

行政院及所屬各機關出國報告

(出國類別：洽公)

# 執行宏都拉斯電力公司調度中心 技術協助工作

服務機關： 台灣電力公司  
姓名職稱： 蔡文達 電力調度處 值班經理  
                  何秉衡 系統規劃處 電網技術專業工程師  
派赴國家： 宏都拉斯(首府：德古西加巴)  
出國期間： 107 年 12 月 9 日至 108 年 3 月 11 日  
報告日期： 108 年 4 月 18 日



## 出國報告審核表

出國報告名稱：執行宏都拉斯電力公司調度中心技術協助工作		
出國人姓名 <small>(2人以上，以1人為代表)</small>	職稱	服務單位
蔡文達	調度中心 值班經理	台灣電力公司
出國類別	<input type="checkbox"/> 考察 <input type="checkbox"/> 進修 <input type="checkbox"/> 研究 <input type="checkbox"/> 實習 <input checked="" type="checkbox"/> 其他 <u>洽公</u> (例如國際會議、國際比賽、業務接洽)	
出國期間：107年12月9日至108年3月11日		報告繳交日期：108年4月18日
出國人員	計畫主辦	審核項目
自我審核	機關審核	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1. 依限繳交出國報告
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2. 格式完整 (本文必須具備「目地」、「過程」、「心得及建議事項」)
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3. 無抄襲相關資料
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4. 內容充實完備。
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5. 建議具參考價值
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	6. 送本機關參考或研辦
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	7. 送上級機關參考
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	8. 退回補正，原因：
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(1) 不符原核定出國計畫
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(2) 以外文撰寫或僅以所蒐集外文資料為內容
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(3) 內容空洞簡略或未涵蓋規定要項
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(4) 抄襲相關資料之全部或部分內容
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(5) 引用相關資料未註明資料來源
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(6) 電子檔案未依格式辦理
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(7) 未於資訊網登錄提要資料及傳送出國報告電子檔
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	9. 本報告除上傳至出國報告資訊網外，將採行之公開發表：
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(1) 辦理本機關出國報告座談會 (說明會)，與同仁進行知識分享。
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(2) 於本機關業務會報提出報告
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(3) 其他
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	10. 其他處理意見及方式：

報告人：



單位：

主管

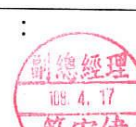


專業總工程師



總經理：

副總經理



說明：

- 一、各機關可依需要自行增列審核項目內容，出國報告審核完畢本表請自行保存。
- 二、審核作業應於報告提出後二個月內完成，以不影響出國人員上傳出國報告至「公務報告資訊網為原則」。









## 目 錄

壹、 出國緣由 .....	1
貳、 出國任務與行程.....	1
參、 執行外交部之七項工作內容 .....	2
肆、 媒體報導及採訪.....	3
伍、 宏國電力系統探討.....	15
一、 中美洲國家電氣互聯系統 .....	15
二、 中美洲國家電網潮流融通量 .....	16
三、 2018 年 3 月宏國電網各種能源別之裝置容量 .....	17
四、 宏電系統特性.....	18
五、 SuYaPa (SUY)超高壓變電所簡介 .....	21
六、 LAINEZ (LNZ)配電變電所簡介.....	31
七、 SAN BUENAVENTURA(SBV)開閉所.....	35
八、 AGUA CALIENTE (AGC)開閉所.....	36
九、 2018 年 12 月負載情況.....	38
十、 2018 冬季系統分析.....	42
十一、 2019 年 3 月尖載系統分析 .....	43
十二、 結論 .....	62
陸、 心得與建議.....	65
柒、 附錄 .....	66



