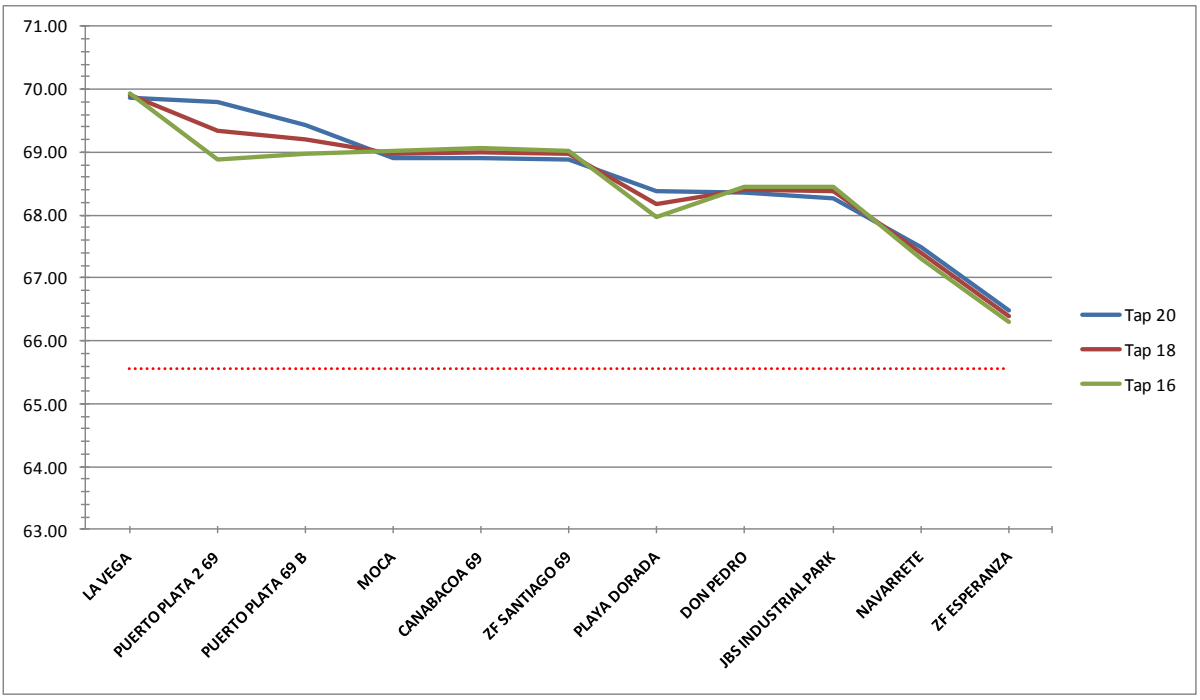

Figura 28. Perfiles de Voltajes en S/E a 69 kV Zona Norte – Caso 8.

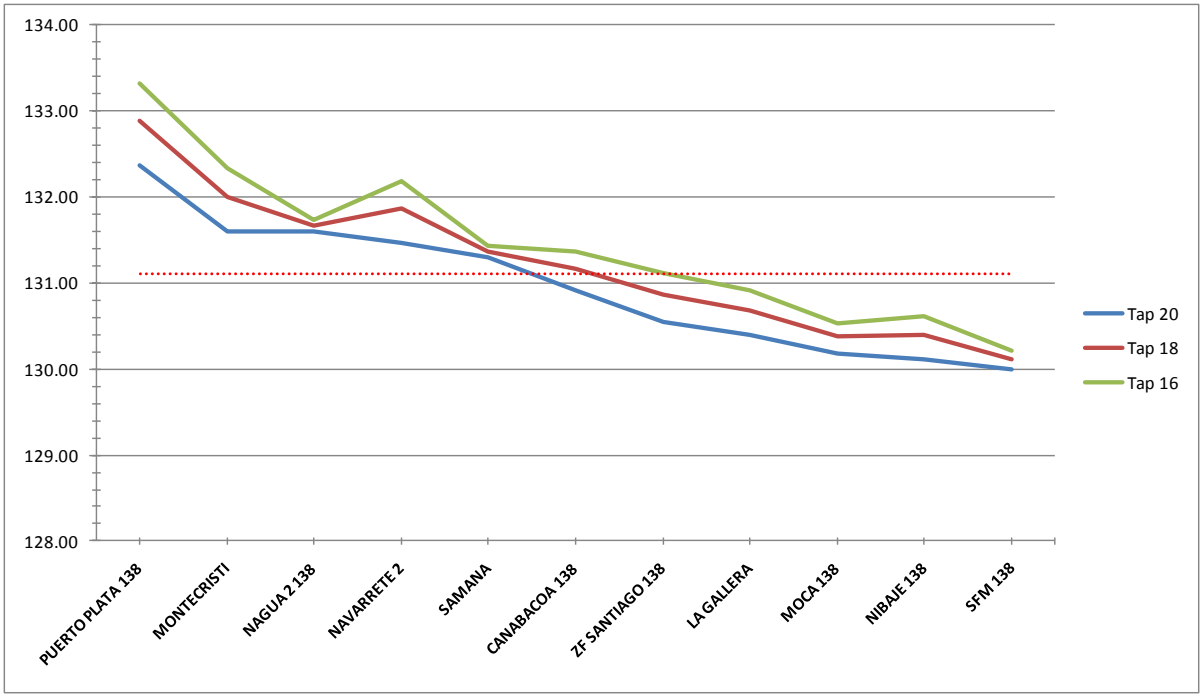

Figura 28. Perfiles de Voltajes en S/E a 69 kV Zona Norte – Caso 8.

En las siguientes figuras se muestra una comparación de los perfiles de voltajes considerando las configuraciones 1, 2 Y 3 para la ubicación de los bancos de capacitores.

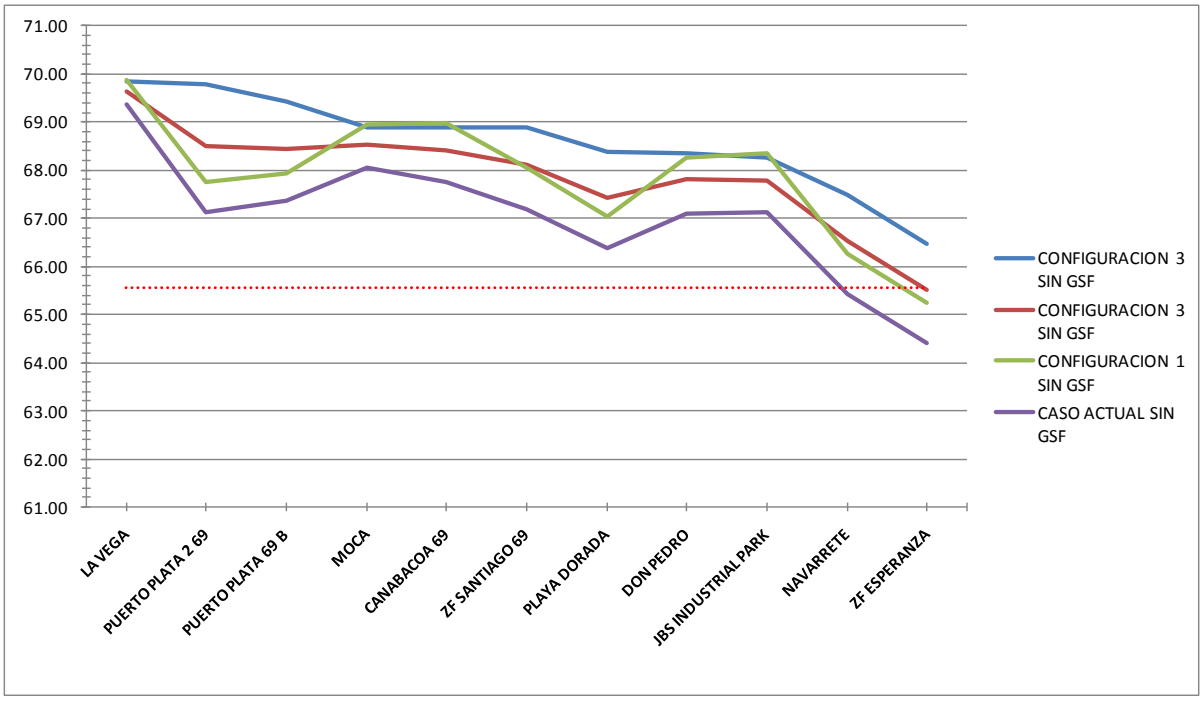

Figura 29. Comparación de los Perfiles de Voltajes en S/E a 69 kV Zona Norte – Caso 8.

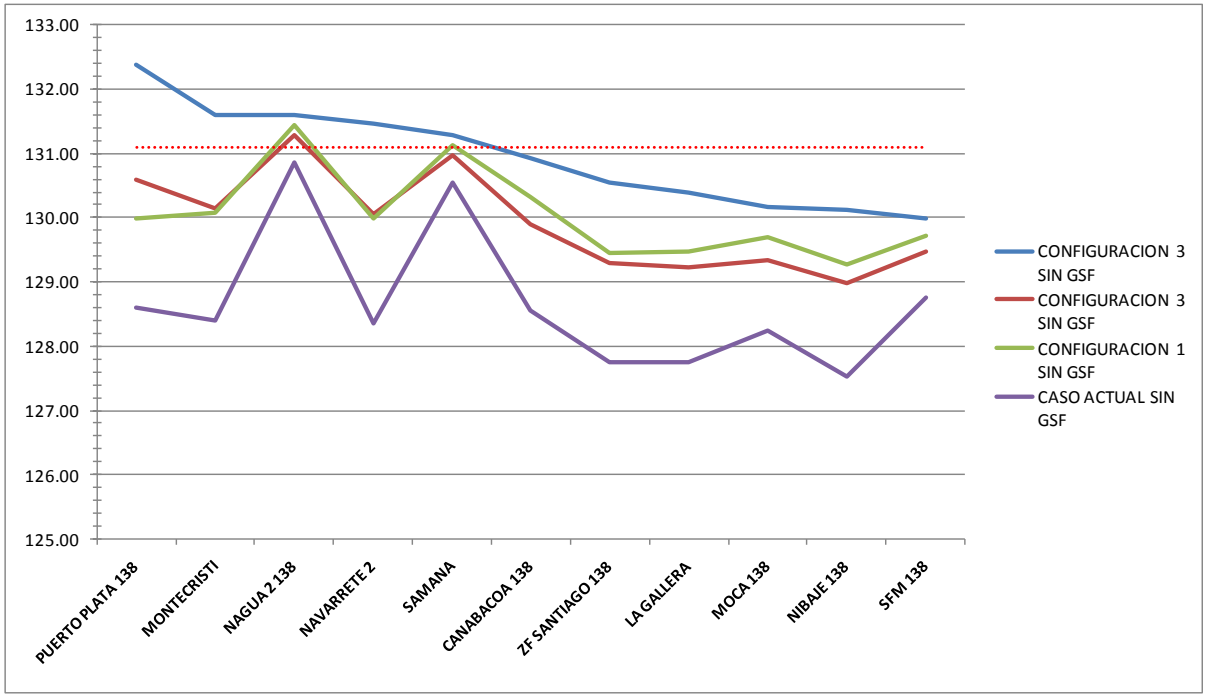

Figura 30. Comparación de los Perfiles de Voltajes en S/E a 138 kV Zona Norte – Caso 8.

En la siguiente tabla se presenta el estado de los flujos de potencia en las líneas Palamara – Bonao II y Bonao II Canabacoa.

Flujos en las Líneas					
Líneas	**S**	**P**	**Q**	**FP**	**%**
Palamara - Bonao II	60.11	57.23	-18.38	0.95	75.14
Bonao II - Canabacoa	71.95	71.56	-7.50	0.99	89.94

Tabla 24. Flujos en Líneas Palamara – Bonao II y Bonao II - Canabacoa – Caso 8.

En la siguiente tabla se presenta los perfiles de voltajes de algunas de las subestaciones de la zona de Santo Domingo considerando la configuración 3 de ubicación de los bancos de capacitores.

SUBESTACION	Volt. Nom.	CONFIGURACION 3 SIN GSF	
		kV	p.u.
HAINA 69	69	67.11	0.97
METROPOLITANO	69	66.93	0.97
LISTIN DIARIO	69	66.90	0.97
KILOMETRO 10.5 B	69	66.81	0.97
HERRERA	69	66.79	0.97
REFINERIA DE PETROLEO	69	66.72	0.97
MULTIQUIMICA	69	66.67	0.97
PIISA	69	66.63	0.97
INTERQUIMICA	69	66.55	0.96
ITABO	138	132.62	0.96
HAINA 138	138	132.45	0.96
PALAMARA 138	138	132.13	0.96
HERRERA 138	138	131.86	0.96
METALDOM 138	138	131.82	0.96
MATADERO 138	138	131.78	0.95
UASD 138	138	131.67	0.95
LOS PRADOS	138	131.56	0.95
CNP 138	138	131.54	0.95
EMBAJADOR	138	131.52	0.95
METROPOLITANO 138	138	131.47	0.95
PARAISO	138	131.43	0.95

Tabla 25. Perfiles de Voltajes Zona Santo Domingo – Caso 8.

En la figura 31 se presenta una comparación del comportamiento de los perfiles de voltajes en algunas de las subestaciones de la zona de Santo Domingo considerando la central San Felipe fuera de operación y las diferentes configuraciones de ubicación de los bancos de capacitores.

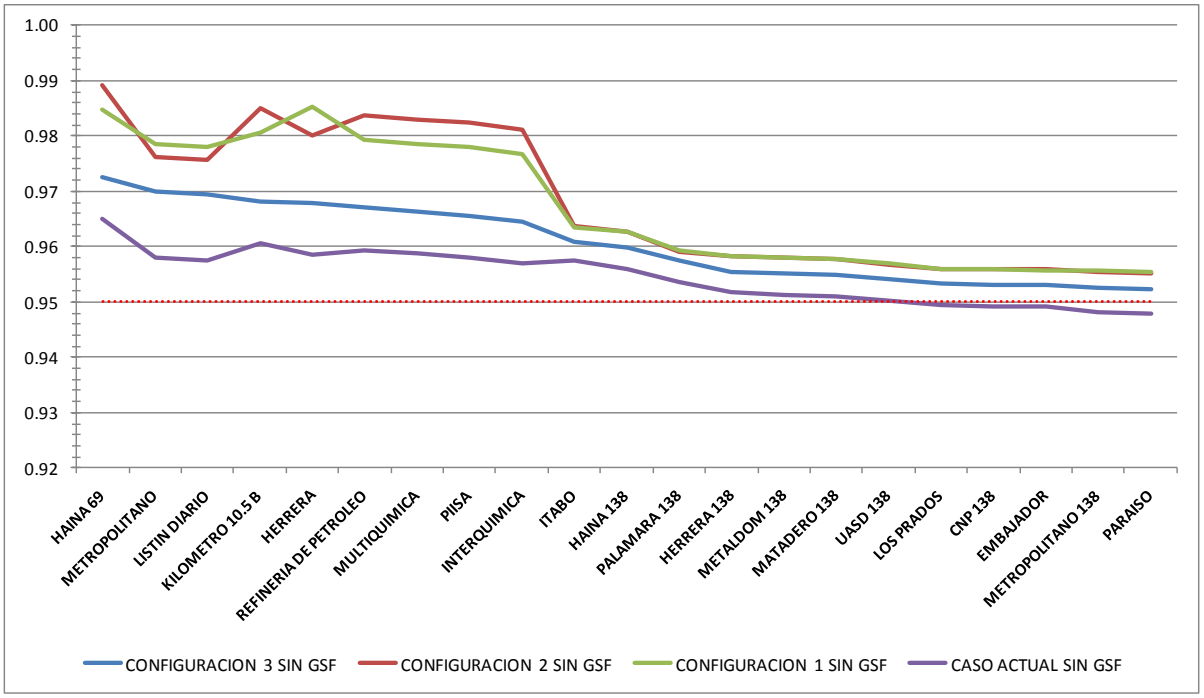

Figura 31. Comparación de los Perfiles de Voltajes Zona Santo Domingo – Caso 8.

8.9 Caso 9 – Configuración 1 – Red 2010 con y sin San Felipe

En este caso se consideró la entrada en servicio de las líneas a 345 kV y usadas de manera temporal a 138 kV.

Se consideró la configuración 1 de ubicación de los bancos de capacitores, sustitución del banco de 20 MVAr de Canabacoa por uno de 40 MVAr en, 20 MVAr en Metropolitano y 20 MVAr en Herrera Nueva.

En la siguiente tabla se presenta los perfiles de voltajes de algunas subestaciones de la zona norte considerando la operación de la central San Felipe y configuración 1 para la ubicación de los bancos de capacitores.

SUBESTACION	Volt. Nom.	Con GSF		Sin GSF	
		kV	p.u.	kV	p.u.
LA VEGA	69	71.14	1.03	71.01	1.03
MOCA	69	70.58	1.02	69.75	1.01
CANABACOA 69	69	71.00	1.03	69.54	1.01
ZF SANTIAGO 69	69	70.41	1.02	68.01	0.99
PUERTO PLATA 69 B	69	70.73	1.03	67.71	0.98
PUERTO PLATA 2 69	69	70.68	1.02	67.55	0.98
PLAYA DORADA	69	69.83	1.01	66.80	0.97
NAVARRETE	69	68.58	0.99	65.93	0.96
ZF ESPERANZA	69	67.47	0.98	64.79	0.94
PUERTO PLATA 138	138	136.27	0.99	129.78	0.94
NAVARRETE 2	138	134.95	0.98	129.97	0.94
MONTECRISTI	138	134.69	0.98	129.59	0.94
CANABACOA 138	138	134.36	0.97	131.01	0.95
ZF SANTIAGO 138	138	134.06	0.97	129.66	0.94
LA GALLERA	138	133.85	0.97	129.83	0.94
NIBAJE 138	138	133.53	0.97	129.64	0.94
MOCA 138	138	132.91	0.96	130.21	0.94
NAGUA 2 138	138	132.77	0.96	131.69	0.95
SAMANA	138	132.36	0.96	131.26	0.95
SFM 138	138	131.71	0.95	130.06	0.94

Tabla 26. Perfiles de Voltajes Zona Norte con la configuración 1 y con/ sin la operación de GSF – Caso 8.

En las siguientes figuras se muestra una comparación de los perfiles de voltajes de algunas subestaciones de la zona norte considerando la operación de la central San Felipe y configuración 1 para la ubicación de los bancos de capacitores.

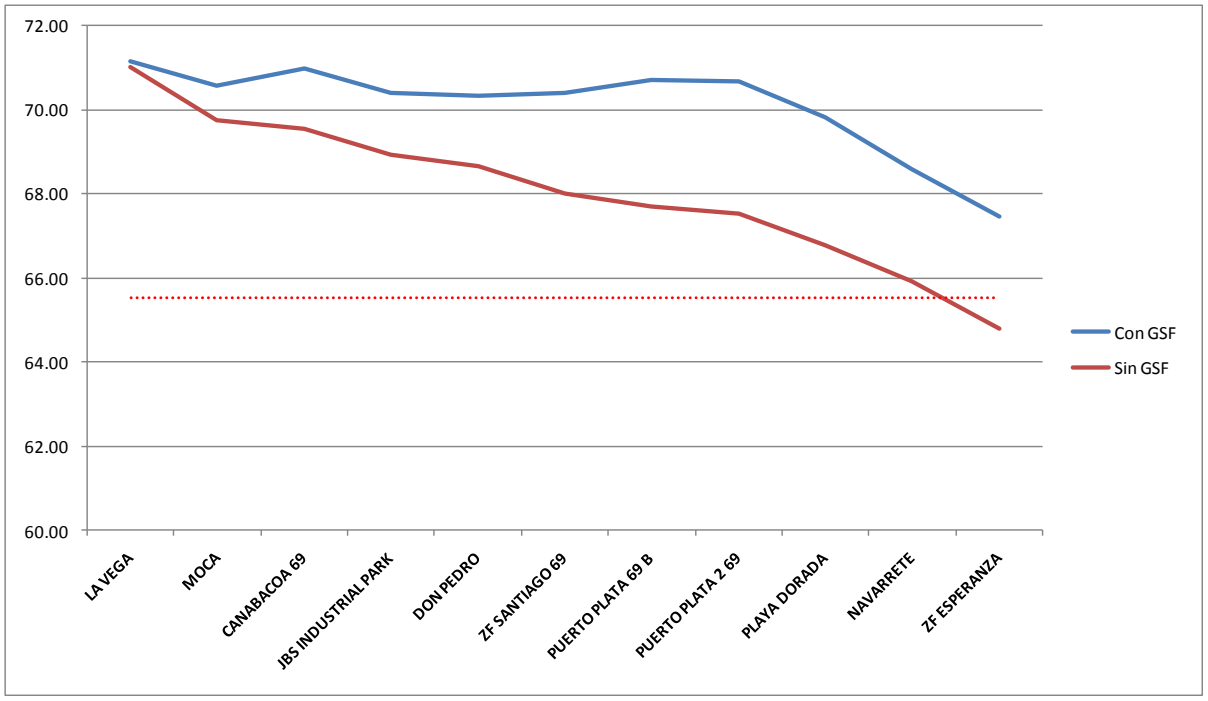

Figura 32. Comparación de los Perfiles de Voltajes en S/E a 69 kV Zona Norte – Caso 9.

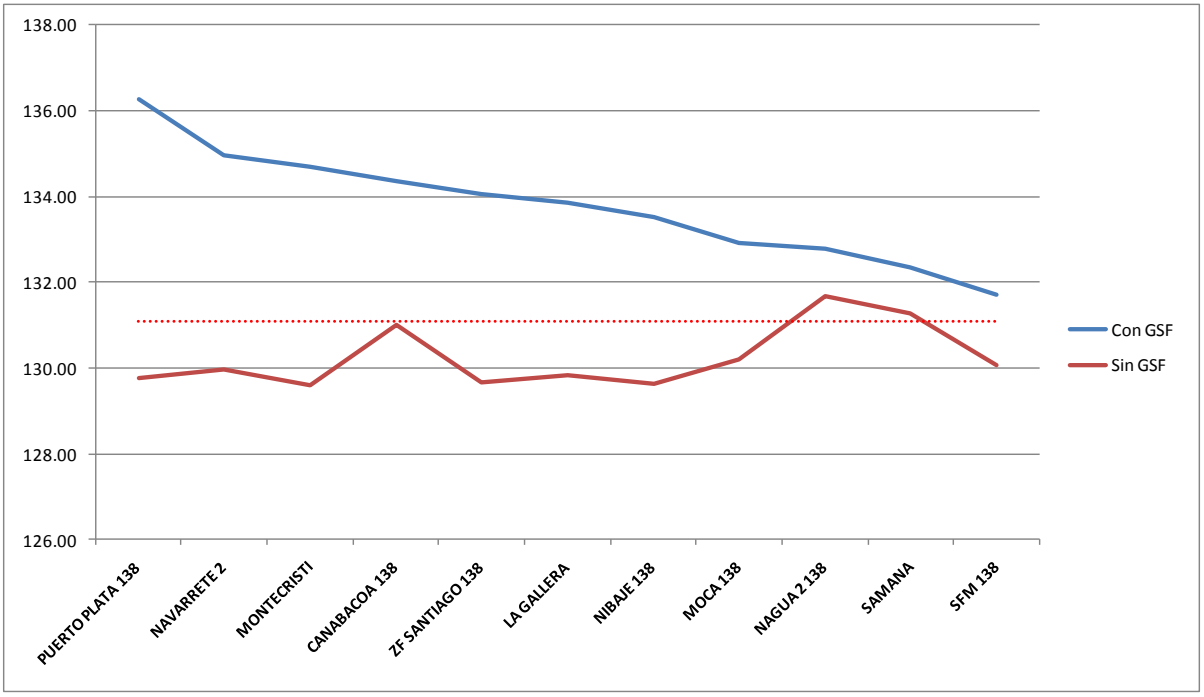

Figura 33. Comparación de los Perfiles de Voltajes en S/E a 69 kV Zona Norte – Caso 9.

En las dos figuras anteriores se puede apreciar que sin la central San Felipe en operación los perfiles de voltajes en la red a 138 kV se mantienen por debajo del límite inferior permitido por las normas.

En la siguiente tabla se presenta el comportamiento de los flujos de potencia en las líneas de enlace con la zona norte.

Flujos en las Líneas										
Líneas	S		P		Q		FP		%	
	Con GSF	Sin GSF	Con GSF	Sin GSF	Con GSF	Sin GSF	Con GSF	Sin GSF	Con GSF	Sin GSF
Palamara - Bonao II	11.90	38.67	-6.83	35.79	-9.75	-14.64	-0.57	0.93	14.88	48.34
Bonao II - Canabacoa	11.18	44.95	9.83	44.67	-5.33	-5.01	0.88	0.99	13.98	56.19
Itabo - Canabacoa	11.54	41.92	2.00	41.36	-11.37	-6.85	0.17	0.99	3.80	13.84
Palamara - Canabacoa	12.33	43.48	2.68	42.94	-12.04	-6.88	0.22	0.99	4.07	14.37

Tabla 27. Flujos en Líneas de Enlace con la Zona Norte – Caso 9.

En la tabla se presenta el comportamiento de los perfiles de voltajes en algunas de las subestaciones de la zona de Santo Domingo.

SUBESTACION	Volt. Nom.	Con GSF		Sin GSF	
		kV	p.u.	kV	p.u.
HAINA 69	69	68.20	0.99	68.96	1.00
HERRERA	69	68.07	0.99	68.76	1.00
KILOMETRO 10.5 B	69	67.87	0.98	68.63	0.99
REFINERIA DE PETROLEO	69	67.80	0.98	68.56	0.99
PIISA	69	67.70	0.98	68.47	0.99
INTERQUIMICA	69	67.63	0.98	68.39	0.99
METROPOLITANO	69	67.29	0.98	67.84	0.98
ITABO	138	131.92	0.96	132.66	0.96
HAINA 138	138	131.79	0.96	132.53	0.96
PALAMARA 138	138	131.73	0.95	132.25	0.96
HERRERA 138	138	131.00	0.95	131.70	0.95
UASD 138	138	130.81	0.95	131.43	0.95
METALDOM 138	138	130.80	0.95	131.46	0.95
CNP 138	138	130.75	0.95	131.33	0.95
METROPOLITANO 138	138	130.73	0.95	131.34	0.95
PARAISO	138	130.69	0.95	131.30	0.95
LOS PRADOS	138	130.61	0.95	131.30	0.95
EMBAJADOR	138	130.53	0.95	131.21	0.95

Tabla 28. Perfiles de Voltajes Zona Santo Domingo – Caso 9.

En la figura siguiente se muestra el comportamiento de los perfiles de voltajes de algunas de la subestaciones a 69 kV y a 138 kV de la zona de Santo Domingo.

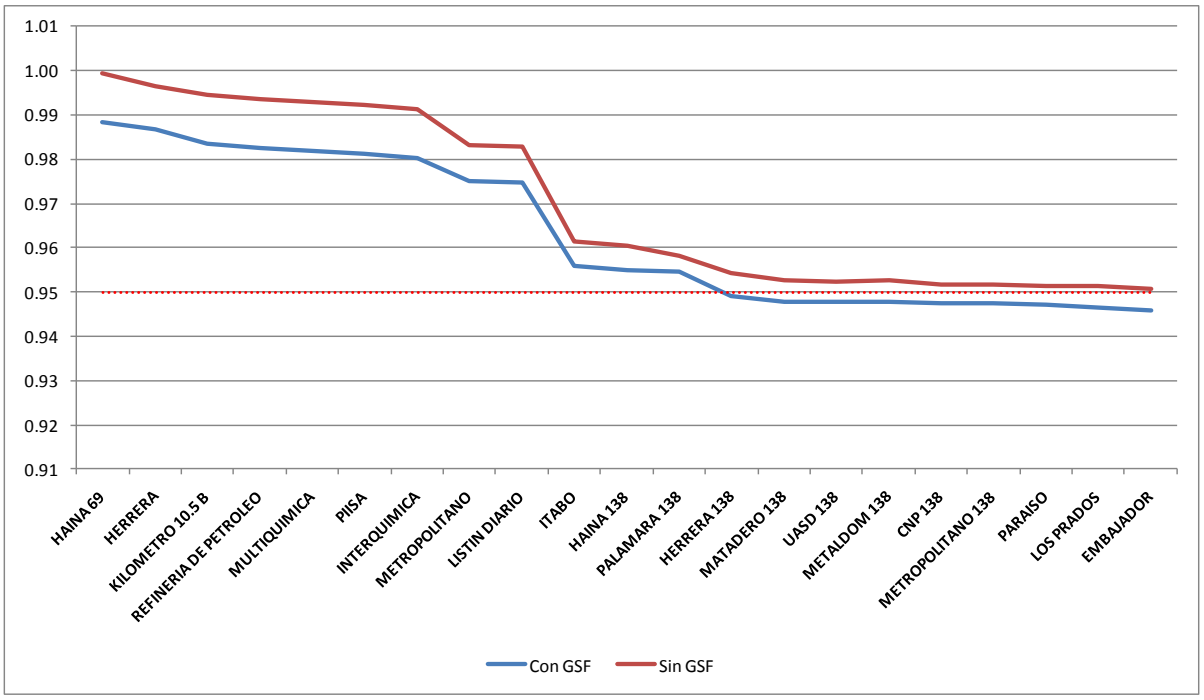

Figura 34. Perfiles de Voltajes Zona Santo Domingo – Caso 9.

8.10 Caso 10 – Configuración 2 – Red 2010 con y sin San Felipe

En este caso se consideró la entrada en servicio de las líneas a 345 kV y usadas de manera temporal a 138 kV.

Se consideró la configuración 2 de ubicación de los bancos de capacitores, sustitución del banco de capacitores de 20 MVAr de Haina por uno de 40 MVAr, 20 MVAr en Metropolitano y 20 MVAr en Puerto Plata II.

En la siguiente tabla se presenta los perfiles de voltajes de algunas subestaciones de la zona norte considerando la operación de la central San Felipe y configuración 2 para la ubicación de los bancos de capacitores.

SUBESTACION	Volt. Nom.	Con GSF		Sin GSF	
		kV	p.u.	kV	p.u.
PUERTO PLATA 2 69	69	72.69	1.05	68.91	1.00
PUERTO PLATA 69 B	69	72.50	1.05	68.89	1.00
PLAYA DORADA	69	71.44	1.04	67.84	0.98
ZF SANTIAGO 69	69	71.41	1.03	68.44	0.99
LA VEGA	69	71.24	1.03	70.78	1.03
CANABACOA 69	69	71.05	1.03	69.17	1.00
MOCA	69	70.65	1.02	69.43	1.01
DON PEDRO	69	70.58	1.02	68.47	0.99
JBS INDUSTRIAL PARK	69	70.45	1.02	68.55	0.99
NAVARRETE	69	69.92	1.01	66.66	0.97
ZF ESPERANZA	69	68.84	1.00	65.54	0.95
PUERTO PLATA 138	138	139.24	1.01	131.35	0.95
NAVARRETE 2	138	136.88	0.99	130.77	0.95
MONTECRISTI	138	136.68	0.99	130.41	0.95
ZF SANTIAGO 138	138	135.54	0.98	130.15	0.94
CANABACOA 138	138	135.25	0.98	131.08	0.95
LA GALLERA	138	135.12	0.98	130.15	0.94
NIBAJE 138	138	134.71	0.98	129.90	0.94
MOCA 138	138	133.64	0.97	130.23	0.94
NAGUA 2 138	138	133.08	0.96	131.66	0.95
SAMANA	138	132.67	0.96	131.24	0.95
SFM 138	138	132.17	0.96	130.02	0.94

Tabla 29. Perfiles de Voltajes Zona Norte con la configuración 2 y con/ sin la operación de GSF – Caso 10.

En las siguientes figuras se muestra una comparación de los perfiles de voltajes de algunas subestaciones de la zona norte considerando la operación de la central San Felipe y configuración 2 para la ubicación de los bancos de capacitores.

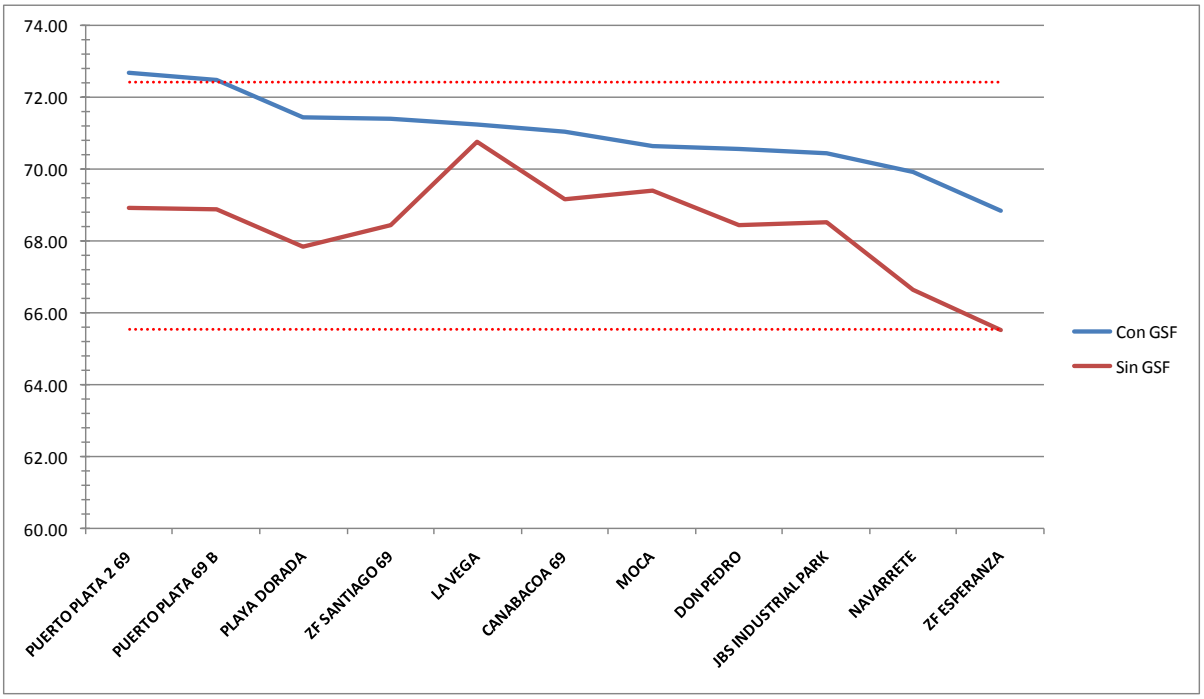

Figura 35. Comparación de los Perfiles de Voltajes en S/E a 69 kV Zona Norte – Caso 10.

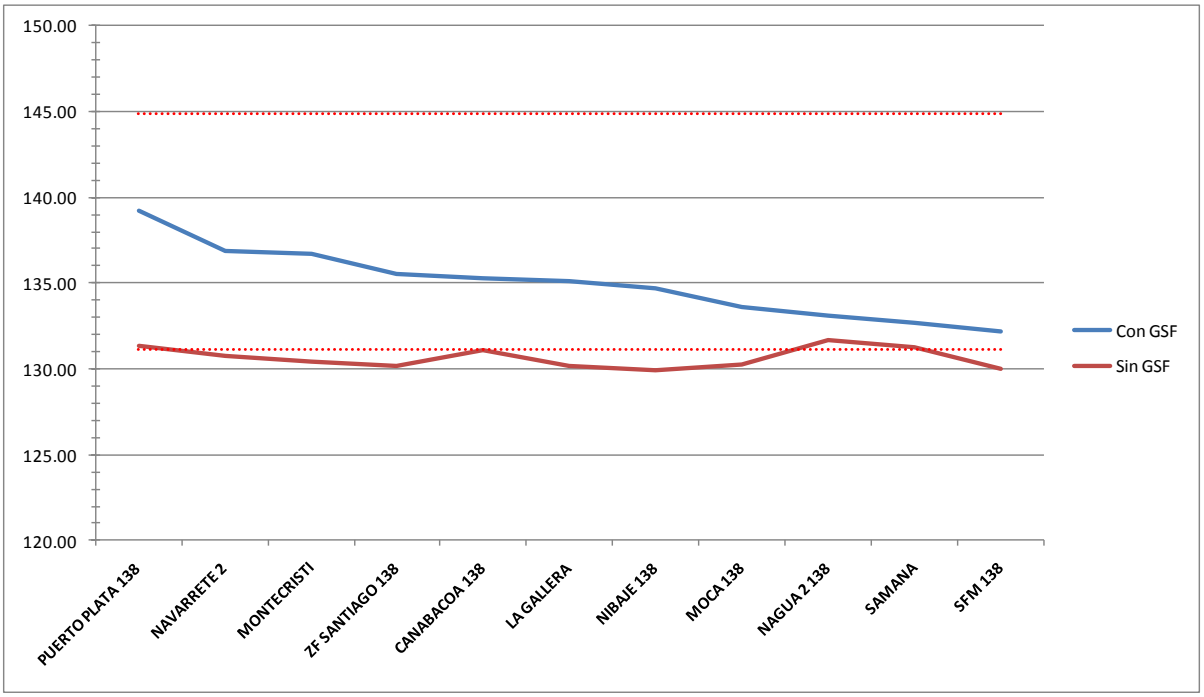

Figura 36. Comparación de los Perfiles de Voltajes en S/E a 138 kV Zona Norte – Caso 10.

En las siguientes figuras se muestra una comparación de los perfiles de voltajes de algunas subestaciones de la zona norte considerando la operación de la central San Felipe y las configuraciones 1 y 2 para la ubicación de los bancos de capacitores.

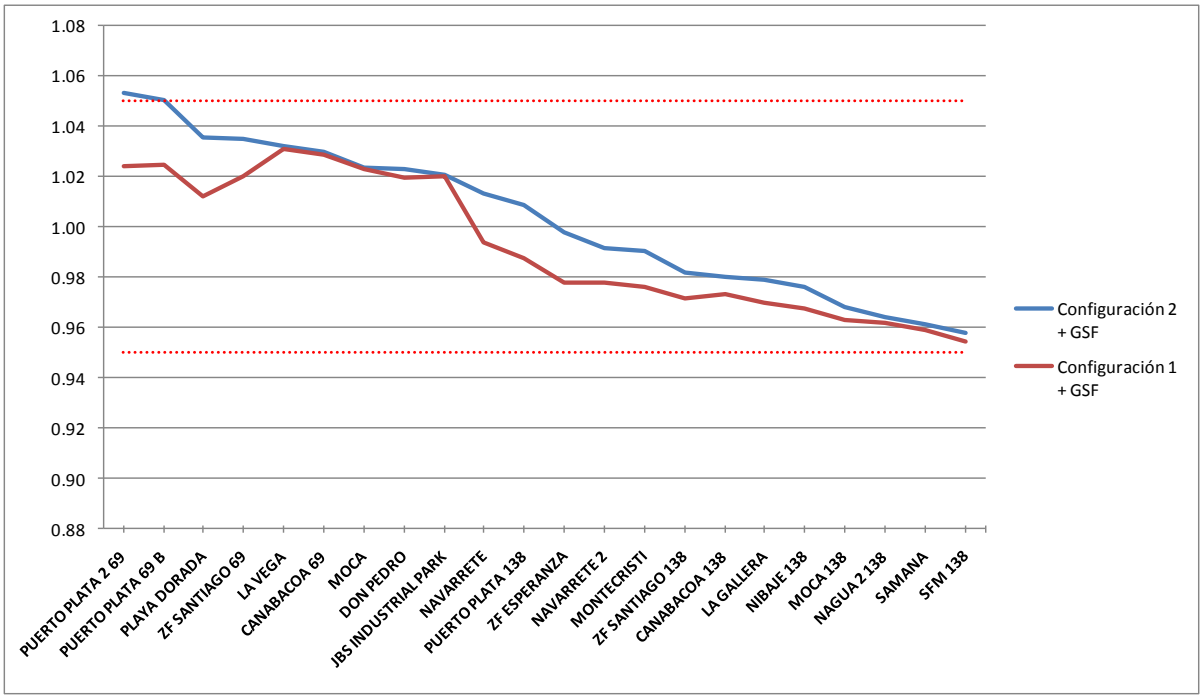

Figura 37. Perfiles de Voltajes Zona Norte con GSF y las configuraciones 1 y 2 – Caso 10.

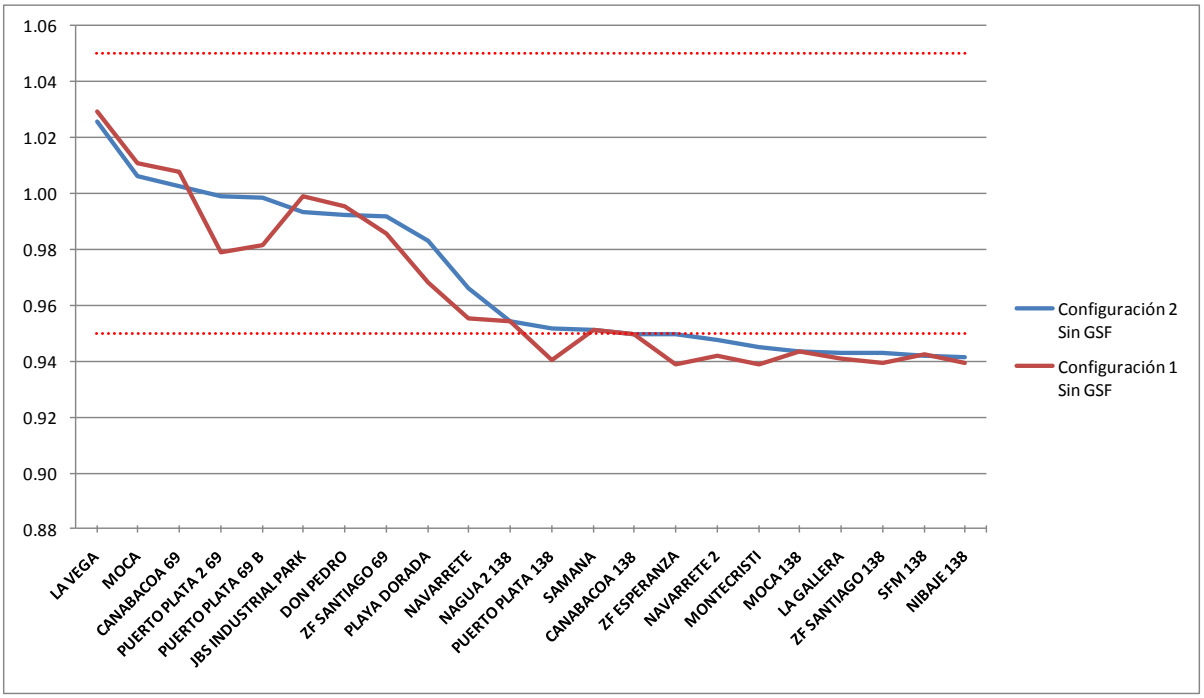

Figura 38. Perfiles de Voltajes Zona Norte sin GSF y las configuraciones 1 y 2– Caso 10.

En la siguiente tabla se presenta el comportamiento de los flujos de potencia en las líneas de enlace con la zona norte.

Flujos en las Líneas										
Líneas	S		P		Q		FP		%	
	Con GSF	Sin GSF	Con GSF	Sin GSF	Con GSF	Sin GSF	Con GSF	Sin GSF	Con GSF	Sin GSF
Palamara - Bonao II	12.08	38.59	-6.90	35.85	-9.92	-14.29	-0.57	0.93	15.10	48.24
Bonao II - Canabacoa	12.04	44.93	9.76	44.66	-7.05	-4.85	0.81	0.99	15.05	56.16
Itabo - Canabacoa	12.38	41.87	2.00	41.35	-12.21	-6.57	0.16	0.99	4.06	13.83
Palamara - Canabacoa	13.40	43.44	2.76	42.93	-13.11	-6.61	0.21	0.99	4.40	14.37

Tabla 30. Flujos en Líneas de Enlace con la Zona Norte – Caso 10.

En la siguiente tabla se presenta el comportamiento de los perfiles de voltajes en algunas de las subestaciones de la zona de Santo Domingo.

SUBESTACION	Volt. Nom.	Con GSF		Sin GSF	
		kV	p.u.	kV	p.u.
HAINA 69	69	69.13	1.00	68.26	0.99
KILOMETRO 10.5 B	69	68.81	1.00	67.93	0.98
REFINERIA DE PETROLEO	69	68.74	1.00	67.86	0.98
MULTIQUIMICA	69	68.69	1.00	67.81	0.98
PIISA	69	68.65	0.99	67.76	0.98
HERRERA	69	68.57	0.99	67.75	0.98
INTERQUIMICA	69	68.57	0.99	67.69	0.98
METROPOLITANO	69	67.74	0.98	67.07	0.97
LISTIN DIARIO	69	67.71	0.98	67.03	0.97
ITABO	138	132.90	0.96	131.89	0.96
HAINA 138	138	132.76	0.96	131.77	0.95
PALAMARA 138	138	132.50	0.96	131.71	0.95
HERRERA 138	138	131.93	0.96	130.96	0.95
MATADERO 138	138	131.69	0.95	130.78	0.95
UASD 138	138	131.64	0.95	130.76	0.95
METALDOM 138	138	131.68	0.95	130.76	0.95
CNP 138	138	131.53	0.95	130.69	0.95
METROPOLITANO 138	138	131.52	0.95	130.67	0.95
PARAISO	138	131.48	0.95	130.63	0.95
LOS PRADOS	138	131.53	0.95	130.58	0.95
EMBAJADOR	138	131.43	0.95	130.50	0.95

Tabla 31. Perfiles de Voltajes Zona Santo Domingo configuración 2 con/ sin la operación de GSF – Caso 10.

En las siguientes figuras se muestras comparaciones de los perfiles de voltajes con y sin la central San Felipe y la configuración 1 y 2 para la ubicación de los bancos de capacitores.

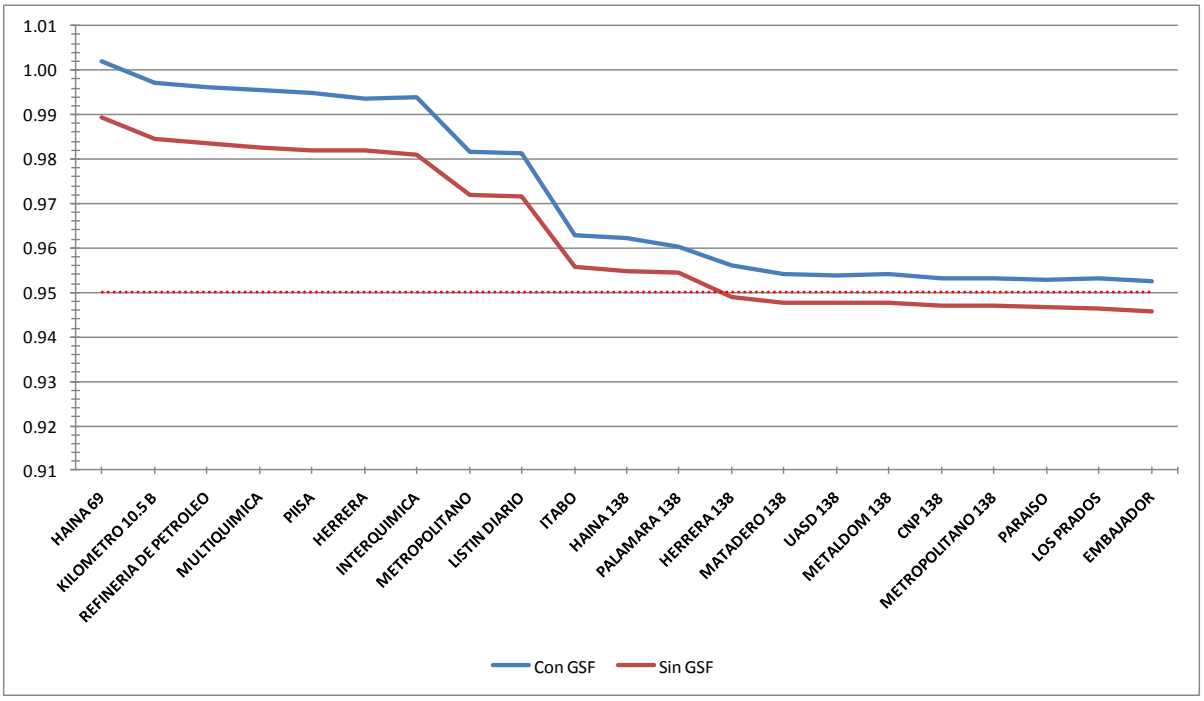

Figura 39. Perfiles de Voltajes Zona Santo Domingo con/sin GSF y la configuración 2– Caso 10.

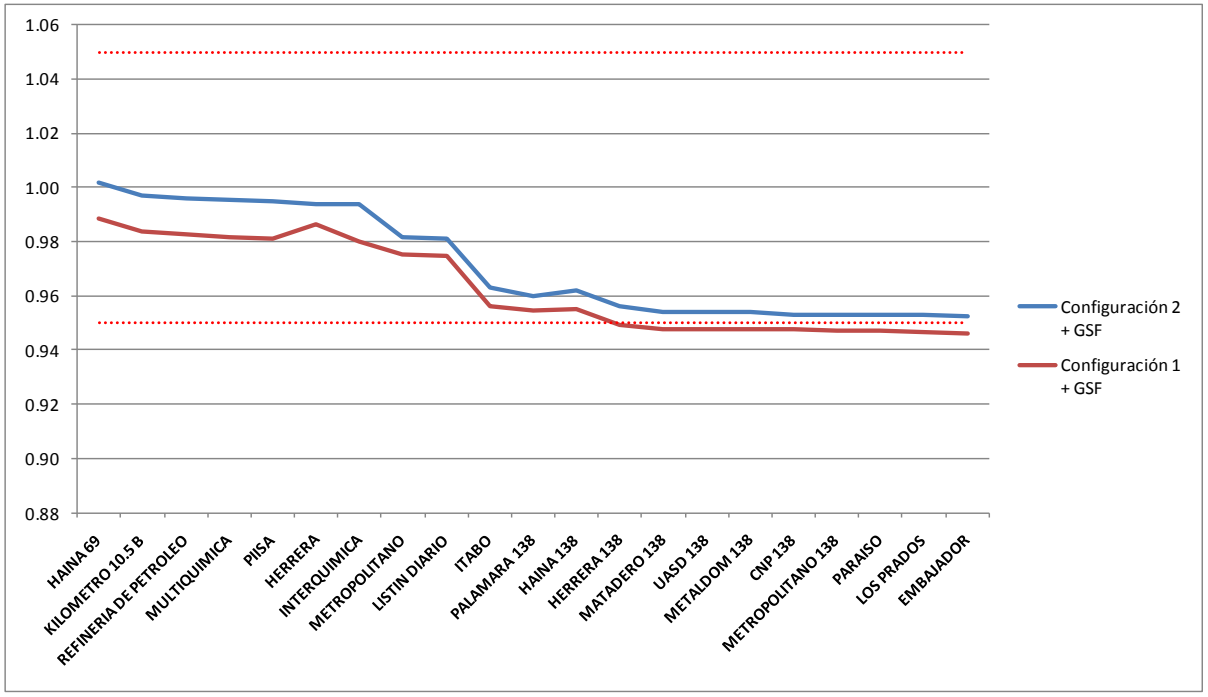

Figura 40. Perfiles de Voltajes Zona Santo Domingo con GSF y las configuraciones 1 y 2– Caso 10.