## 圖目錄

圖 1	中美洲國家互聯系統 .....	16
圖 2	宏都拉斯電網分布 .....	19
圖 3	宏國風力發電潛力 .....	20
圖 4	宏都拉斯電網及太陽光分布 .....	20
圖 5	SuYaPa (SUY)超高壓變電所單線配置圖 .....	21
圖 6	SuYaPa (SUY)超高壓變電所空照圖 .....	22
圖 7	由近而遠之 T611、T613 及 T612 之 230/138kV 變壓器 .....	23
圖 8	T611 230/138kV 變壓器外觀及銘牌 .....	23
圖 9	T613 及 T612 之 230/138kV 變壓器外觀及銘牌 .....	24
圖 10	T510 500MVA 138/69kV 自耦變壓器及其低壓側之斷路器 .....	25
圖 11	T542 500MVA 138/69kV 自耦變壓器 .....	25
圖 12	T517 500MVA 138/13.8kV 雙繞組變壓器 .....	26
圖 13	T524 500MVA 138/13.8kV 雙繞組變壓器 .....	27
圖 14	T608 44.8MVA 230/13.8kV 雙繞組變壓器 .....	27
圖 15	230kV 開關場 .....	28
圖 16	138kV 開關場 .....	28
圖 17	69kV 開關場 .....	29
圖 18	13.8kV 開關場 .....	29
圖 19	SuYaPa 超高壓變電所控制室盤面(1/2) .....	30
圖 20	SuYaPa 超高壓變電所控制室盤面(2/2) .....	30
圖 21	LAINEZ (LNZ)配電變電所單線配置圖 .....	31
圖 22	LAINEZ (LNZ)配電變電所空照圖 .....	31
圖 23	LAINEZ (LNZ)配電變電所 69kV 系統匯流排配置 .....	32
圖 24	所內二台變壓器實體中間未間隔以防火牆 .....	32
圖 25	AINEZ (LNZ)配電變電所之配電變壓器 .....	32
圖 26	變壓器之銘牌 .....	33
圖 27	22T16 斷路器 .....	34
圖 28	22L61、22L62、22L63 及 22L64 等饋線斷路器 .....	34
圖 29	T422 配電變壓器及左側之 22T22 斷路器 .....	35
圖 30	22T22 斷路器左側之 22L66 及 22L67 等饋線斷路器(圖片左側二個白色開關箱) .....	35
圖 31	SAN BUENAVENTURA(SBV)開閉所與瓜地馬拉等聯網 .....	36
圖 32	為 SAN BUENAVENTURA(SBV)開閉所外觀 .....	36
圖 33	AGUA CALIENTE (AGC)開閉所與薩爾瓦多及尼加拉瓜聯網 .....	37
圖 34	AGUA CALIENTE (AGC)開閉所經 PAV、SLU、PRD 等變電所與尼加拉瓜聯網 .....	38
圖 35	SUYAPA(SUY)變電所系統單線圖 .....	39
圖 36	A LEONA (LLN)變電所系統單線圖 .....	40
圖 37	SANTA FE (SFE)變電所系統單線圖 .....	40

圖 38	TONCONTIN (TON)變電所系統單線圖.....	41
圖 39	EL Cajón 水壩之一.....	45
圖 40	EL Cajón 水壩之二.....	45
圖 41	EL CAJON (CJN)發電廠既開關場系統單線圖.....	46
圖 42	EL CAJON (CJN)之水輪機控制閥(水由左側進入·右側為水輪機之水路入口).....	46
圖 43	EL CAJON (CJN)發電機室之 4 部法蘭西式發電機.....	47
圖 44	EL CAJON (CJN)發電機室下方之發電機轉軸.....	47
圖 45	EL CAJON (CJN)發電廠發電機升壓變壓器.....	48
圖 46	EL CAJON (CJN)發電廠開關場.....	48
圖 47	EL CAJON (CJN)電廠控制室.....	49
圖 48	EL CAJON (CJN)電廠水庫運轉資訊.....	50
圖 49	廠內用電輔助發電機.....	50
圖 50	EL CAJON (CJN)電廠開關場控制盤面.....	51
圖 51	EL CAJON (CJN)電廠發電機運轉控制及資訊盤面.....	51
圖 52	EL CAJON (CJN)電廠發電機輸出資訊.....	52
圖 53	EL CAJON (CJN)發機出力情形圖.....	53
圖 54	ENERSA (ENR)發電廠及 AGUA PRIETA (AGP)變電所單線圖.....	54
圖 55	ENERSA (ENR)電廠機組出力情形.....	55
圖 56	LUFUSSA 3 (LUT)電廠及 ENERBASA PAVANA SOLAR (EBS)空照圖.....	57
圖 57	LUFUSSA 3 (LUT)電廠及 ENERBASA PAVANA SOLAR (EBS)系統單線圖.....	57
圖 58	LUFUSSA 3 (LUT)電廠發機及 ENERBASA PAVANA SOLAR (EBS)廠出力情形.....	58
圖 59	RIO LINDO (RLN)電廠單線圖.....	60
圖 60	RIO LINDO (RLN)電廠發電機出力情形圖.....	61