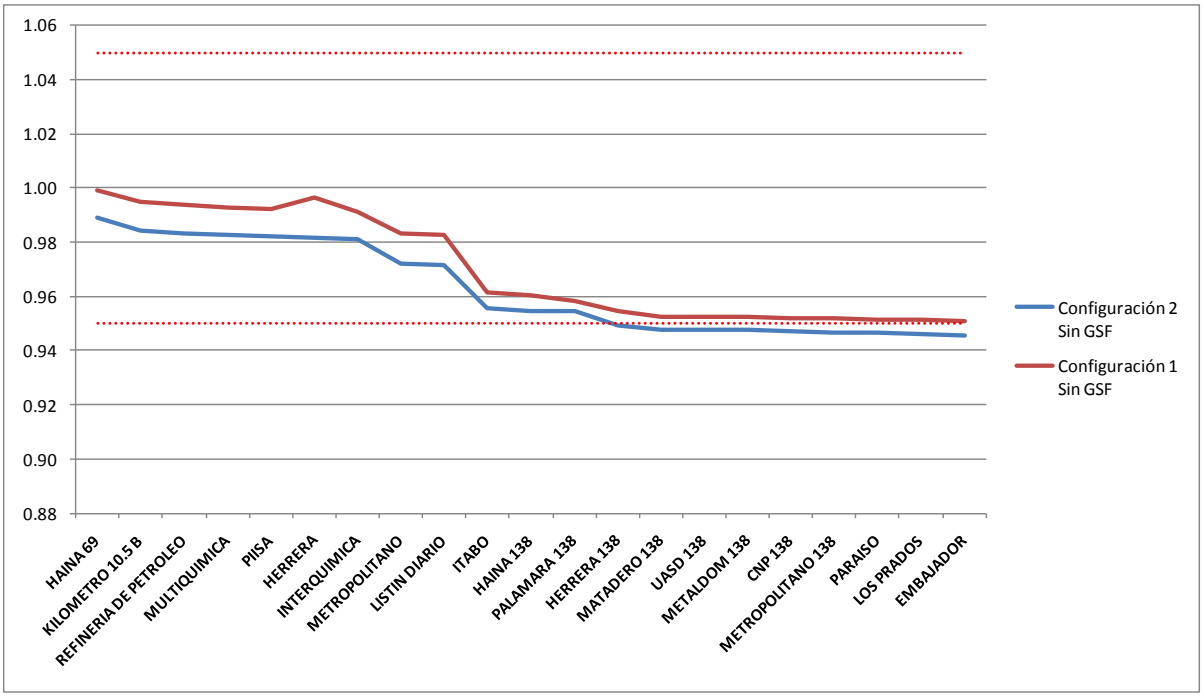

Figura 41. Perfiles de Voltajes Zona Santo Domingo sin GSF y las configuraciones 1 y 2– Caso 10.

8.11 Caso 11 – Configuración 3 – Red 2010 con y sin San Felipe

En este caso se consideró la entrada en servicio de la línea a 345 kV Julio Sauri – El Naranjo y usada de manera temporal a 138 kV.

Se consideró la configuración 3 de ubicación de los bancos de capacitores, la instalación del banco de capacitores de 40 MVAr en Puerto Plata II y otro de 20 MVAr en Metropolitano.

En la siguiente tabla se presentan los perfiles de voltajes de algunas subestaciones de la zona norte considerando la operación de la central San Felipe y configuración 2 para la ubicación de los bancos de capacitores.

SUBESTACION	Volt. Nom.	Con GSF		Sin GSF	
		kV	p.u.	kV	p.u.
PUERTO PLATA 2 69	69	82.59	1.20	70.97	1.03
PUERTO PLATA 69 B	69	82.18	1.19	70.70	1.02
PLAYA DORADA	69	80.76	1.17	69.28	1.00
ZF SANTIAGO 69	69	78.71	1.14	69.74	1.01
NAVARRETE	69	78.23	1.13	68.24	0.99
ZF ESPERANZA	69	77.27	1.12	67.14	0.97
DON PEDRO	69	76.23	1.10	66.98	0.97
CANABACOA 69	69	76.14	1.10	67.29	0.98
JBS INDUSTRIAL PARK	69	75.59	1.10	66.65	0.97
MOCA	69	74.86	1.08	67.84	0.98
LA VEGA	69	74.37	1.08	69.72	1.01
PUERTO PLATA 138	138	157.16	1.14	134.34	0.97
MONTECRISTI	138	151.14	1.10	132.85	0.96
NAVARRETE 2	138	150.95	1.09	133.14	0.96
ZF SANTIAGO 138	138	147.92	1.07	132.24	0.96
LA GALLERA	138	146.69	1.06	132.11	0.96
NIBAJE 138	138	145.97	1.06	131.81	0.96
CANABACOA 138	138	145.36	1.05	132.78	0.96
MOCA 138	138	142.15	1.03	131.48	0.95
SFM 138	138	137.99	1.00	130.51	0.95
NAGUA 2 138	138	136.97	0.99	131.99	0.96
SAMANA	138	136.60	0.99	131.57	0.95

Tabla 32. Perfiles de Voltajes Zona Norte con la configuración 2 y con/ sin la operación de GSF – Caso 11.

En las siguientes figuras se muestra una comparación de los perfiles de voltajes de algunas subestaciones de la zona norte considerando la operación de la central San Felipe y configuración 3 para la ubicación de los bancos de capacitores.

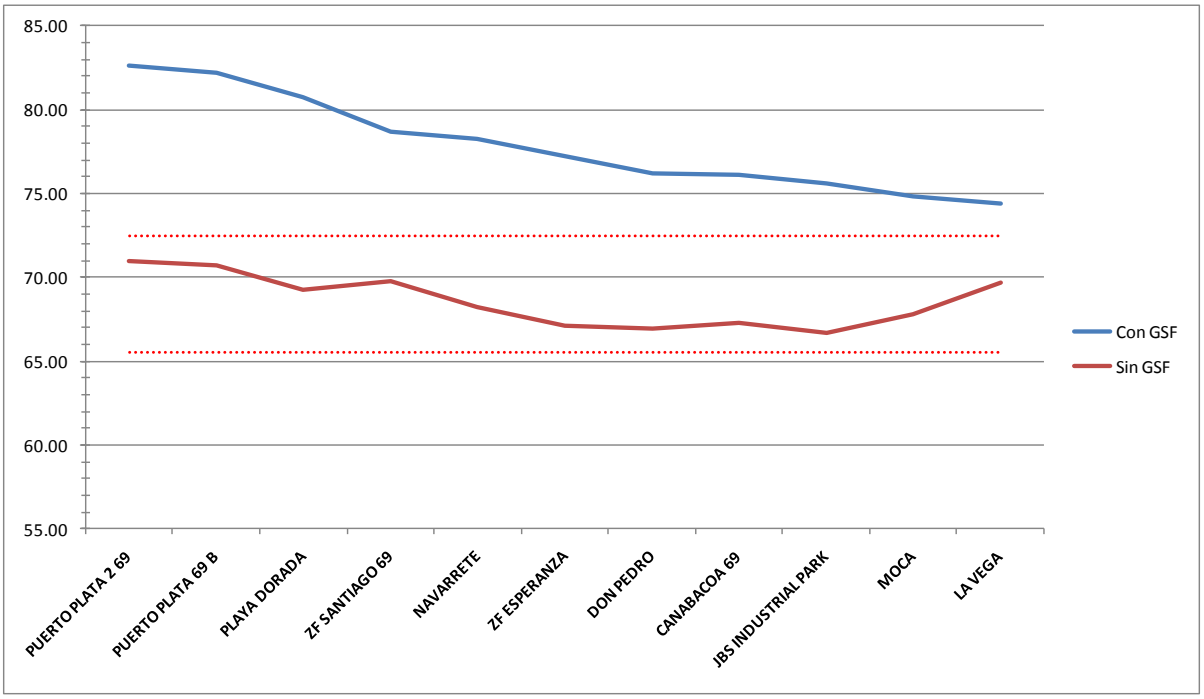

Figura 42. Comparación de los Perfiles de Voltajes en S/E a 69 kV Zona Norte – Caso 11.

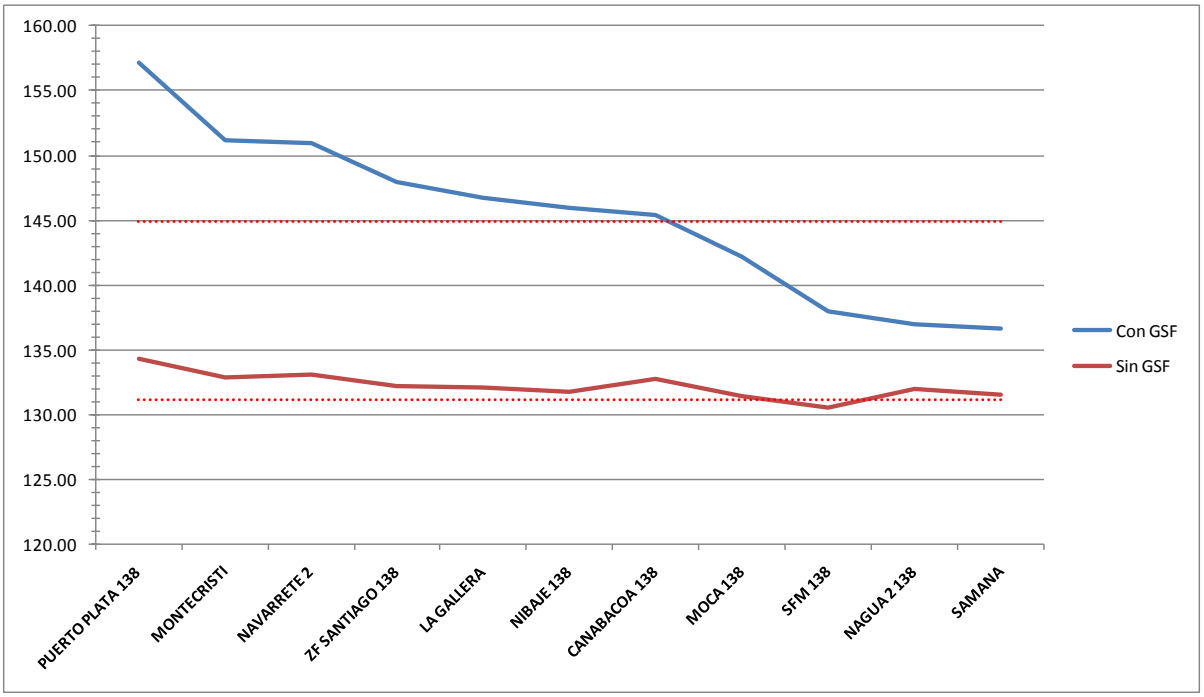

Figura 43. Comparación de los Perfiles de Voltajes en S/E a 138 kV Zona Norte – Caso 11.

En las siguientes figuras se muestra una comparación de los perfiles de voltajes de algunas subestaciones de la zona norte considerando la operación de la central San Felipe y las configuraciones 1, 2, y 3 para la ubicación de los bancos de capacitores.

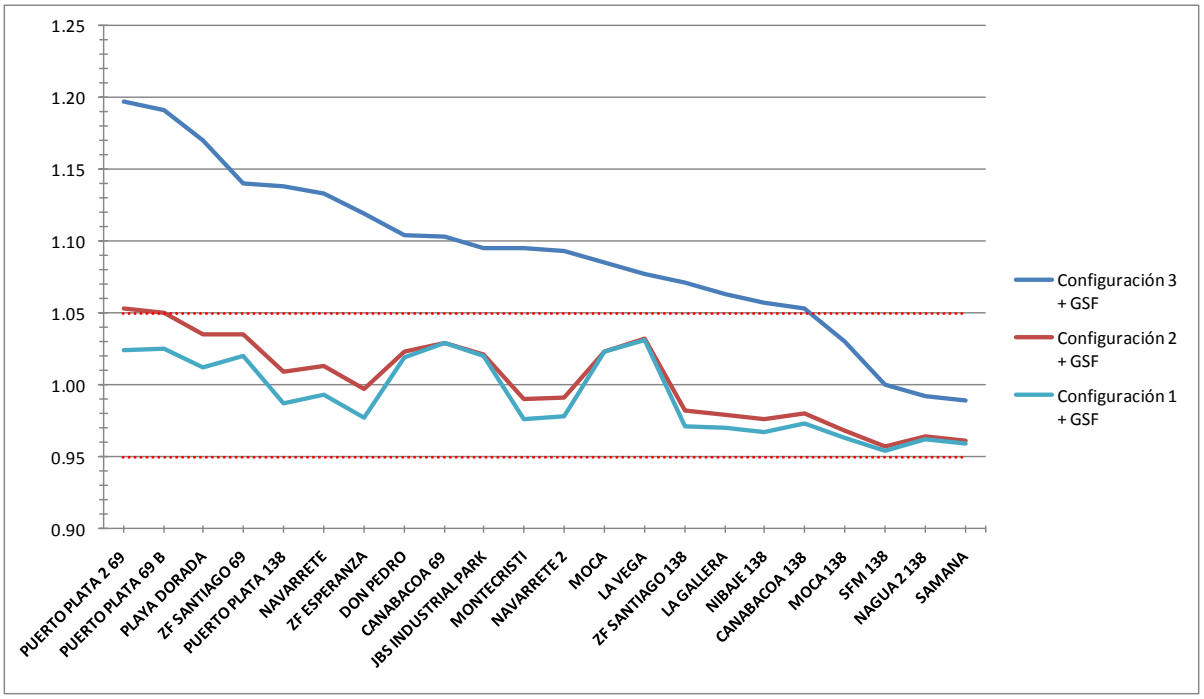

Figura 44. Perfiles de Voltajes Zona Norte con GSF y las configuraciones 1 y 2 – Caso 11.

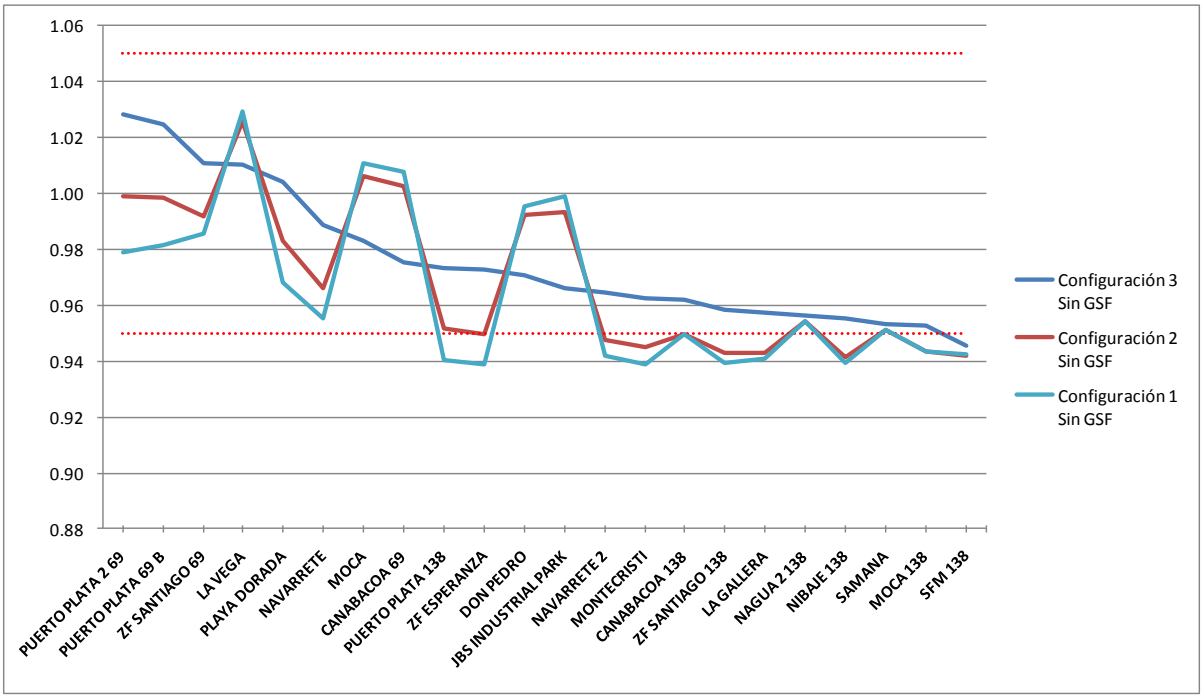

Figura 45. Perfiles de Voltajes Zona Norte sin GSF y las configuraciones 1 y 2– Caso 11.

En la siguiente tabla se presenta el comportamiento de los perfiles de voltajes en algunas de las subestaciones de la zona de Santo Domingo.

SUBESTACION	Volt. Nom.	Con GSF		Sin GSF	
		kV	p.u.	kV	p.u.
HAINA 69	69	69.03	1.00	67.68	0.98
KILOMETRO 10.5 B	69	68.71	1.00	67.35	0.98
REFINERIA DE PETROLEO	69	68.63	0.99	67.27	0.97
MULTIQUIMICA	69	68.59	0.99	67.22	0.97
PIISA	69	68.54	0.99	67.18	0.97
HERRERA	69	68.59	0.99	67.23	0.97
INTERQUIMICA	69	68.47	0.99	67.10	0.97
METROPOLITANO	69	68.06	0.99	66.70	0.97
LISTIN DIARIO	69	68.03	0.99	66.66	0.97
ITABO	138	134.72	0.98	131.73	0.95
HAINA 138	138	134.52	0.97	131.58	0.95
PALAMARA 138	138	134.64	0.98	131.64	0.95
HERRERA 138	138	133.72	0.97	130.79	0.95
MATADERO 138	138	133.40	0.97	130.60	0.95
UASD 138	138	133.30	0.97	130.59	0.95
METALDOM 138	138	133.39	0.97	130.59	0.95
CNP 138	138	133.13	0.96	130.52	0.95
METROPOLITANO 138	138	133.09	0.96	130.47	0.95
PARAISO	138	133.05	0.96	130.43	0.95
LOS PRADOS	138	133.29	0.97	130.41	0.94
EMBAJADOR	138	133.16	0.96	130.32	0.94

Tabla 33. Perfiles de Voltajes Zona Santo Domingo configuración 2 con/ sin la operación de GSF – Caso 11.

En las siguientes figuras se muestras comparaciones de los perfiles de voltajes con y sin la central San Felipe y la configuración 1 y 2 para la ubicación de los bancos de capacitores.

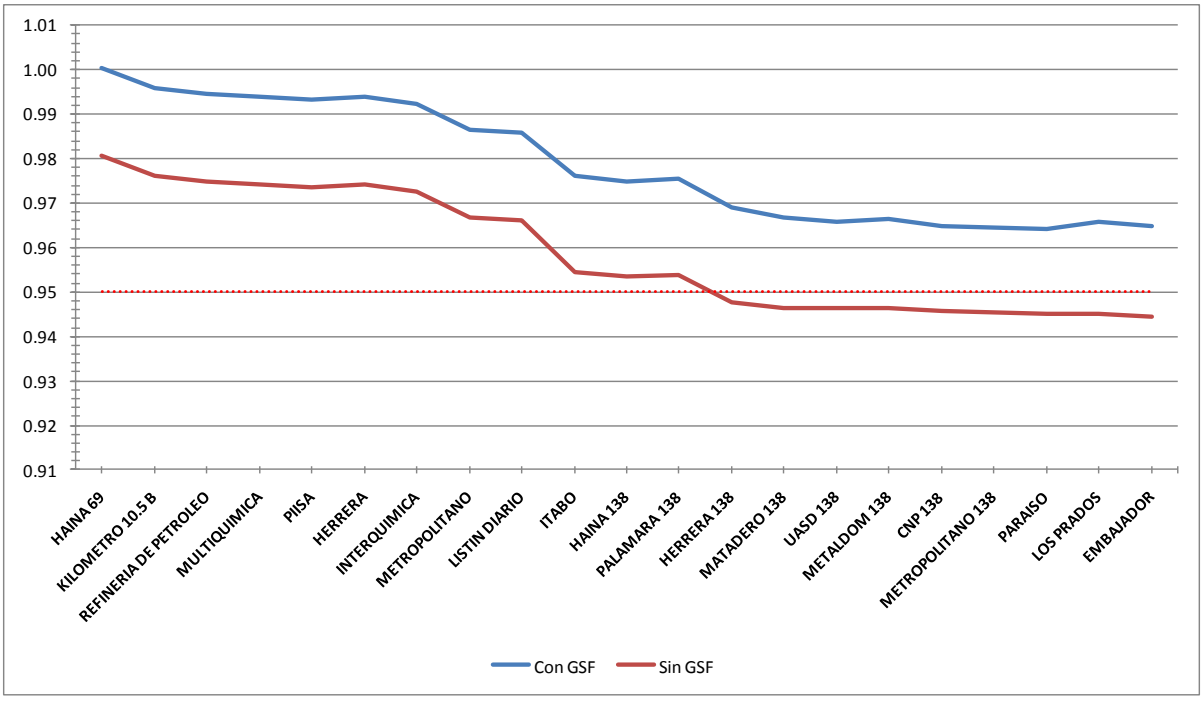

Figura 46. Perfiles de Voltajes Zona Santo Domingo con/sin GSF y la configuración 2– Caso 11.

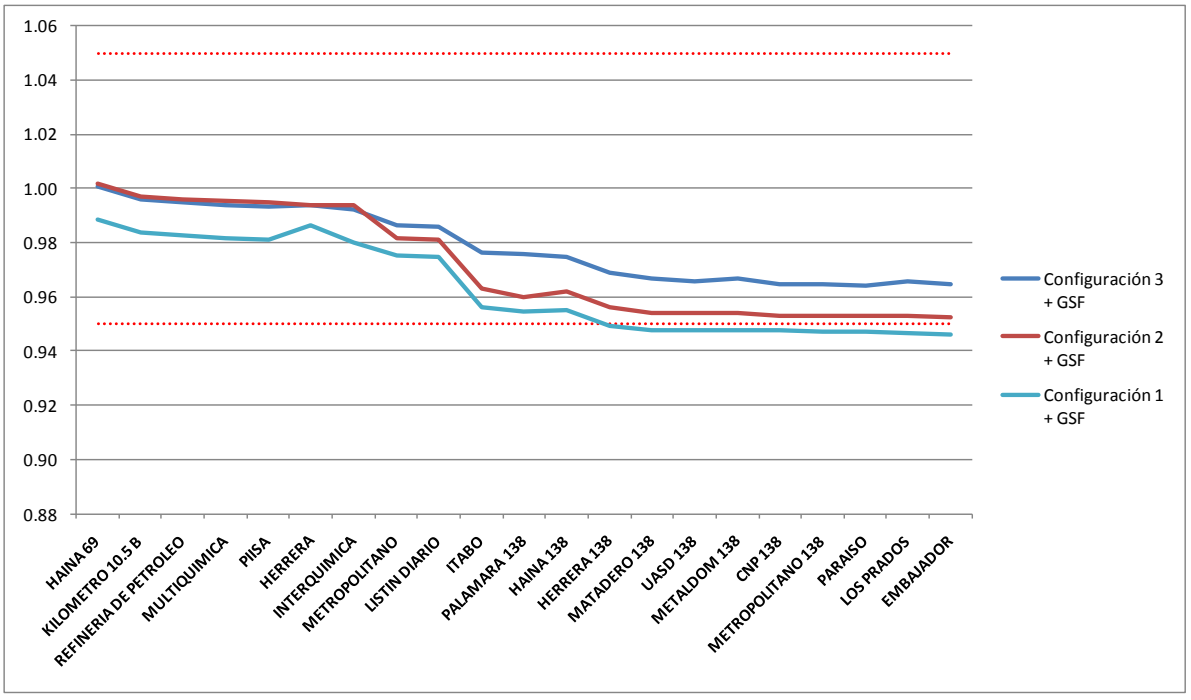

Figura 47. Perfiles de Voltajes Zona Santo Domingo con GSF y las configuraciones 1 y 2– Caso 11.

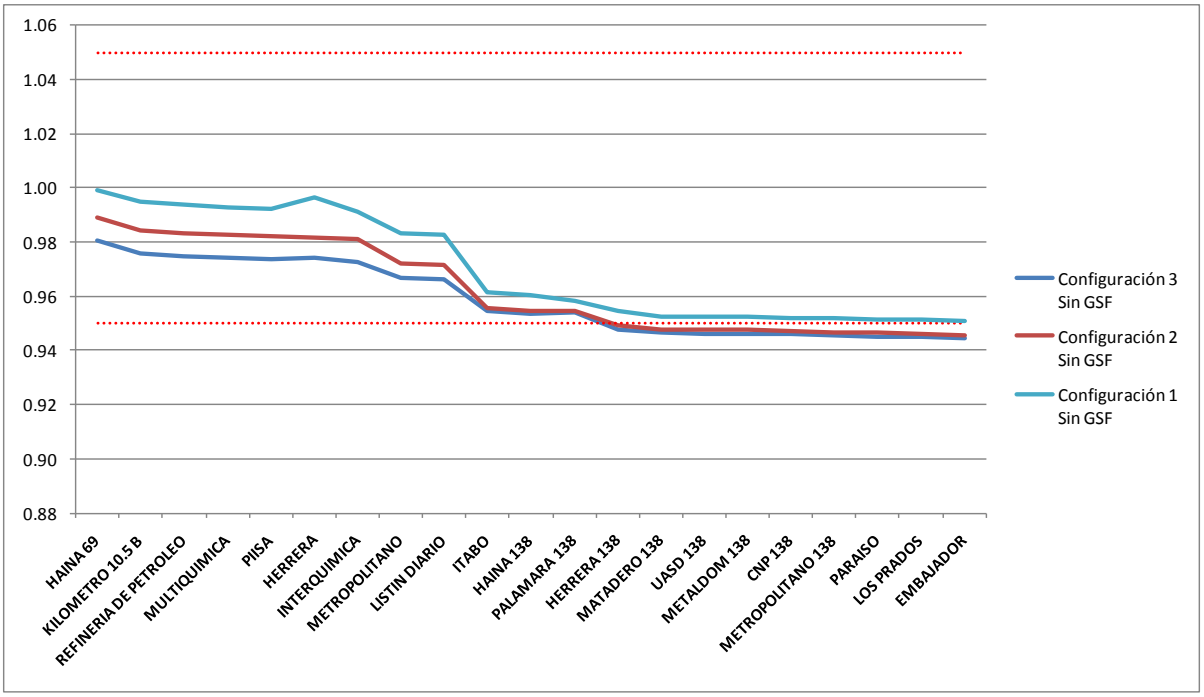

Figura 48. Perfiles de Voltajes Zona Santo Domingo sin GSF y las configuraciones 1 y 2– Caso 11.

9 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Previo a la realización del estudio se hizo una consulta a la Empresa de Transmisión Eléctrica Dominicana (ETED) para identificar los puntos más convenientes de ubicación de los bancos de capacitores en la zona de Santo Domingo y la zona norte, considerando la disponibilidad de espacio físico. De la consulta se determinó que es más factible instalar los bancos de capacitores en las subestaciones Herrera Nueva, Metropolitano y Arroyo Hondo para la zona de Santo Domingo y para la zona norte Puerto Plata II.

Las subestaciones Haina y Canabacoa se consideraron como subestaciones en las cuales se puede hacer un arreglo de configuración en las instalaciones existentes.

Debido a la poca disposición de espacio en las subestaciones de Haina y Canabacoa la acción a tomar sería sustituir el banco de capacitores de 20 MVAr existente en cada subestación según se considere por uno de 40 MVAr, de modo que se disponga de dos bancos de 20 MVAr a instalar en cualquiera de las subestaciones restantes de las consideradas.

Para una mejor distribución de los 60 MVAr disponibles y lograr los mejores perfiles de voltaje, recomendamos que se instale el banco de capacitores de 40 MVAr en la subestación Puerto Plata II y el de 20 MVAr en la subestación de Metropolitano.

Con el objetivo de utilizar al máximo la capacidad de los bancos de capacitores instalados en la subestación de Canabacoa y tener mejores condiciones de voltajes en la red a 138 kV de la zona de Santiago, se recomienda el cambio de la posición del tap del autotransformador de dicha subestación a la posición 17.

En el caso 7, en el cual se considera la central San Felipe en operación y en esta configuración de ubicación de los bancos de capacitores se presentan sobre voltajes tanto en la red a 138 kV como en la red a 69 kV, se recomienda abrir los bancos de capacitores de la subestación Zona Franca Santiago.

En el caso 8, en el cual se considera la configuración de ubicación de los bancos de capacitores recomendada y la central San Felipe fuera de operación, se observa que los perfiles de voltajes permanecen en niveles cercanos a los 0.95 p.u., por lo que concluimos que la operación de la zona norte sin la central San Felipe estará condicionada a los límites de los flujos de potencia en las líneas Palamara – Bonao II y Bonao II – Canabacoa.

Con la instalación de estos 60 MVAr al SENI, 20 MVAr en el área de Santo Domingo y 40 MVAr en la zona norte, se obtiene una mejora sustancial en las condiciones de voltaje en estado estacionario.

En el caso 11 (futuro) donde se consideró la entrada en servicio de las líneas Itabo – Canabacoa y Palamara – Canabacoa (línea 345 kV, utilizada en un nivel de tensión de 138 kV), los perfiles de voltajes de la zona norte mejoran considerablemente, manteniéndose dentro del rango de 0.95 p.u. a 1.03 p.u. Con estos nuevos enlaces mejora bastante la estabilidad de la zona norte y desaparece el problema de intercambio con la zona norte.

Para el caso donde se consideró esta configuración de la red, la instalación de los bancos de capacitores y la central San Felipe fuera de operación, los resultados muestran que los perfiles de voltajes de toda la zona norte estuvieron por encima de 0.95 p.u., por lo que concluimos que la zona norte puede operar sin la generadora San Felipe sin violar los límites de tensión y los límites de flujos de potencia operativos.

Es importante aclarar que el problema de la deficiencia de compensación de potencia reactiva no se soluciona con la instalación de los bancos de capacitores analizados en este estudio, ya que todavía se observan varias subestaciones de las zonas analizadas con problemas de bajo voltaje, específicamente en la red a 138 kV. El Organismo Coordinador tiene en carpeta realizar un estudio de actualización de las necesidades de compensación reactiva a nivel de generación, distribución y transporte, que considere los cambios realizados en la topología del SENI.

Anexos

Anexo 1

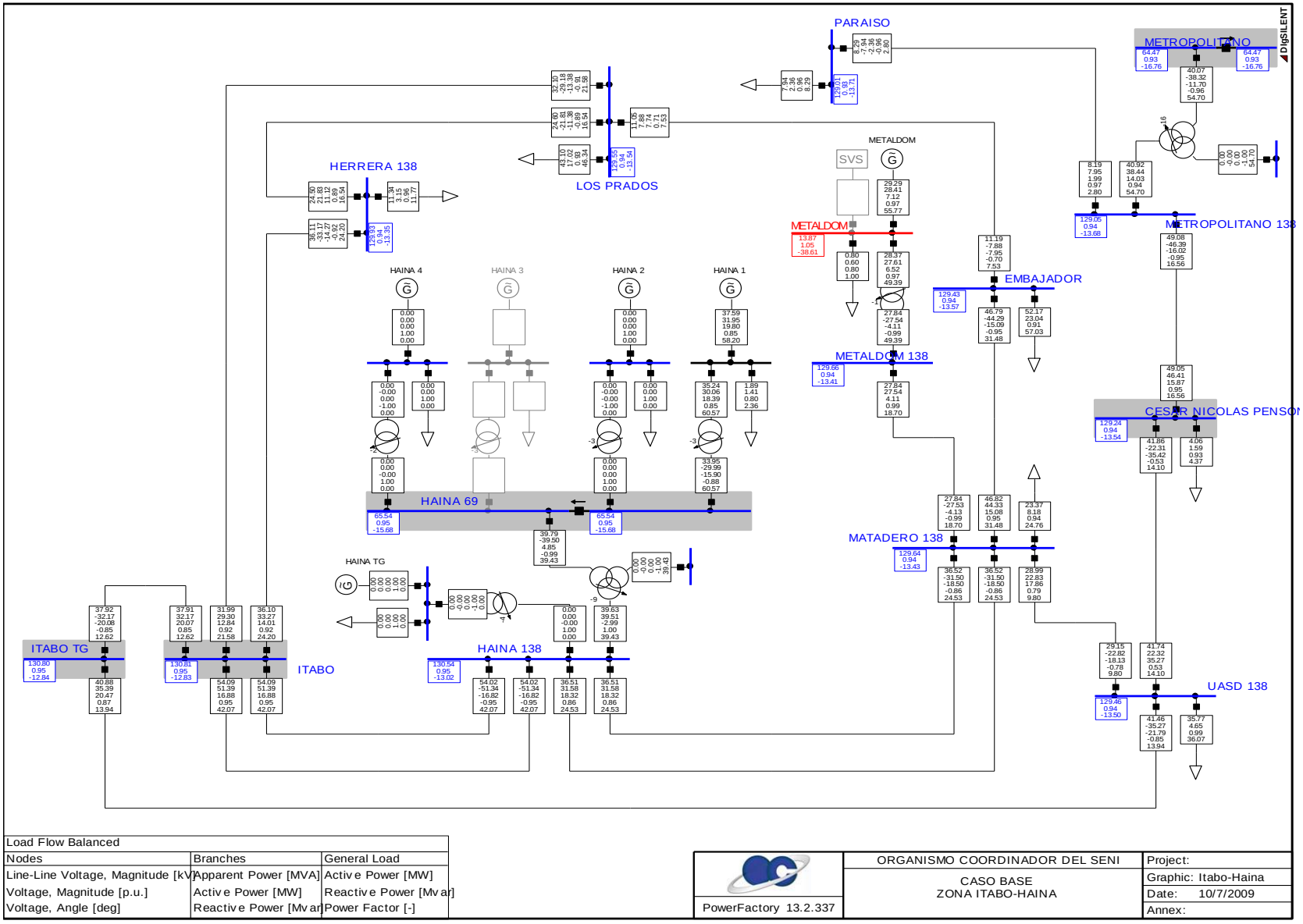

Figura 13. Zona Itabo – Haina – Caso 1.

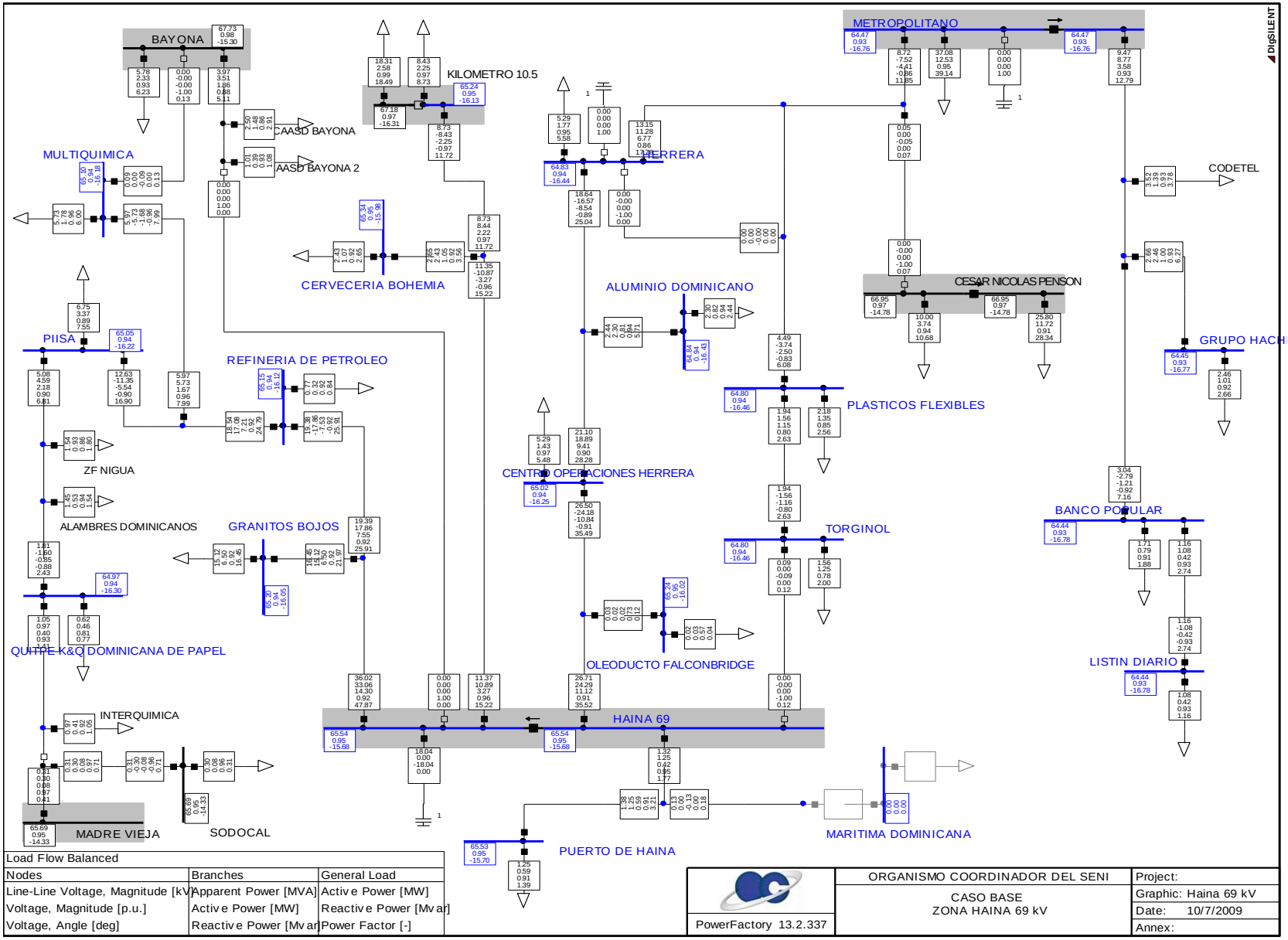

Figura 14. Zona Haina 69 kV – Caso 1.

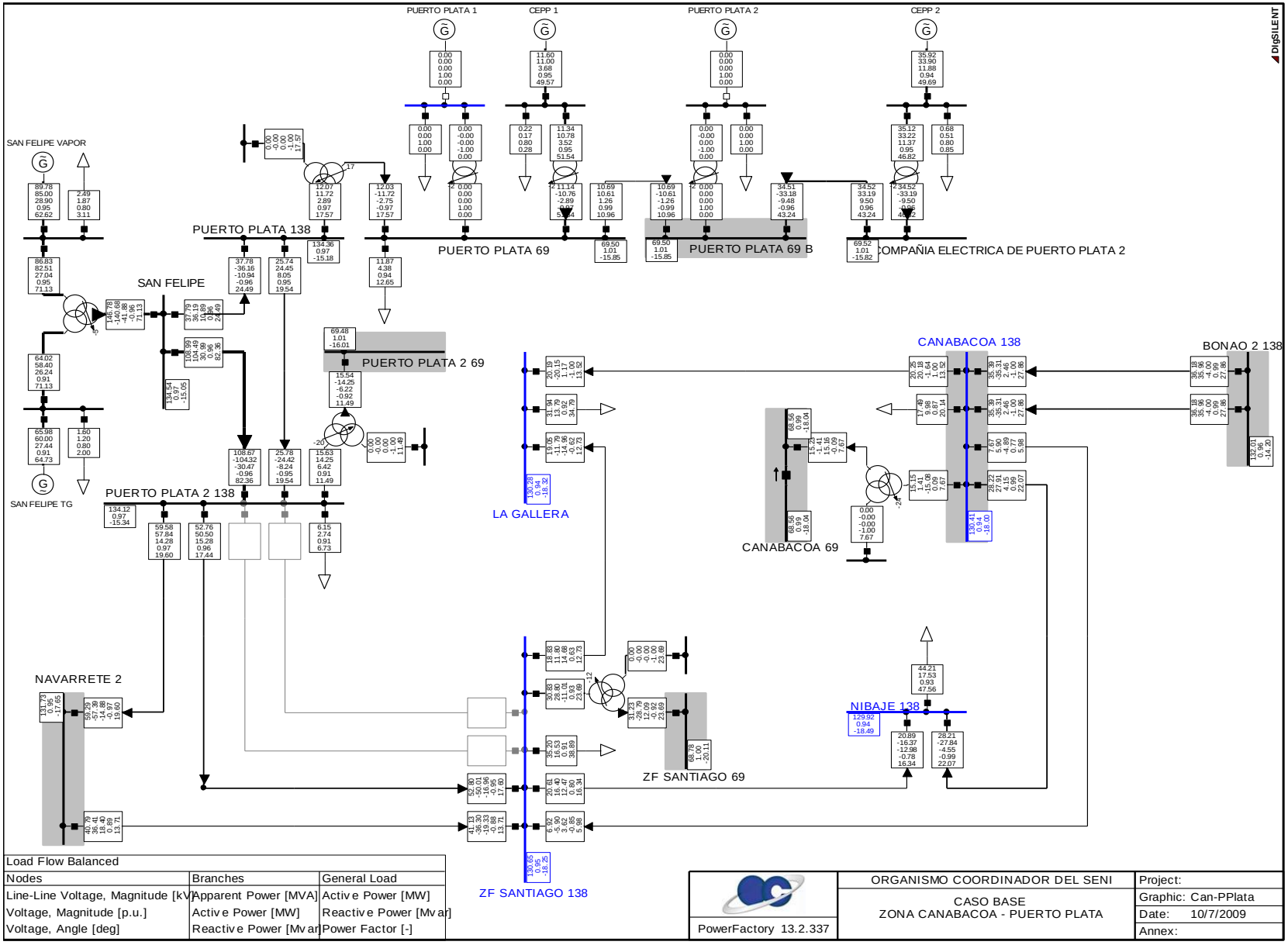

Figura 15. Zona Canabacoa – Puerto Plata – Caso 1.

Anexo 2

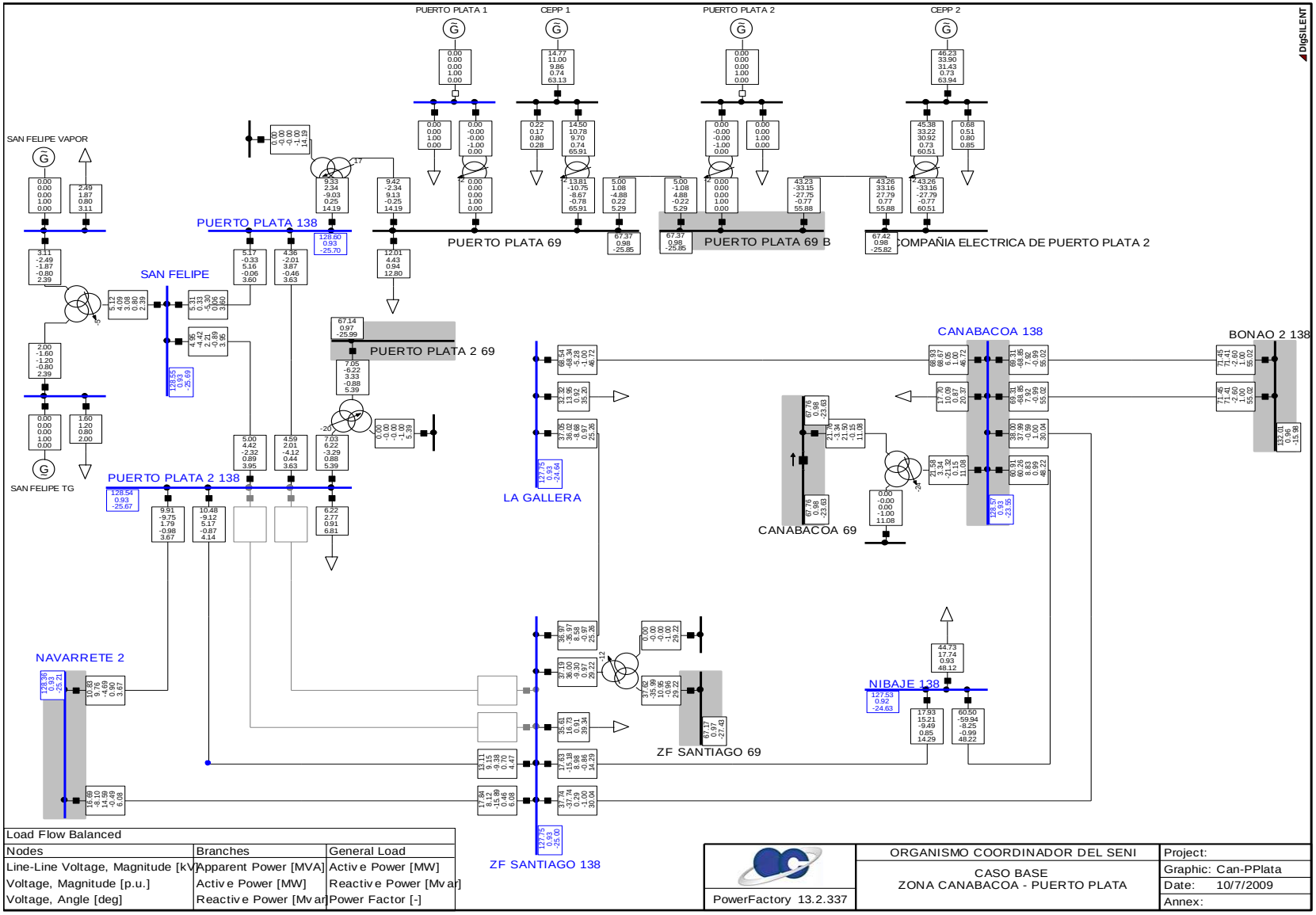

Figura 16. Zona Canabacoa – Puerto Plata – Caso 2.

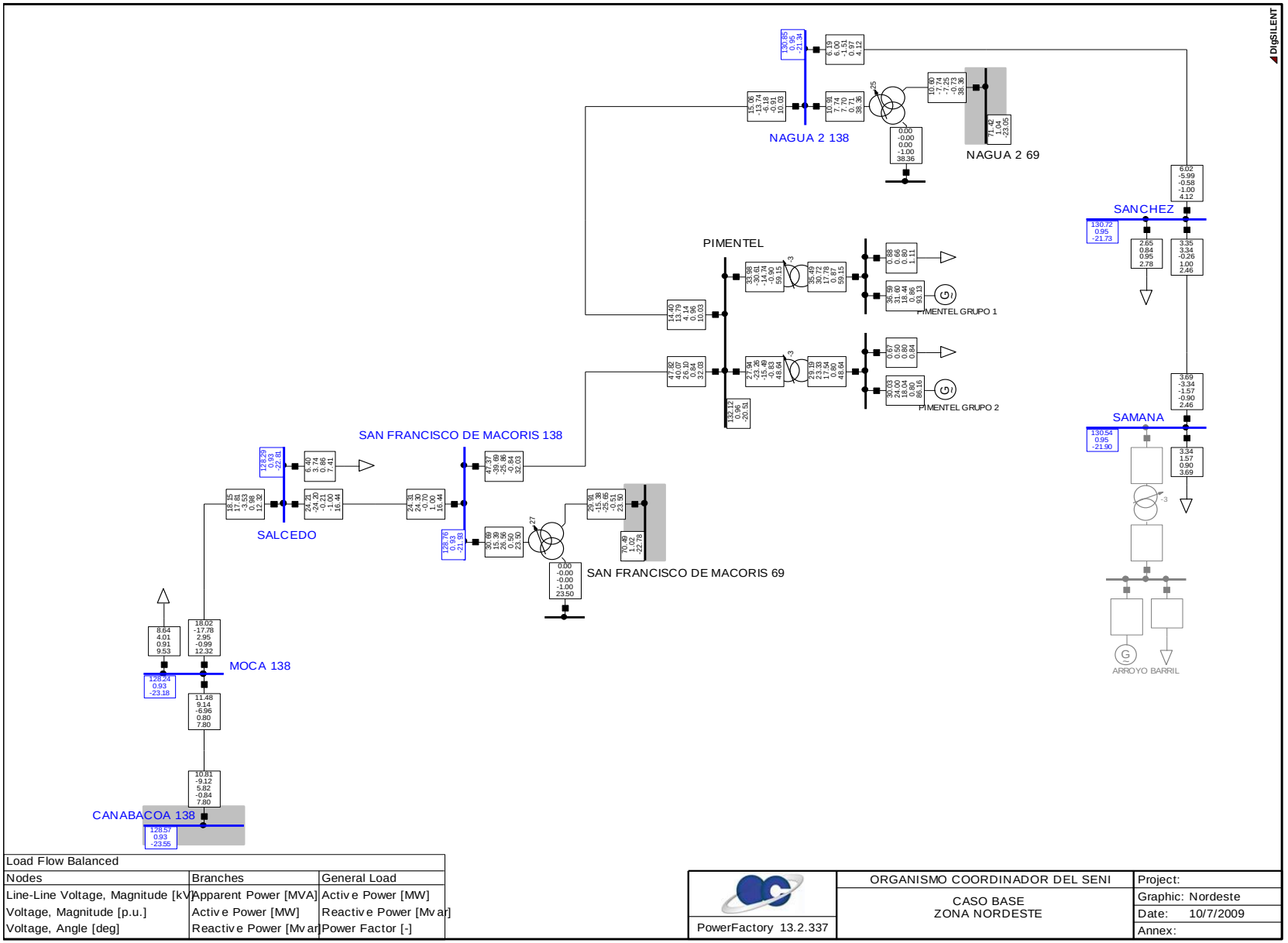

Figura 17. Zona Nordeste – Caso 2.

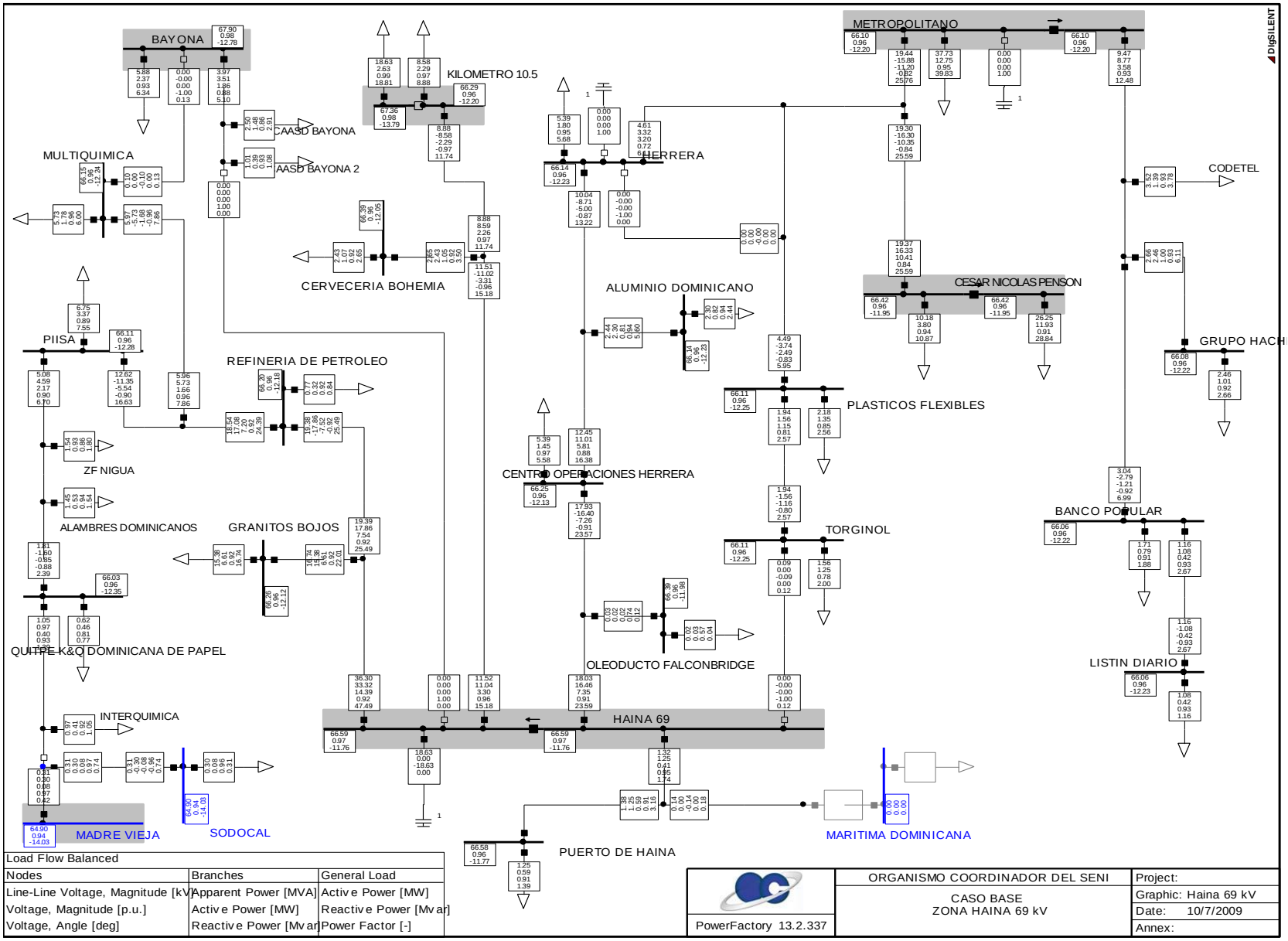

Figura 18. Zona Haina 69 kV – Caso 2.