## 表目錄

表 1	2019 年中美洲國家互聯系統電能融通量 .....	16
表 2	宏國 2018 年電網各能源別裝置容量及占比 .....	17
表 3	2018 年宏國國家擁有及私人擁有之裝置容量及占比 .....	18
表 4	2018 年 12 月變電所負載超過 100% .....	38
表 5	電壓低於 0.95pu 之 BUS .....	41
表 6	匯流排電壓低於 0.95pu 之變電所內匯流排資料 .....	42
表 7	區域融通量 .....	43
表 8	正常時變壓器過載情形 .....	43
表 9	正常時匯流排電壓高於 1.05pu .....	44
表 10	正常時匯流排電壓低於 0.95pu .....	44
表 11	EL CAJON (CJN) 發機出力情形表 .....	53
表 12	ENERSA (ENR) 電廠機組出力情形表 .....	56
表 13	LUFUSSA 3(LUT) 電廠及 ENERBASA PAVANA SOLAR(EBS) 廠出力情形表 .....	59
表 14	RIO LINDO (RLN) 電廠發機廠出力情形表 .....	61





## 壹、出國緣由

依據外交部 107 年 10 月 9 日外拉美多字第 10723527780 號來函表示，宏都拉斯電力公司期盼駐宏大使館電力團派遣兩位高級技術專家，提供為期 3 個月雙方合約內技術協助。經台電公司總經理核定電力調度處與系統規劃處各派 1 名專長人員協助電力調度和供電品質等技術問題，兩處處長分別指派蔡文達經理與何秉衡專業工程師前往宏都拉斯電力公司執行技術協助。

## 貳、出國任務與行程

### 一、出國任務：

宏電洽請台電派遣 2 位高級專家在 3 個月內完成技術協助工作。依宏電致函駐宏電力團要求提供 7 項技術協助案，其主要目的在於台電專家可教導「宏電」工程師如何使用 PSS/E(Power System Simulator for Engineering)軟體進行電力潮流計算、事故分析和動態模擬等相關電力系統分析技術，研擬如何改善供電系統電力品質及減少傳輸線路損失提供解決對策。

### 二、行程：

台電派遣 2 名高級技術專家赴宏提供相關技術協助，為期 3 個月(共計 90 天)，自 107 年 12 月 9 日從台灣搭機出發。於宏國完成任務後，原擬於 108 年 3 月 6 日離開宏國，3 月 8 日返抵台灣。順道至美國休士頓觀光 3 天之故，爰延至 108 年 3 月 11 日返抵台灣。

起始日	迄止日	出發城市	抵達城市	工作內容
107/12/9	107/12/9	台北	休士頓	往程：台北→休士頓
107/12/10	107/12/10	休士頓	德古西加巴	往程： 1.休士頓→德古西加巴 2.執行技術協助工作
107/12/10	108/3/6		德古西加巴	執行技術協助工作
108/3/6	108/3/6	德古西加巴	休士頓	返程：德古西加巴→休士頓
108/3/7	108/3/9		休士頓	順道觀光
108/3/9	108/3/11	休士頓	台北	返程：休士頓→台北

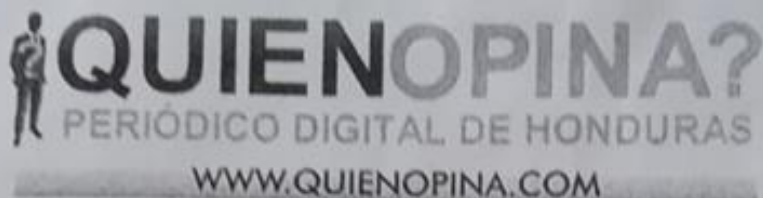
### 參、執行外交部之七項工作內容

依宏電致函駐宏電力團要求提供 7 項技術協助案，其主要目的在於台電專家可教導「宏電」工程師如何使用 PSS/E(Power System Simulator for Engineering)軟體進行電力潮流計算、事故分析和動態模擬等相關電力系統分析技術，研擬如何改善供電系統電力品質及減少傳輸線路損失提供解決對策。