Anexo 3

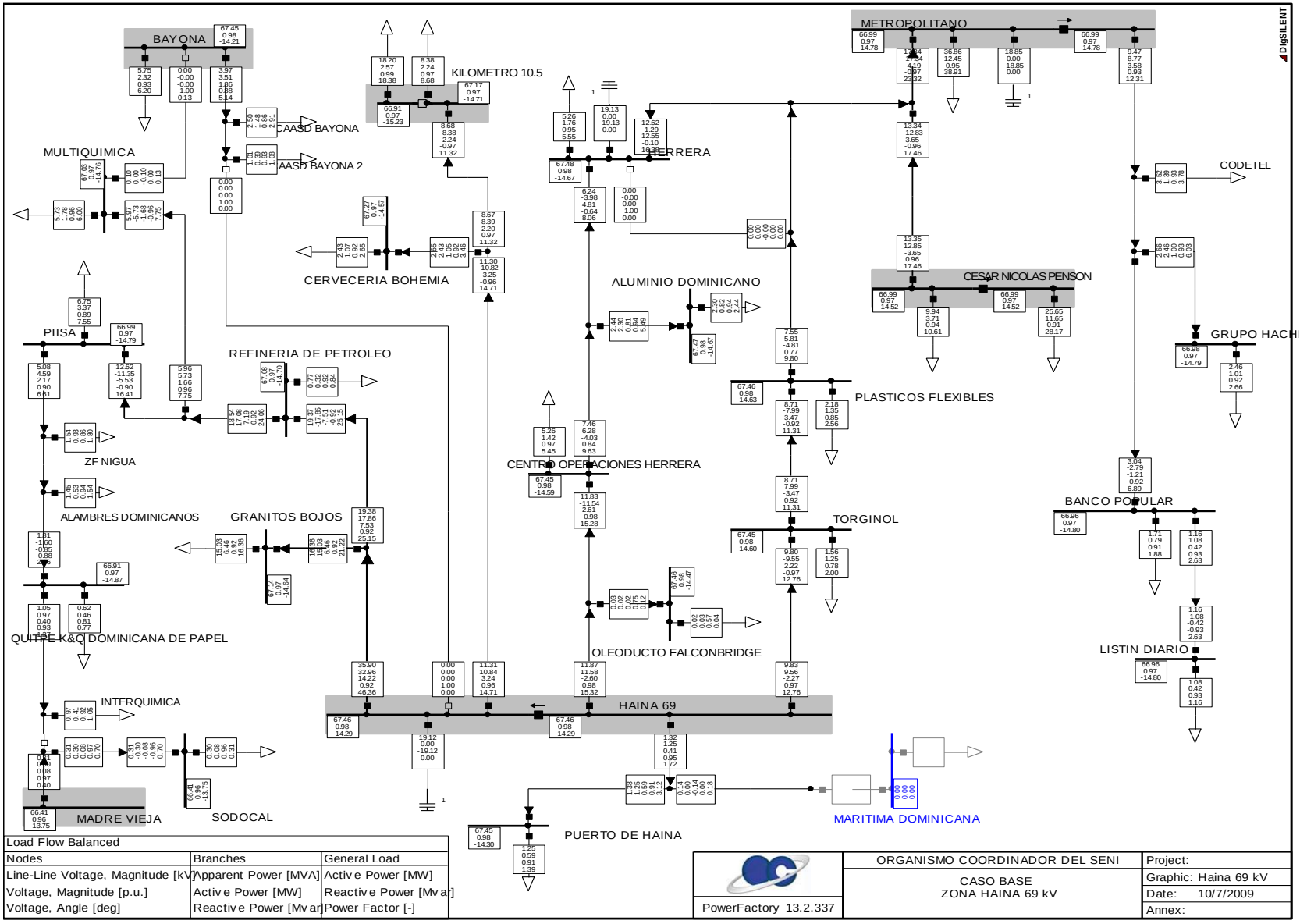

Figura 19. Zona Haina 69 kV – Caso 3.

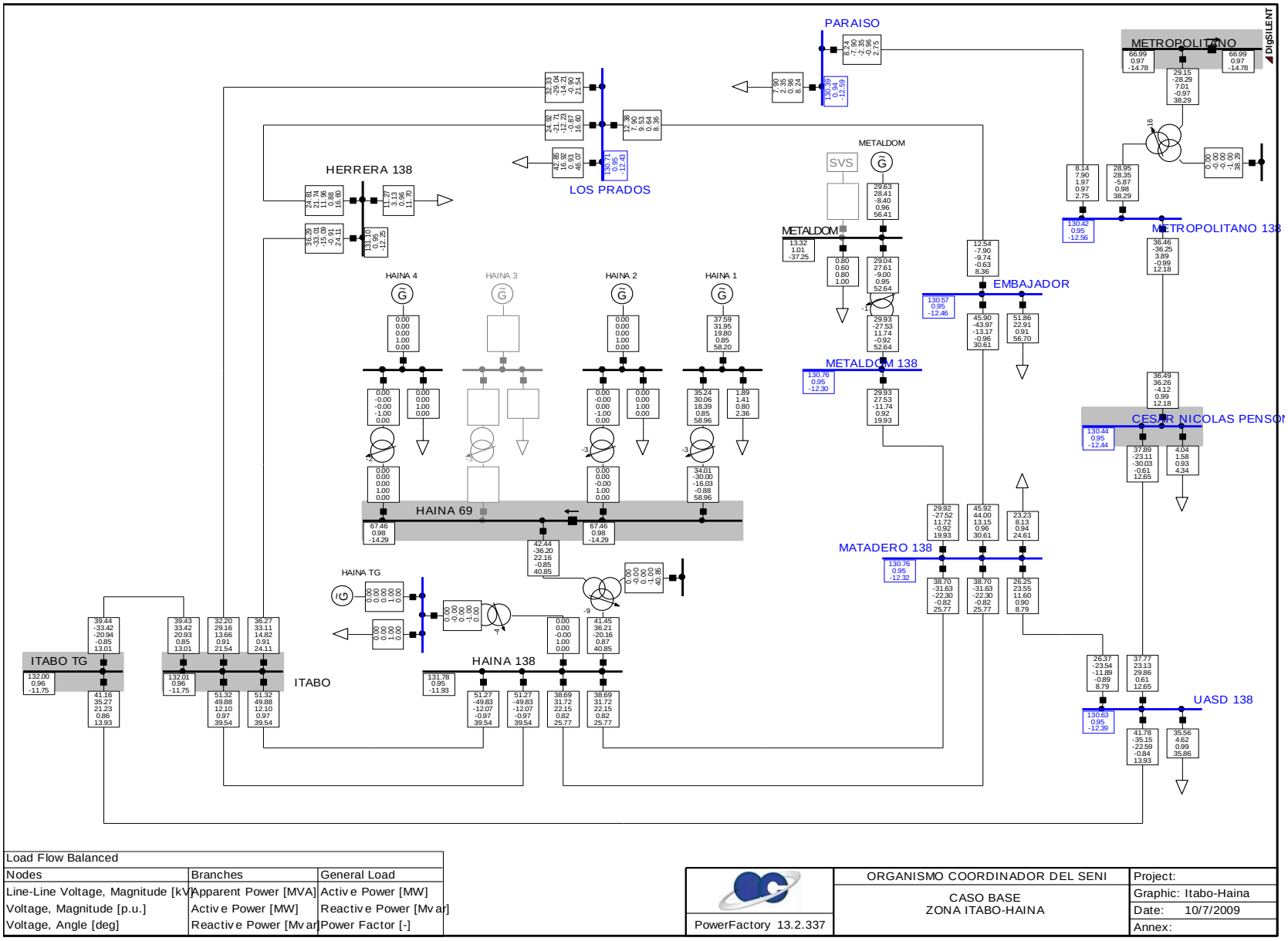

Figura 20. Zona Itabo – Haina – Caso 3.

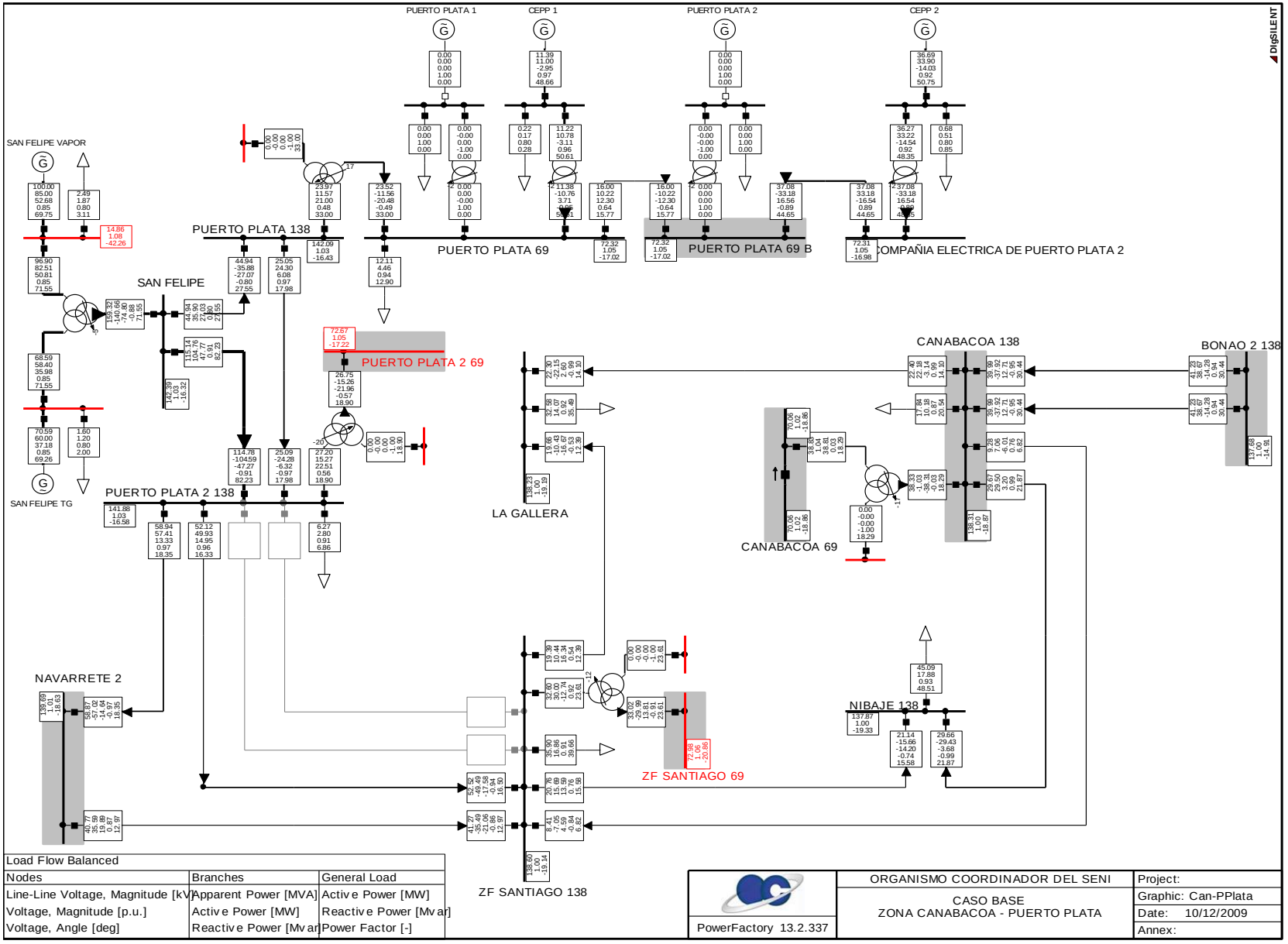

Figura 21. Zona Canabacoa – Puerto Plata - Caso 3.

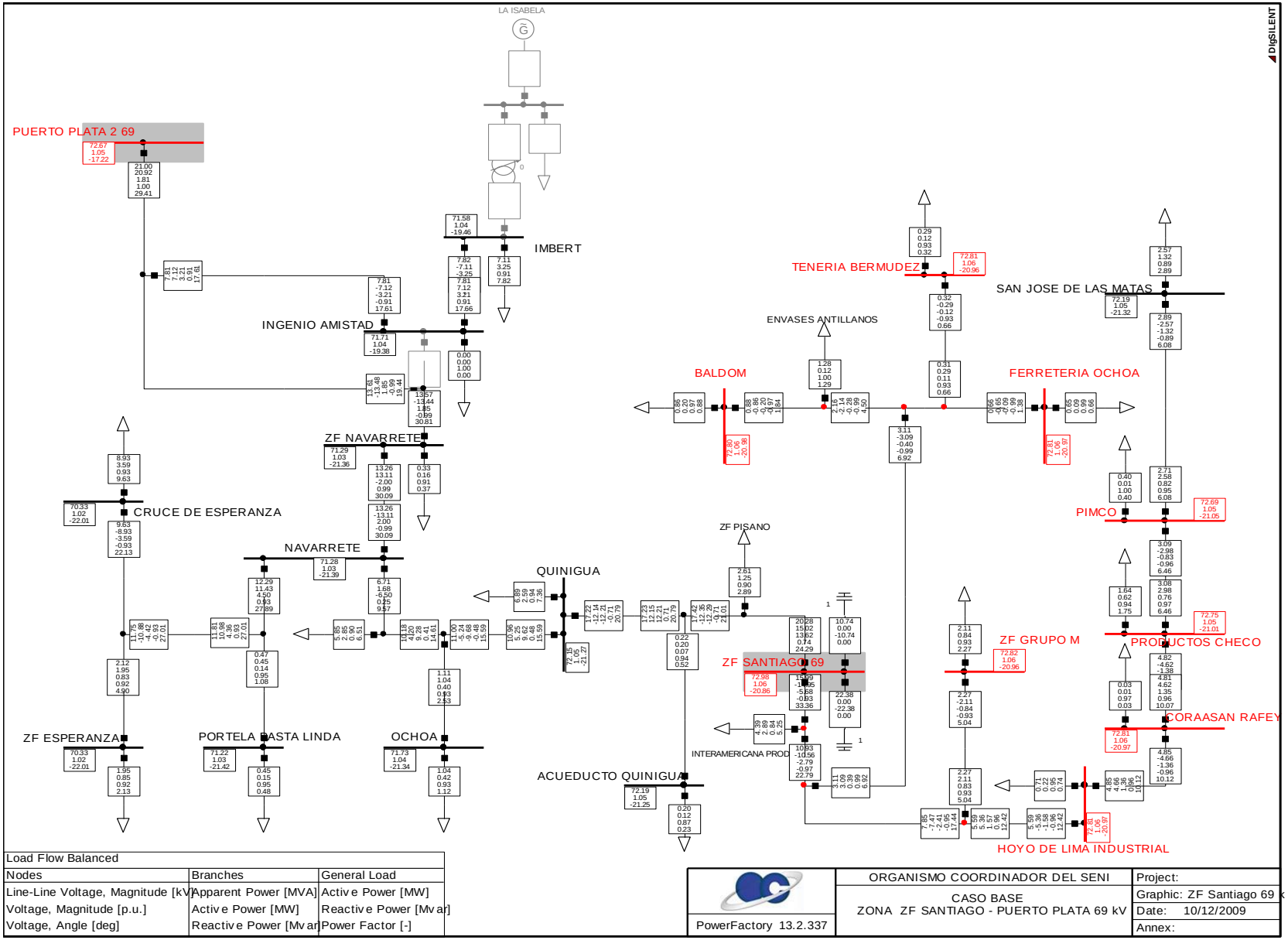

Figura 22. Zona Puerto Plata 69 kV - Caso 3.

Anexo 4

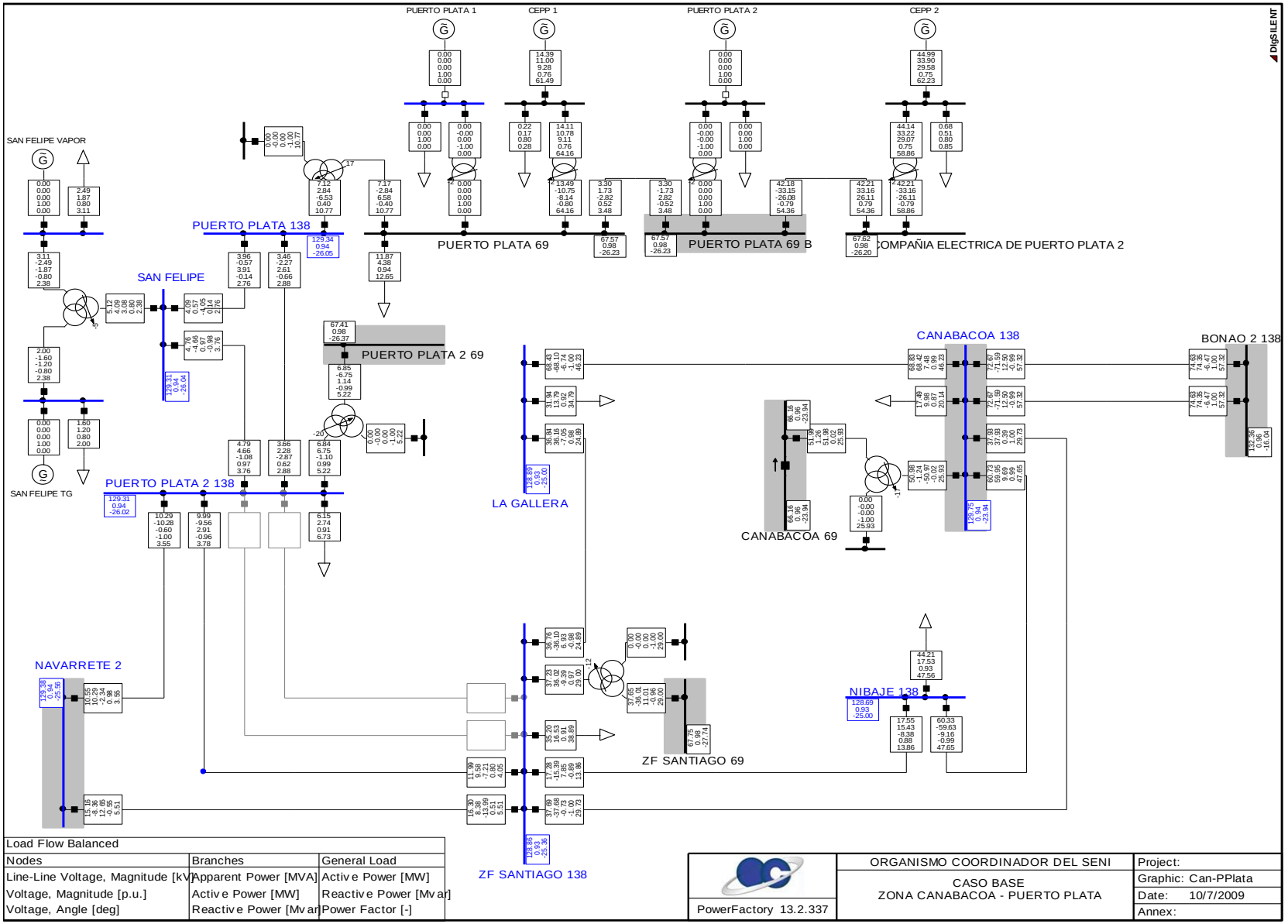

Figura 33. Zona Canabacoa – Puerto Plata – Caso 4.

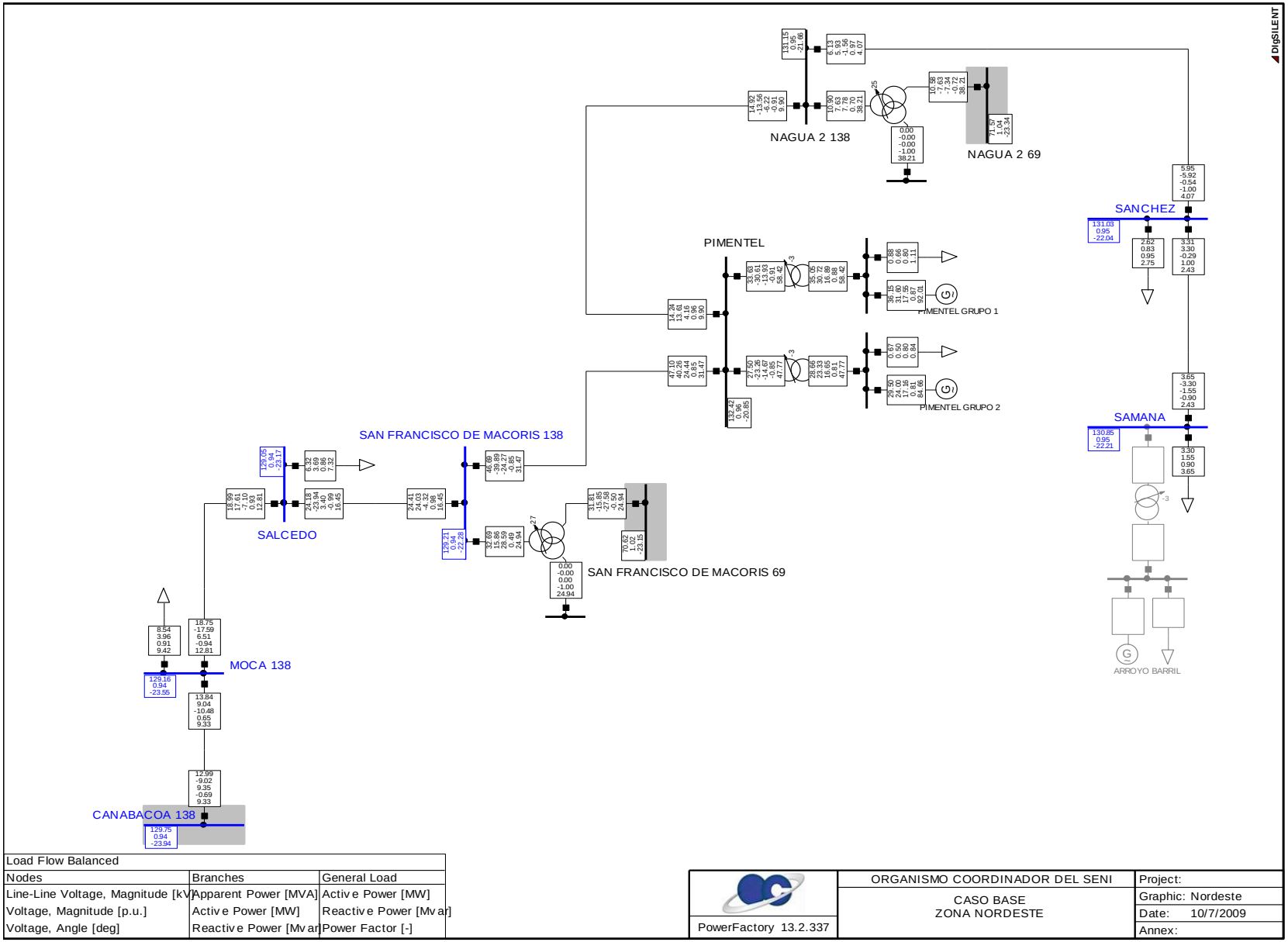

Figura 234. Zona Nordeste – Caso 4.

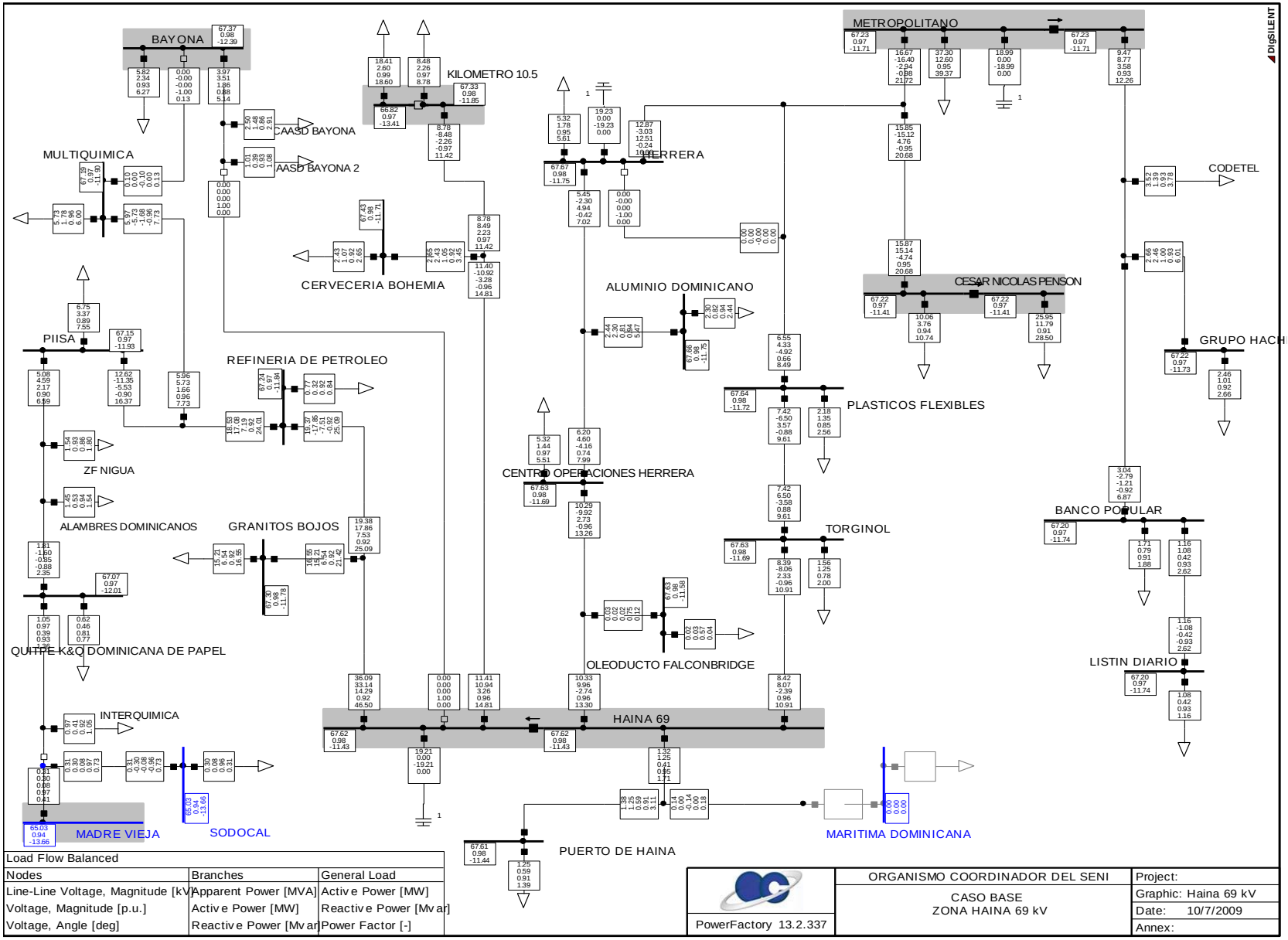

Figura 35. Zona Haina 69 kV – Caso 4.

Anexo 5

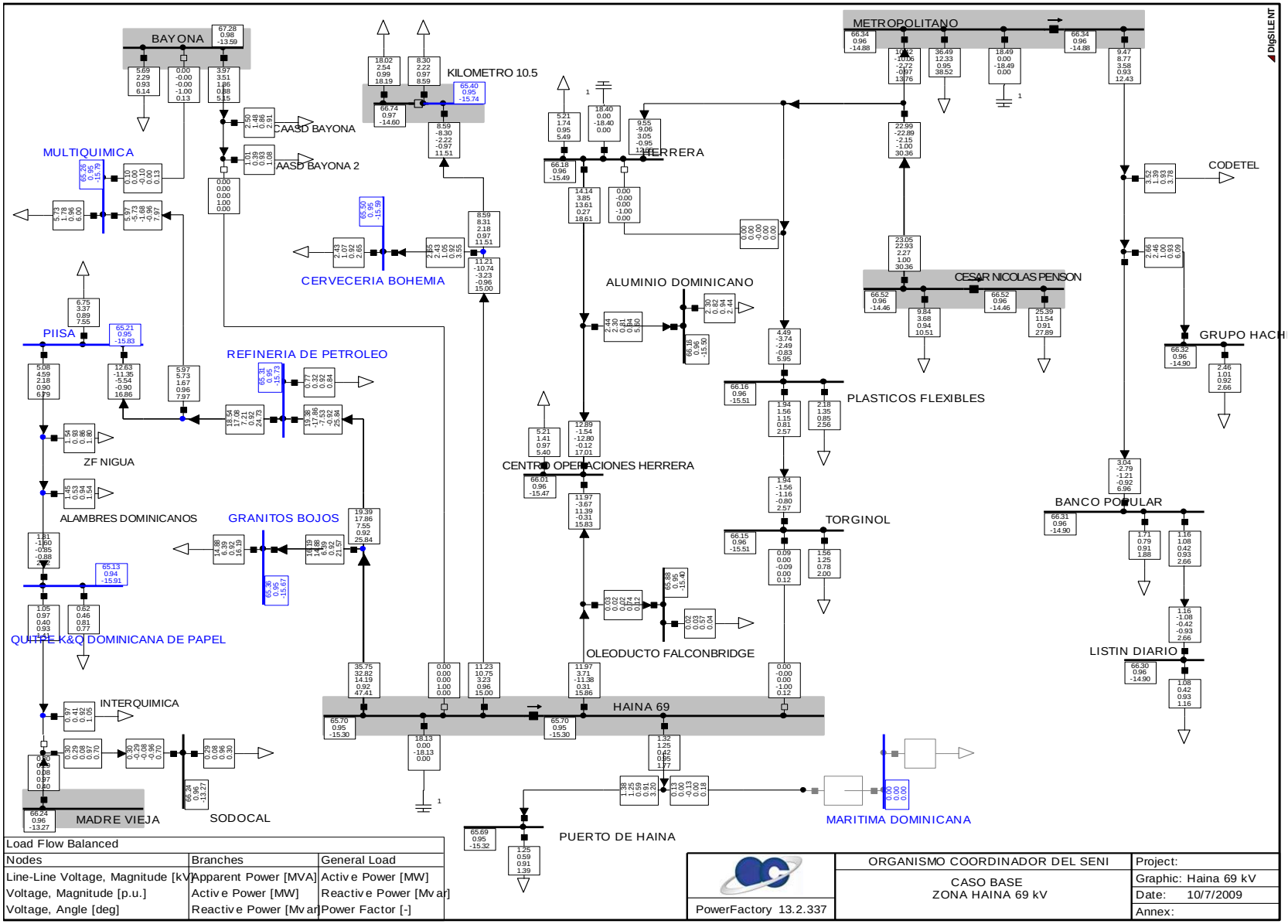

Figura 36. Zona Haina 69 kV – Caso 5.

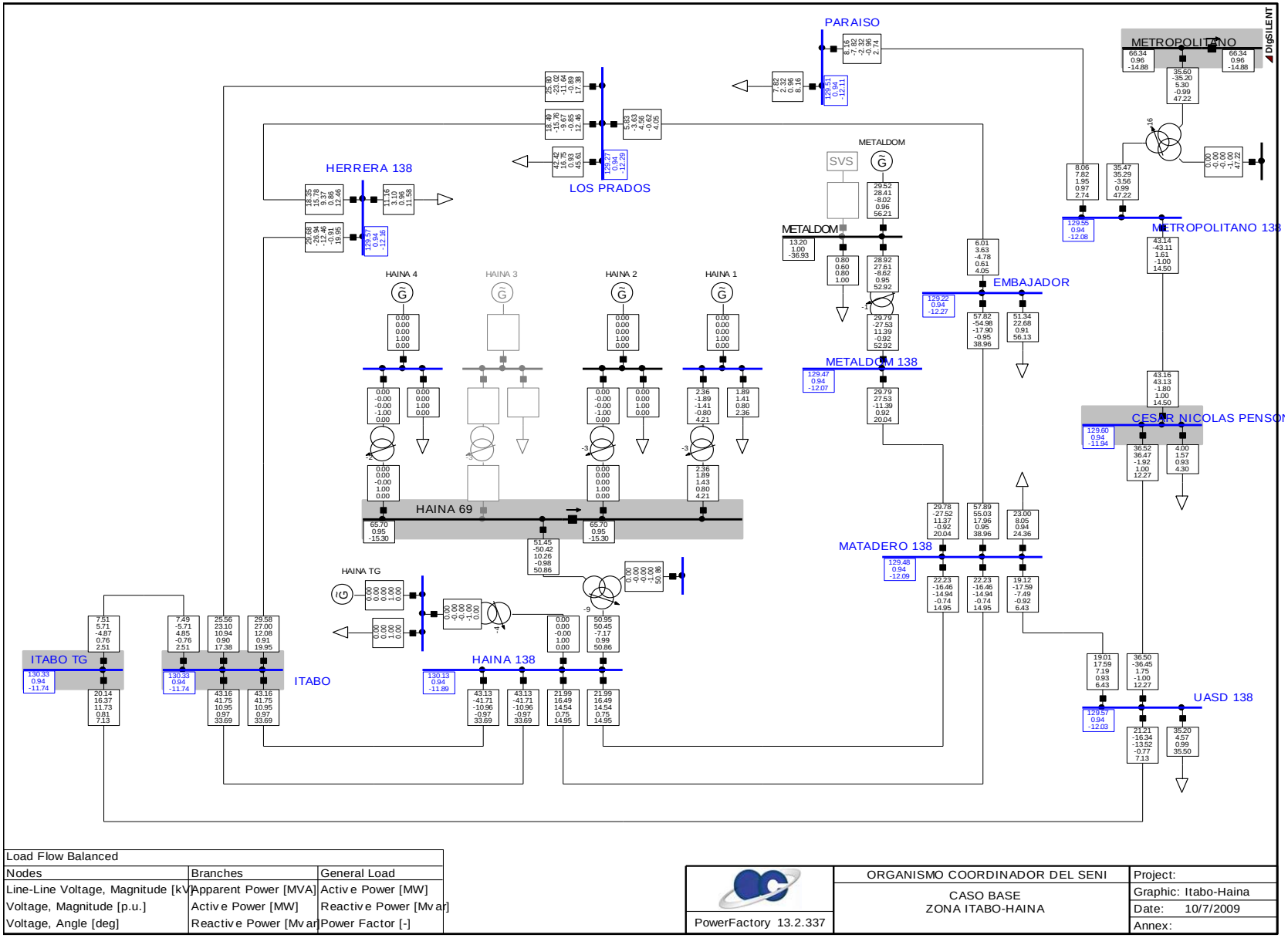

Figura 37. Zona Itabo - Haina – Caso 5.

Anexo 6

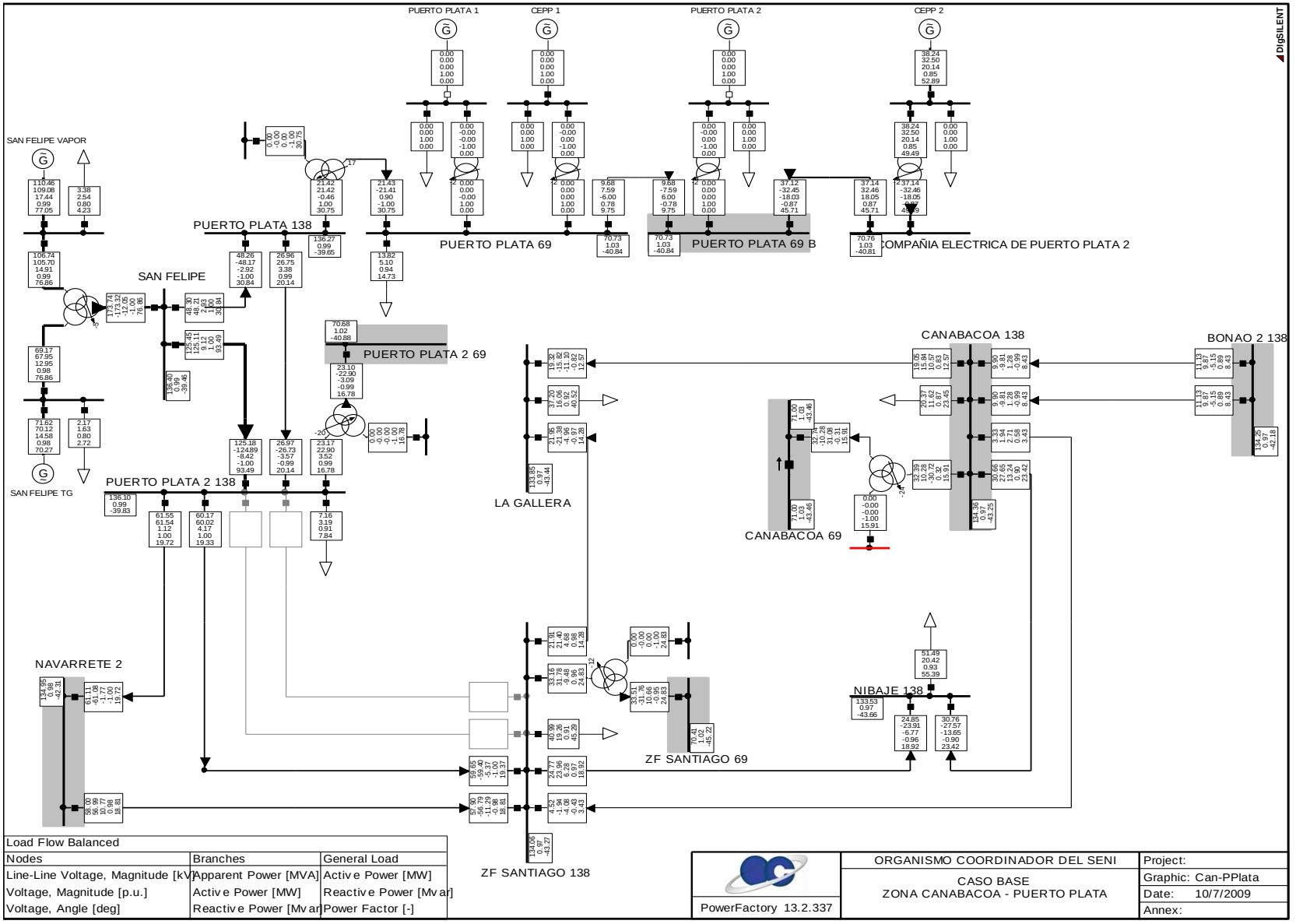

Figura 38. Zona Canabacoa – Puerto Plata – Caso 6.

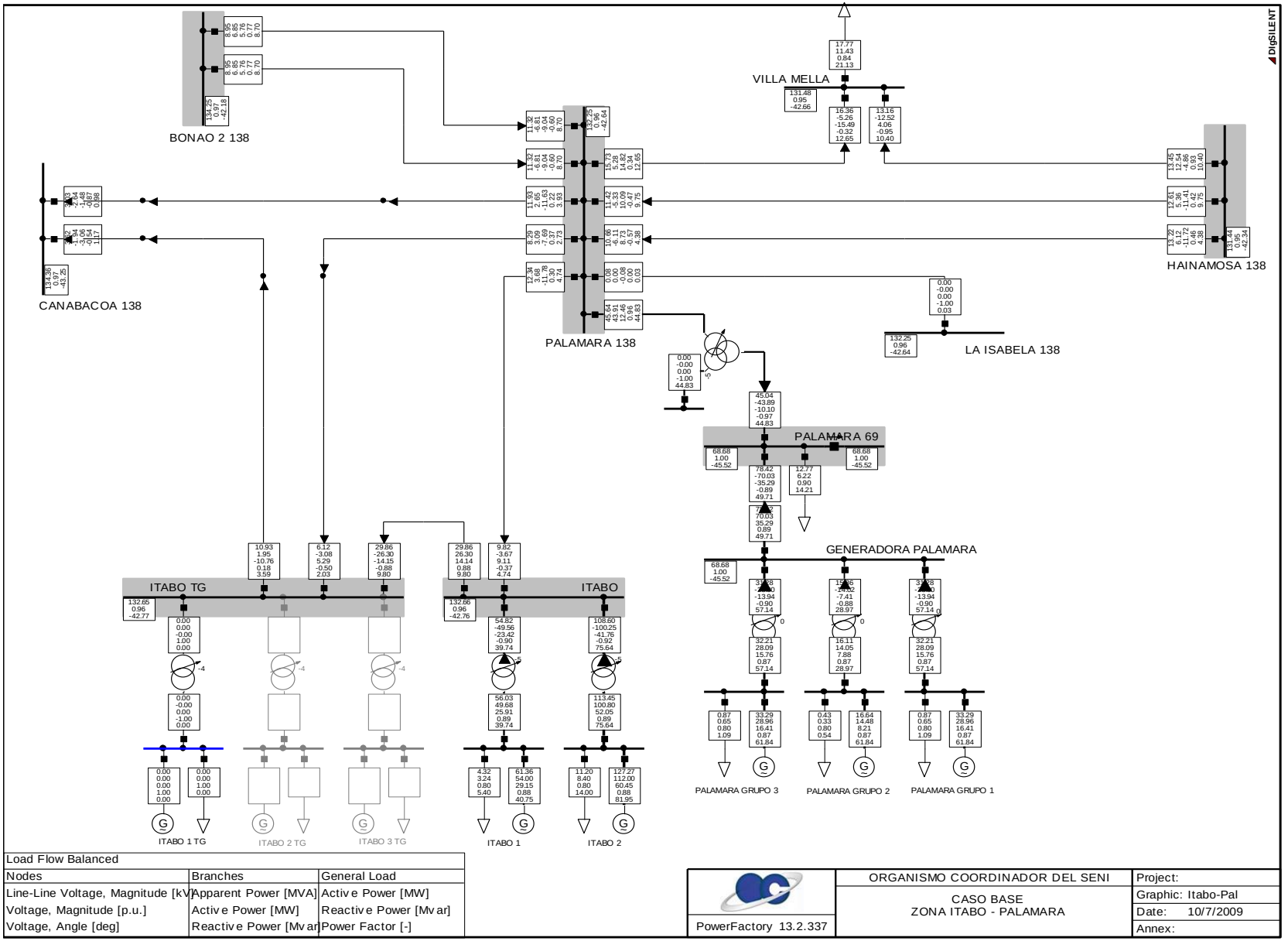

Figura 39. Zona Itabo - Palamara – Caso 6.

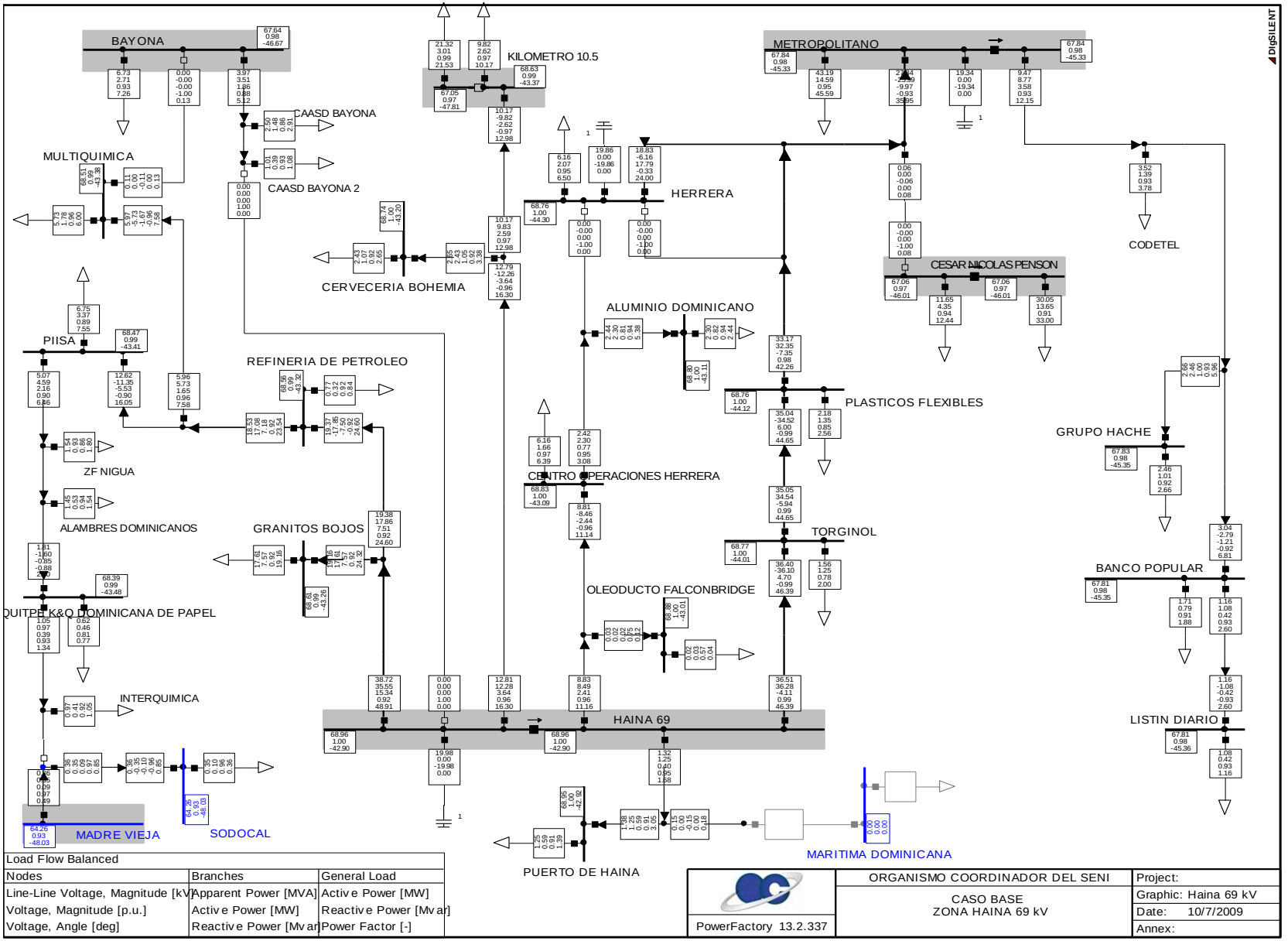

Figura 40. Zona Haina 69 kV – Caso 6.

Anexo 7

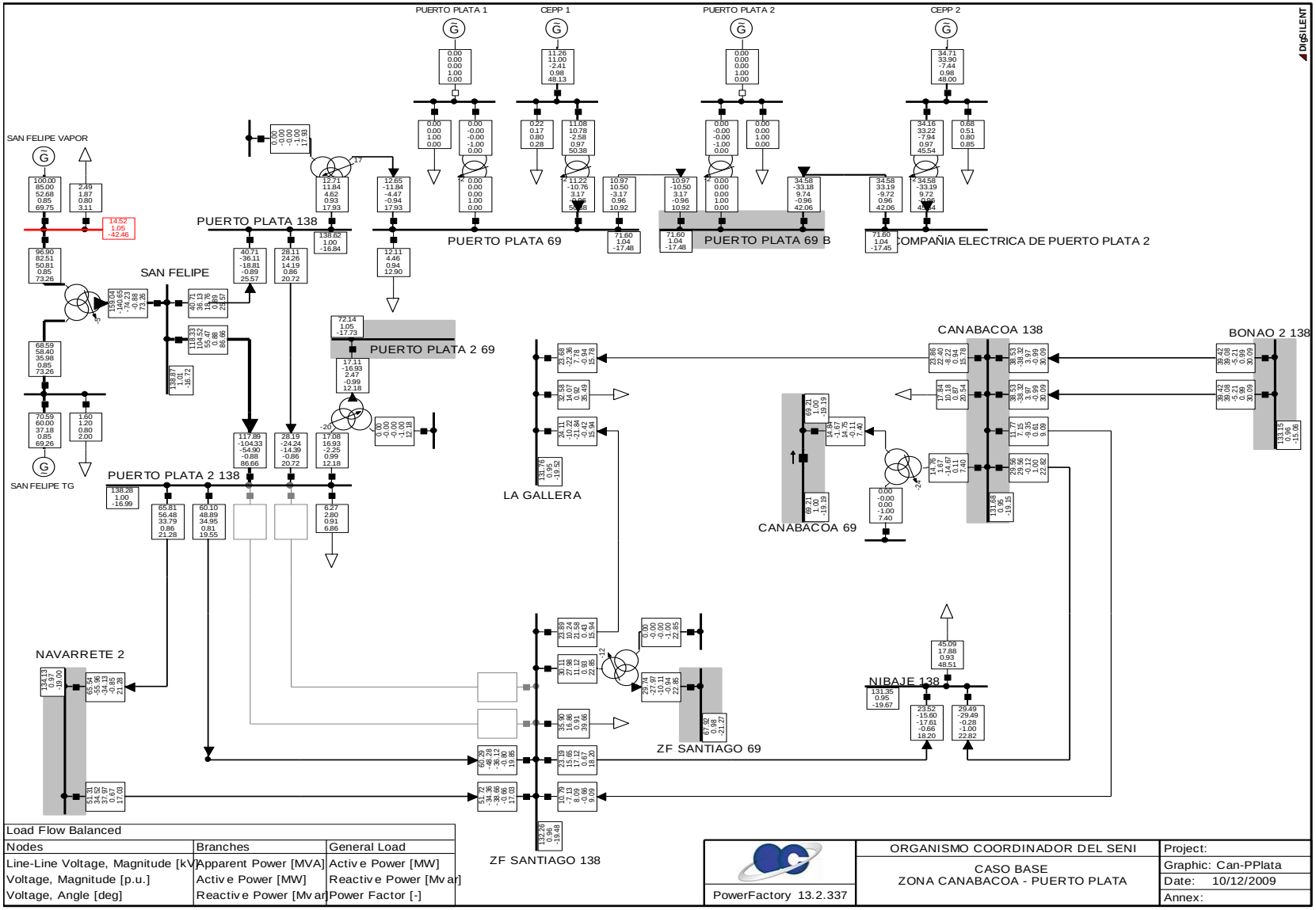

Figura 41. Zona Canabacoa – Puerto Plata – Caso 7.

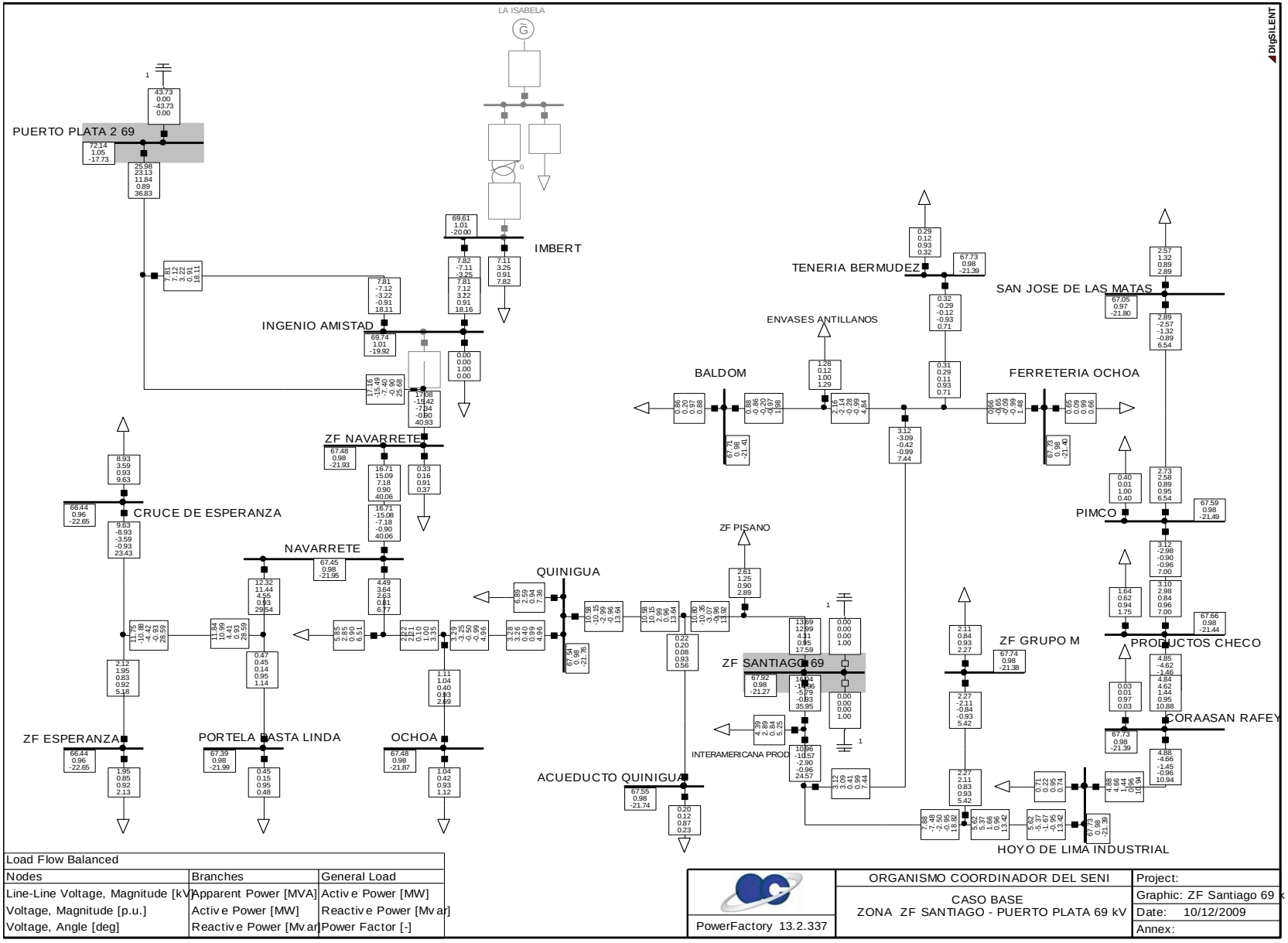

Figura 42. Zona Puerto Plata 69 kV – Caso 7.

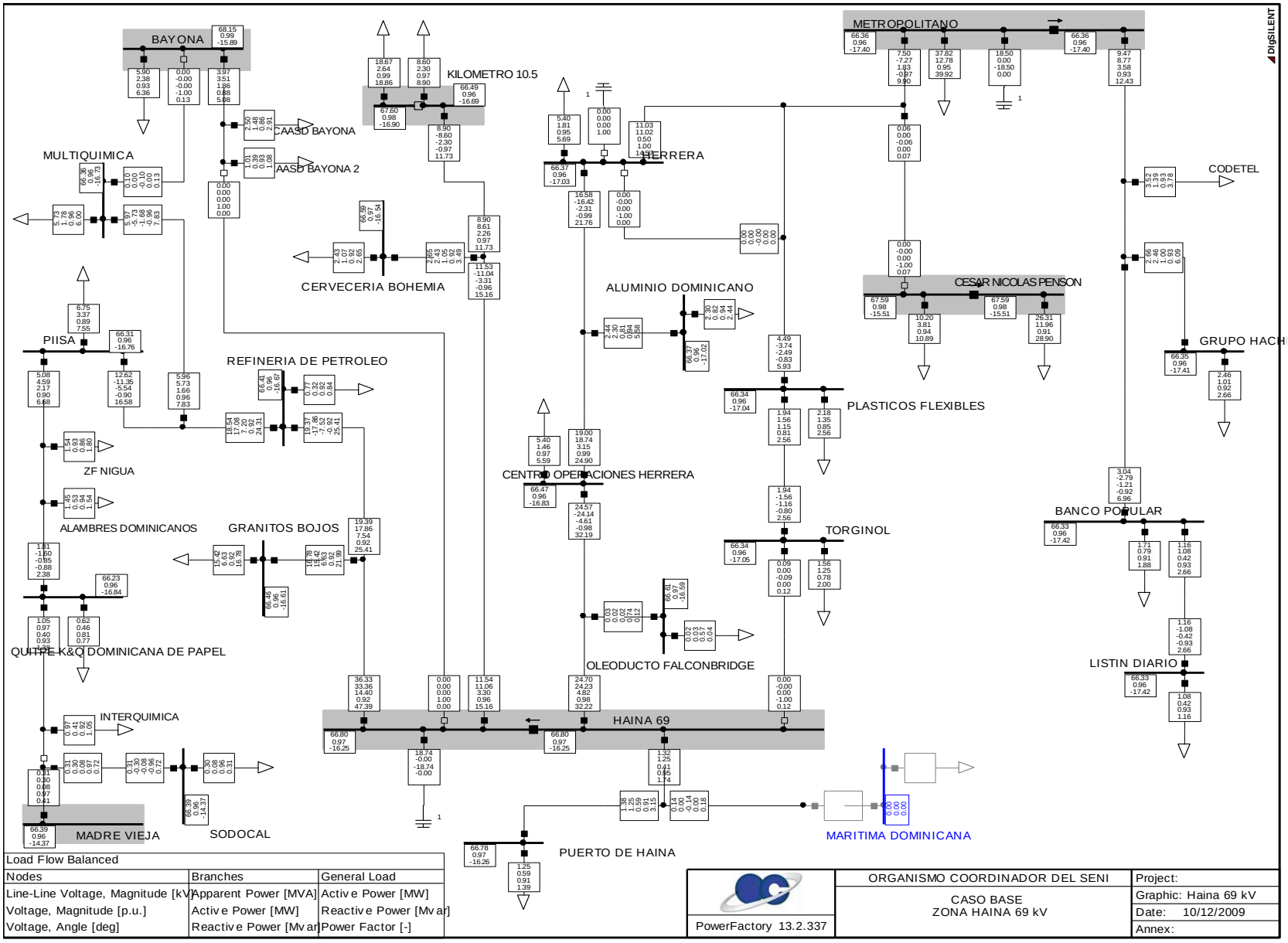

Figura 42. Zona ZF Santiago 69 kV – Caso 7.

Anexo 8

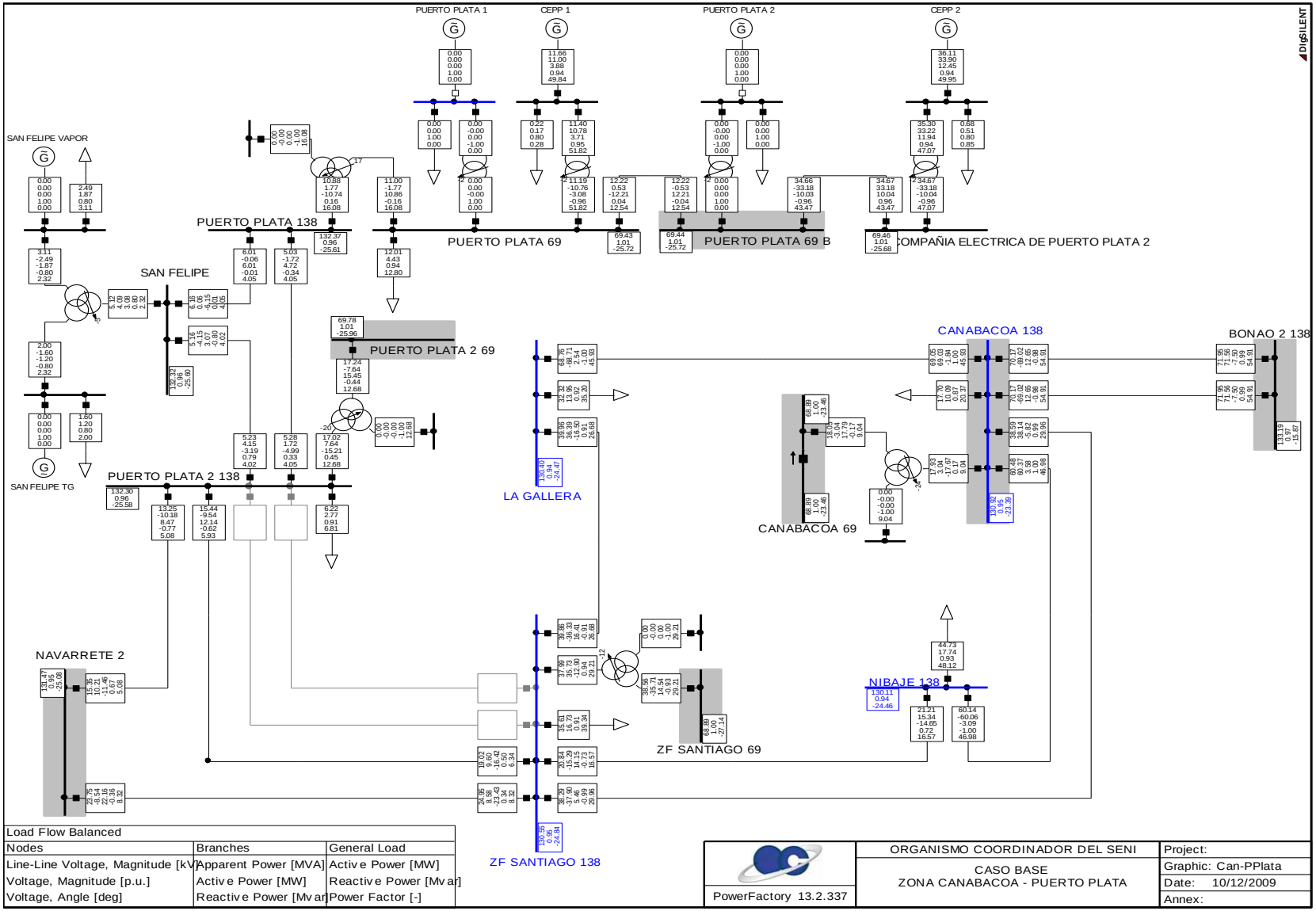

Figura 43. Zona Canabacoa - Puerto Plata – Caso 8.

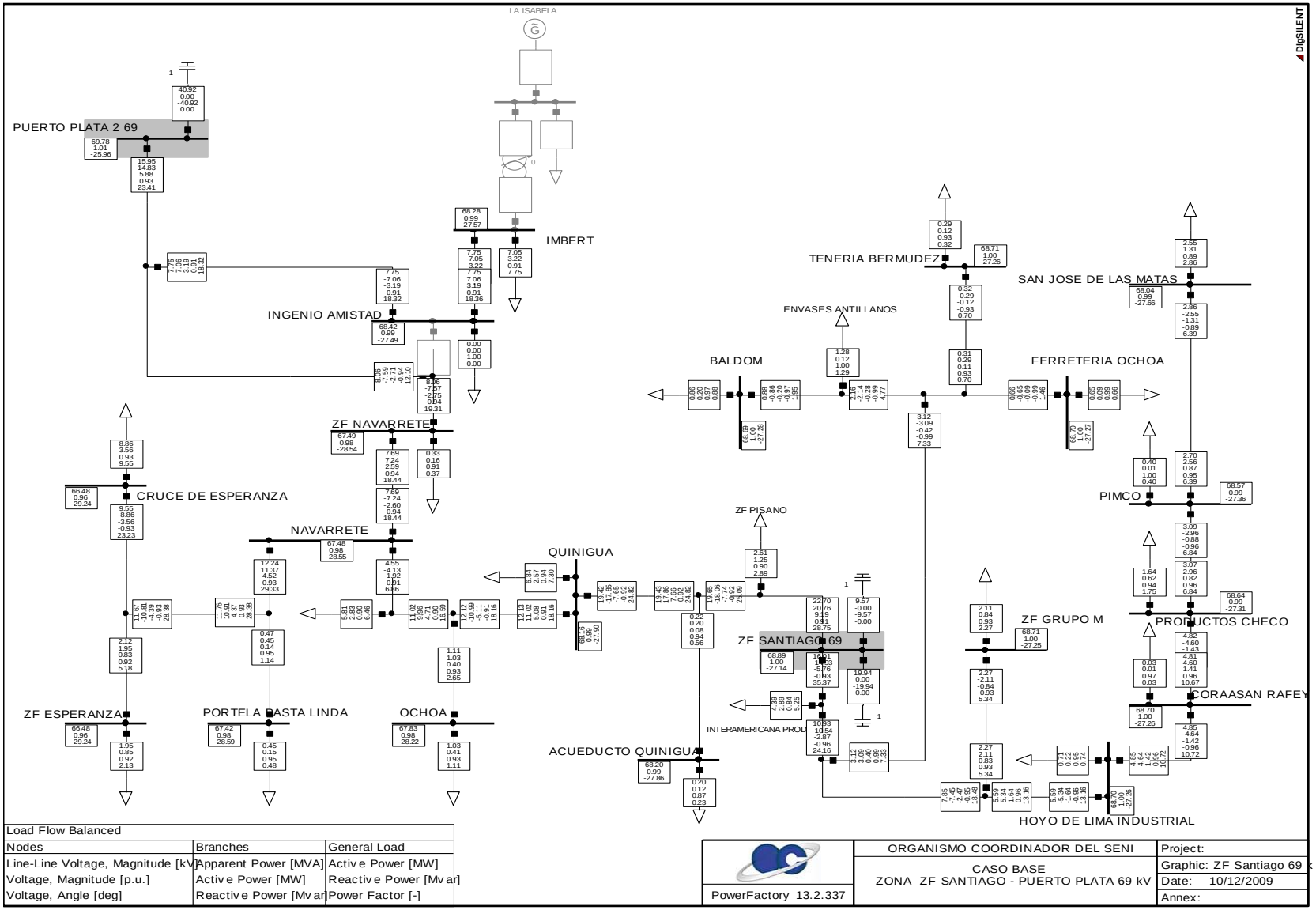

Figura 44. Zona ZF Santiago 69 kV – Caso 8.

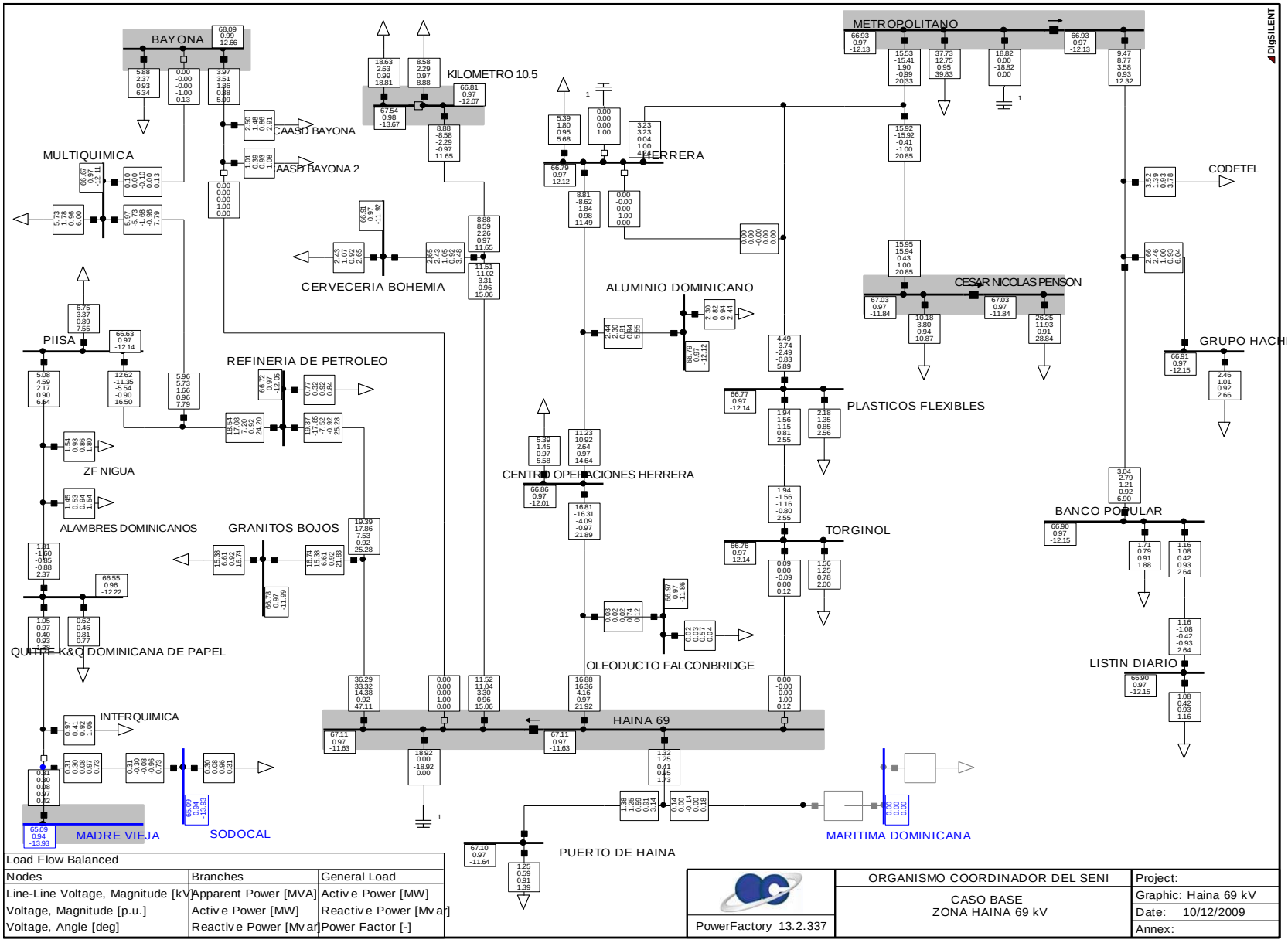

Figura 45. Zona Haina 69 kV – Caso 8.

Anexo 9

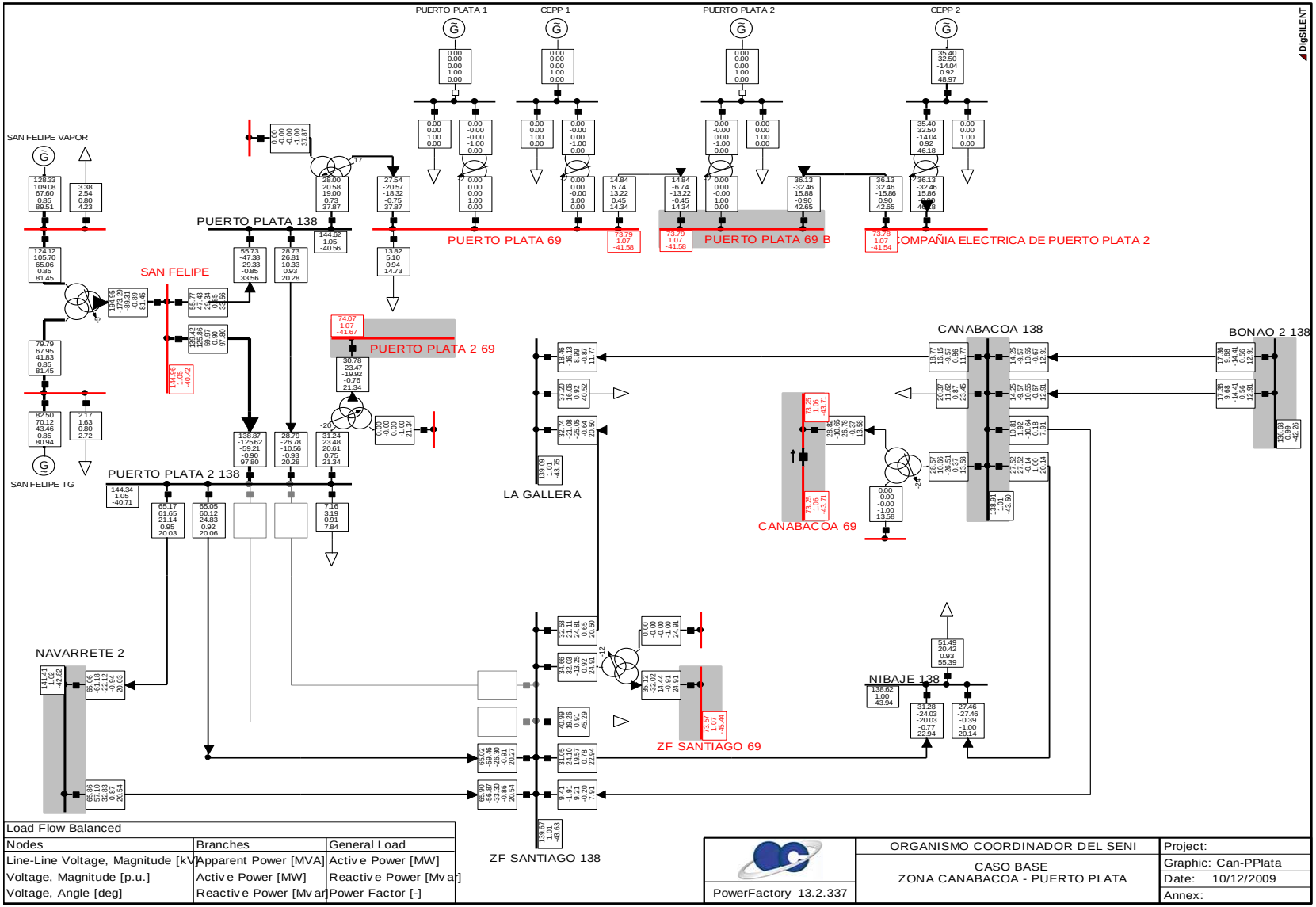

Figura 46. Zona Canabacoa – Puerto Plata – Caso 9.

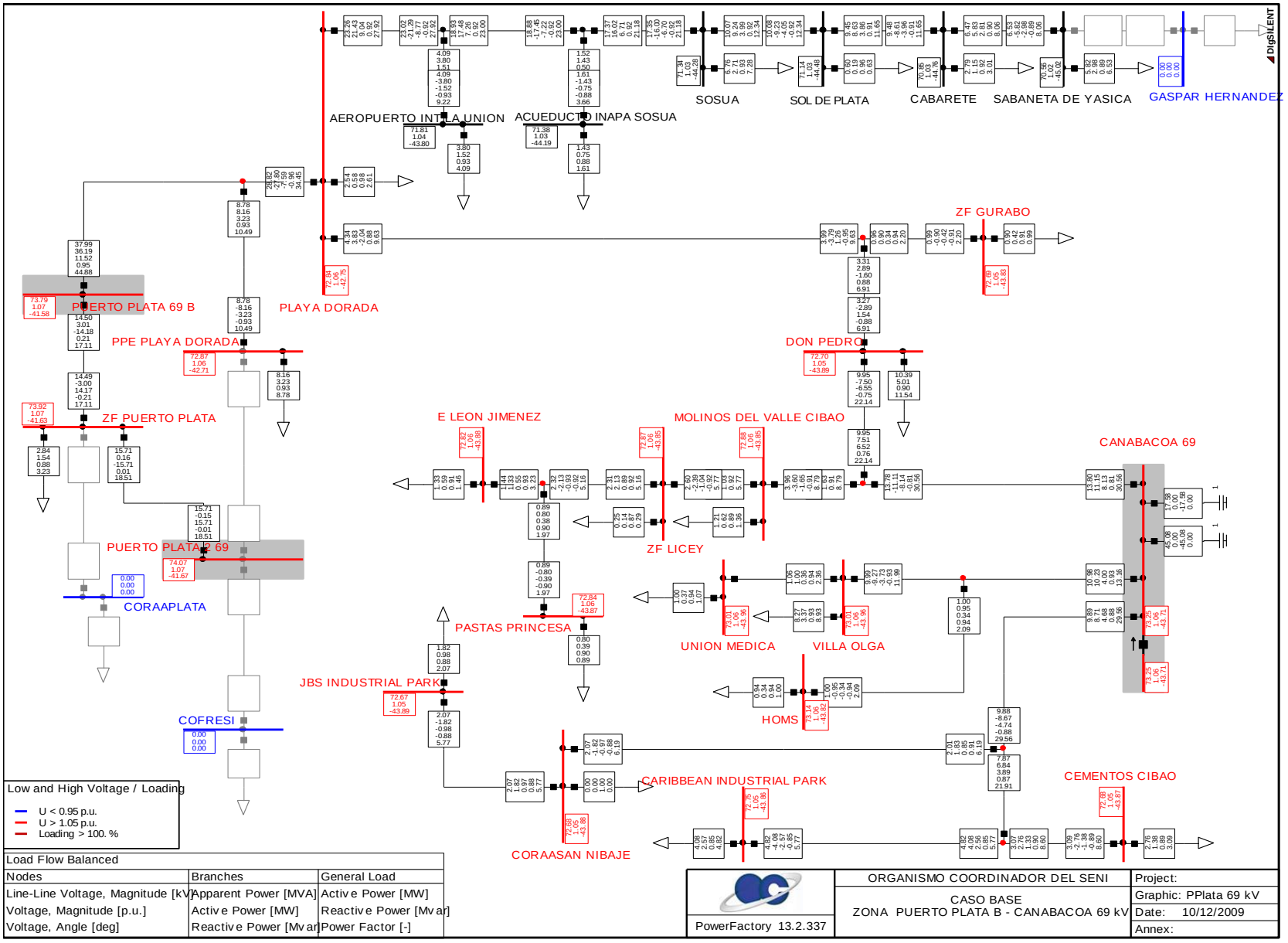

Figura 47. Puerto Plata 69 kV – Caso 9.

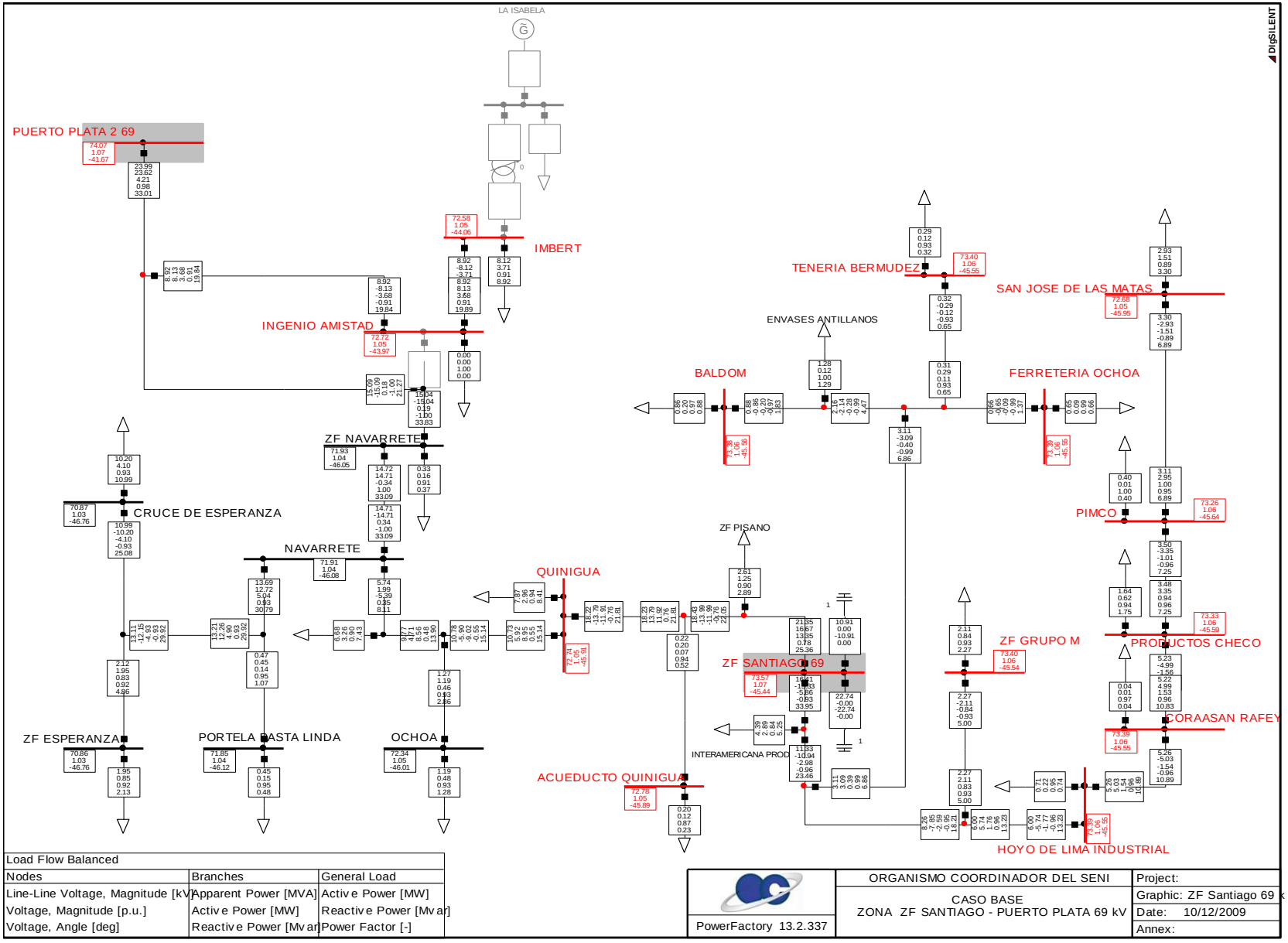

Figura 48. ZF Santiago 69 kV – Caso 9.

Anexo 10

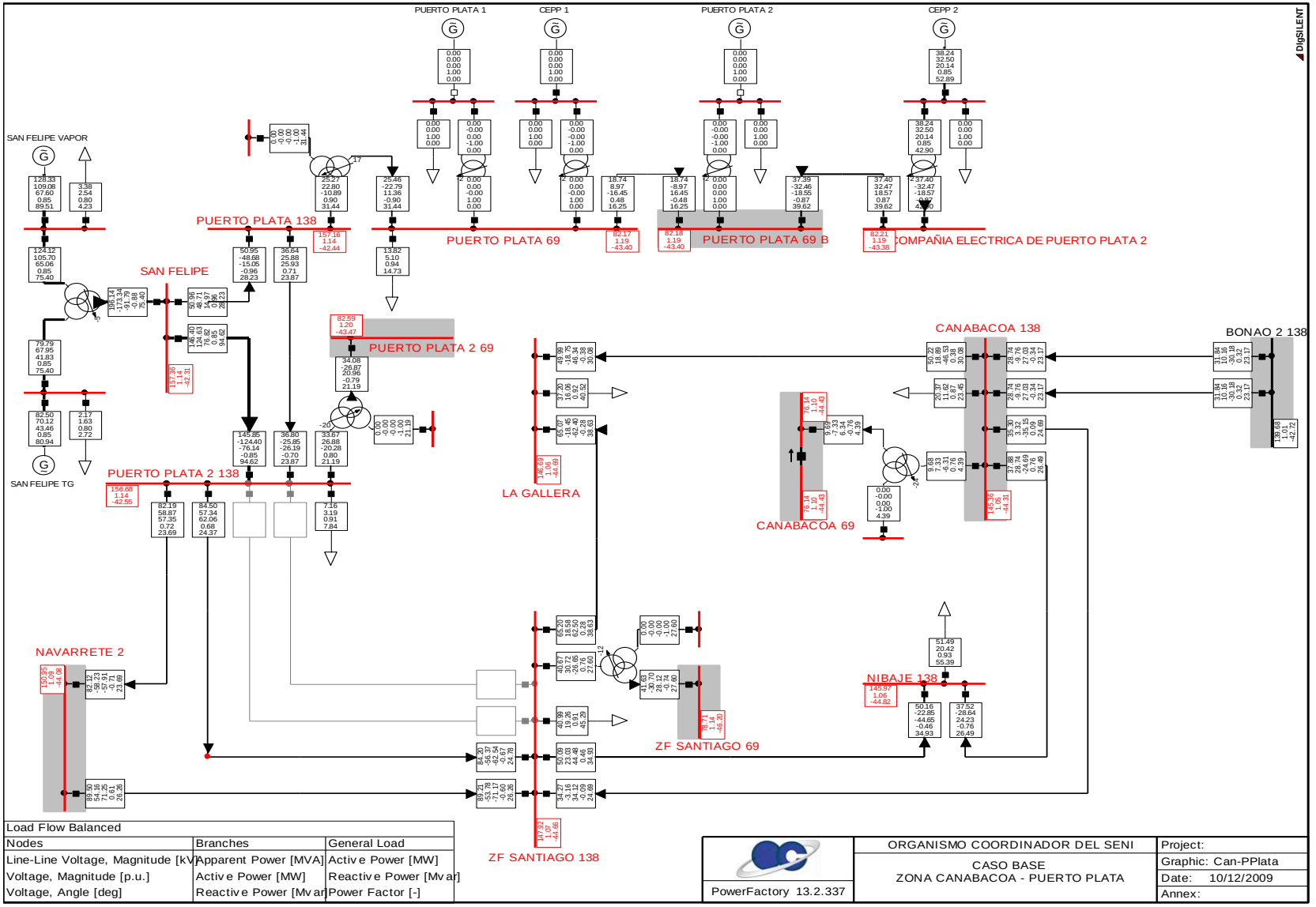

Figura 49. Canabacoa – Puerto Plata – Caso 10.

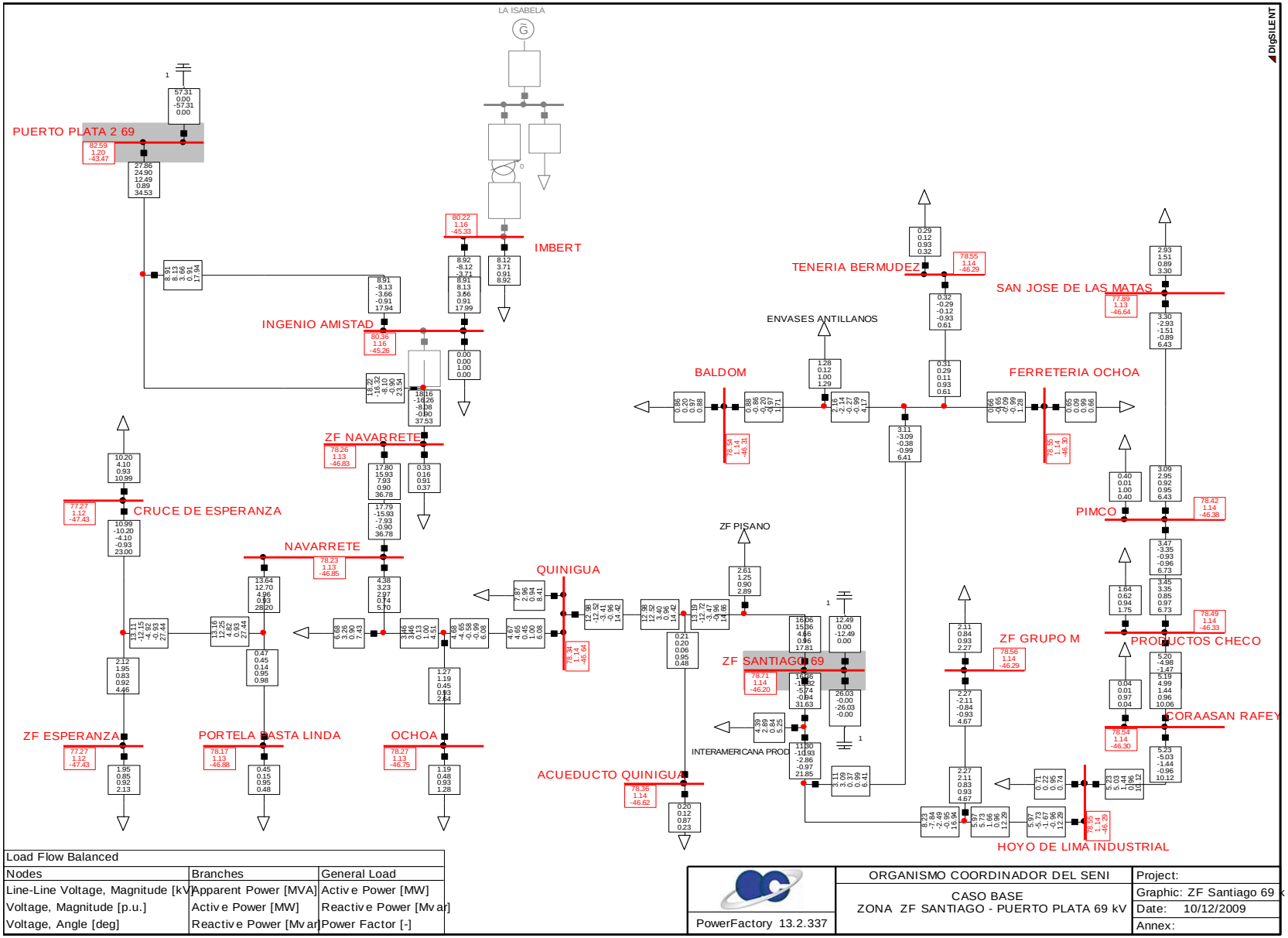

Figura 50. ZF Santiago 69 kV – Caso 10.

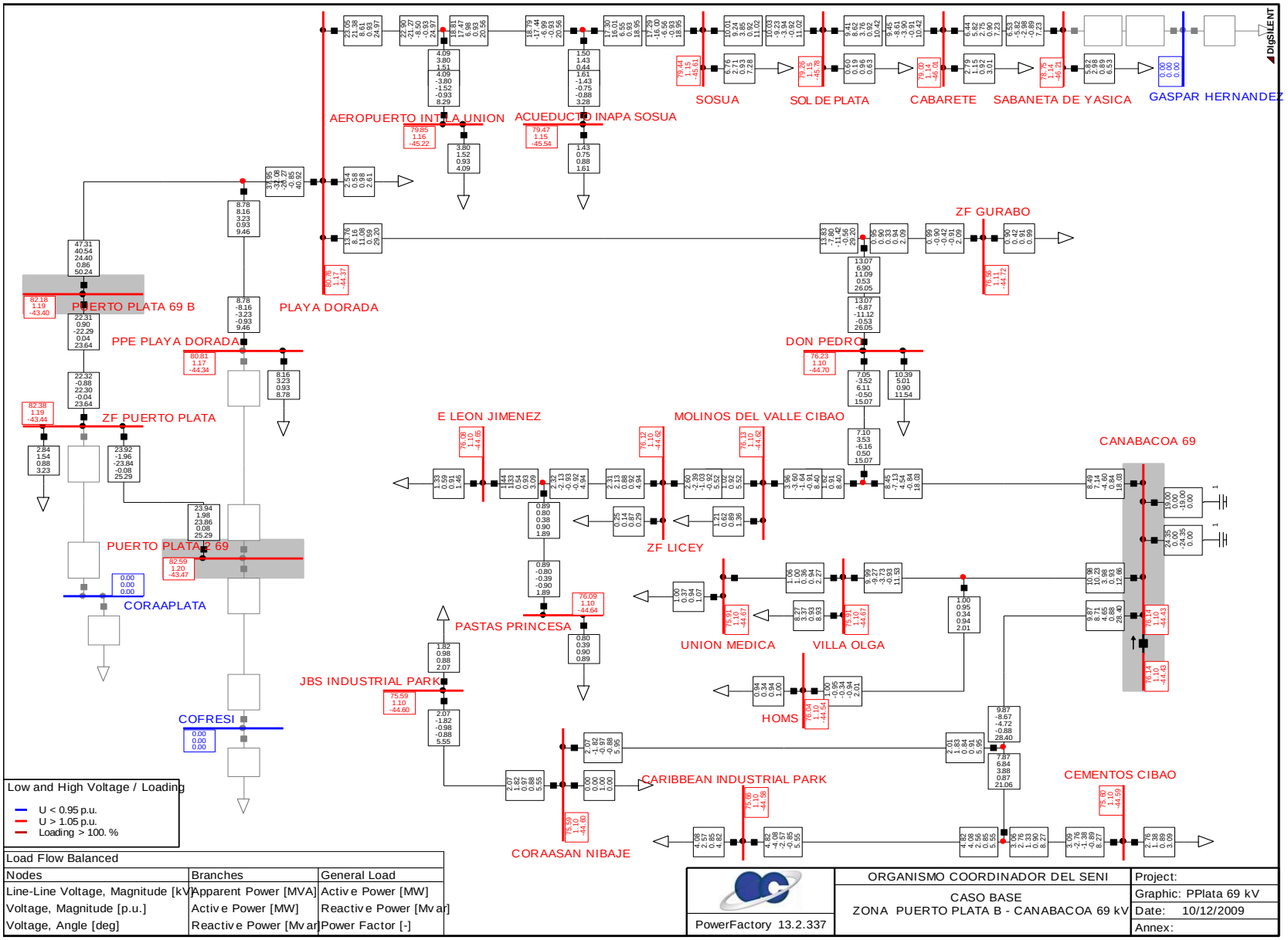

Figura 51. Puerto Plata – Caso 10.

Anexo 11

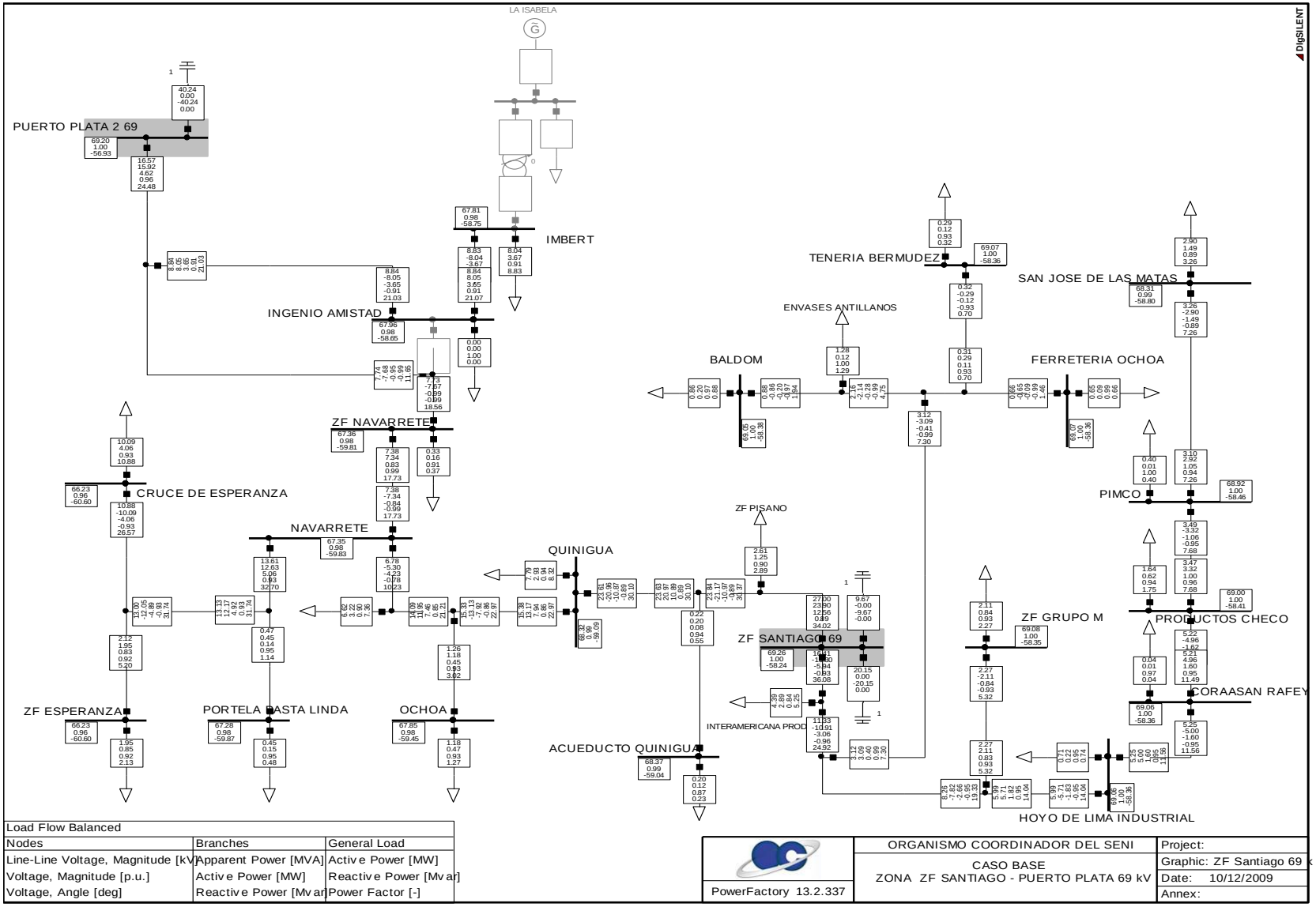

Figura 52. ZF Santiago 69 kV – Caso 11.

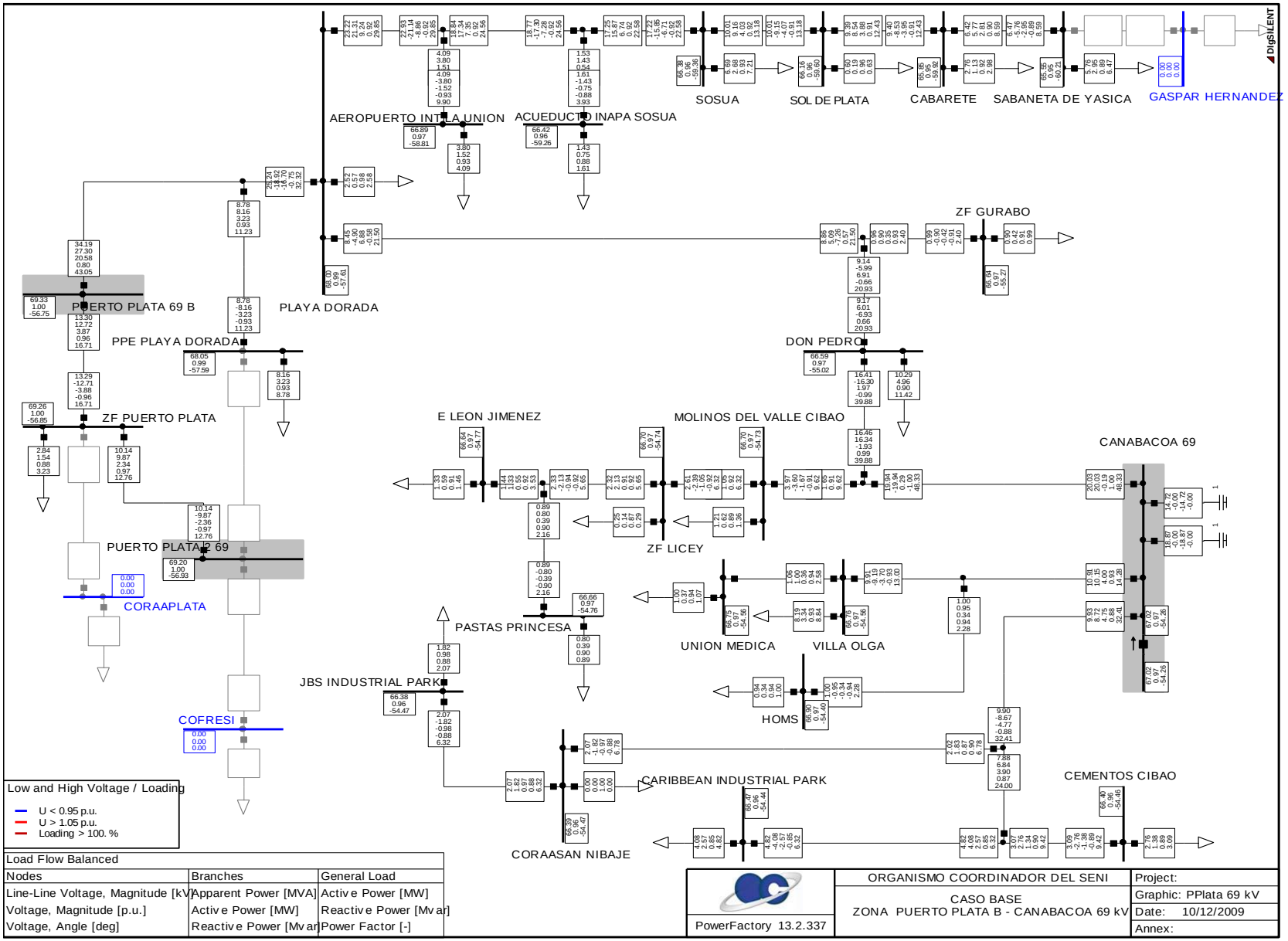

Figura 53. Puerto Plata 69 kV – Caso 11.

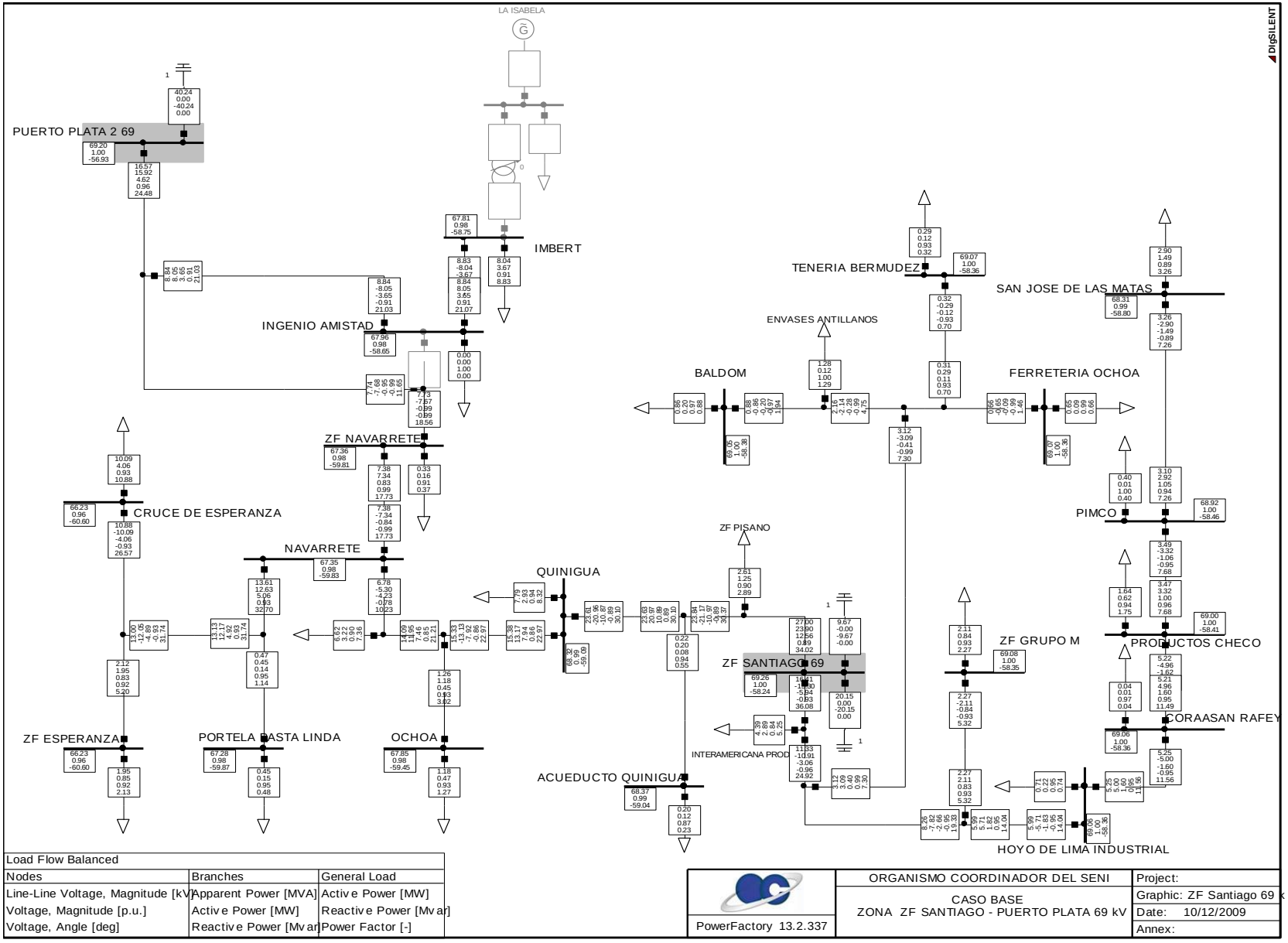

Figura 54. Puerto Plata 69 kV – Caso 11.