宏電洽請台電派遣 2 位高級專家在 3 個月內完成來函第(1)~(7)項技術協助工作。茲將完成之工作項目條列如下：

工作項目	說明
(1) 制訂技術規定-建立國家互連電力系統運轉所需的品質與安全執行規範。	附件一
(2) 制定併入電力系統的標準及傳輸容量的使用等程序書及確立那些研究應該被提出來，確定發電機和新設備連接到國家輸電網必須滿足的技術特性及通信方法及設備和發電機的控制等。再生能源發電設備及自用發電設備等連接到國家輸電網的特殊需求。	附件二
(3) 針對電源調度員和運轉的程序人員，提供以 PSS/E 作電力系統分析運用或功率因數等的基礎和進階訓練，可作為偶發性事故分析、預先排除事故及無效功率的規劃。	附件三
(4) 審查並整合出提案以改進運用於即時運轉的操作手冊。	附件四
(5) 研究輸電系統(Transmission System)之能源品質及線路損失。	附件五
(6) 精進 PSS/E(Power System Simulator for Engineering)資料庫動態模型。	附件六
(7) 因應變動的能源大量注入電力系統時，無效功率備轉容量的分配問題所需，訂定短程與即時運轉的規劃階段的程序。	附件七

上述 7 項技術協助工作均已如期完成，宏電中央調度監 Rene Barrientos 亦於 108.3.29 來函表達感謝之意。



## Expertos taiwaneses brindan asistencia técnica a la ENEE

En el marco de la cooperación técnica en materia energética entre los gobiernos de Honduras y la República de China (Taiwán), llegan al país este 10 de diciembre dos expertos en sistemas eléctricos de la compañía Taiwán Power Company (TPC), para capacitar a los empleados de la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE), por un espacio de tres meses.

La llegada de los expertos fue gestionada por la Misión Técnica de Electricidad de Taiwán y en primera instancia estarán visitando las instalaciones del Centro Nacional de Despacho de la ENEE. Abordarán los temas pertinentes a los reglamentos técnicos, que establezcan los criterios de calidad y seguridad para el buen funcionamiento del Sistema Interconectado Nacional.

También, atienden a lo relacionado con el control de dispositivos, generadores y requisitos especiales para los productores de energía renovable y auto-productores. Además darán capacitación básica y avanzada en el uso y la aplicación de análisis de sistemas de energía con Power System Simulation for Engineering (PSS), para la validación previa al despacho y programación de energía, entre otros.

Los expertos que estarán en nuestro país brindando su apoyo para mejorar el Centro Nacional de Despacho son: Ing. Tsai, Wen-Ta y el Ing. Ho, Ping-Heng, doctorados de Ingeniería Mecánica del Departamento de Operaciones del Sistema y del Departamento de Planificación de Sistemas, respectivamente de la compañía Taiwán Power Company, ambos con más de 25 años de experiencia en la rama eléctrica.

<http://www.quienopina.com/2018/12/expertos-taiwaneses-brindan-asistencia-tecnica-a-la-enee/>

## Expertos taiwaneses brindan asistencia técnica a la ENEE



En el marco de la cooperación técnica en materia energética entre los gobiernos de Honduras y la República de China (Taiwán), llegan al país este 10 de diciembre dos expertos en sistemas eléctricos de la compañía Taiwán Power Company (TPC), para capacitar a los empleados de la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE), por un espacio de tres meses.

La llegada de los expertos fue gestionada por la Misión Técnica de Electricidad de Taiwán y en primera instancia estarán visitando las instalaciones del Centro Nacional de Despacho de la ENEE. Abordarán los temas pertinentes a los reglamentos técnicos, que establezcan los criterios de calidad y seguridad para el buen funcionamiento del Sistema Interconectado Nacional.

También, atienden a lo relacionado con el control de dispositivos, generadores y requisitos especiales para los productores de energía renovable y auto-productores. Además darán capacitación básica y avanzada en el uso y la aplicación de análisis de sistemas de energía con Power System Simulation for Engineering (PSS), para la validación previa al despacho y programación de energía, entre otros.

Los expertos que estarán en nuestro país brindando su apoyo para mejorar el Centro Nacional de Despacho son: Ing. Tsai, Wen-Ta y el Ing. Ho, Ping-Heng, doctorados de Ingeniería Mecánica del Departamento de Operaciones del Sistema y del Departamento de Planificación de Sistemas, respectivamente de la compañía Taiwán Power Company, ambos con más de 25 años de experiencia en la rama eléctrica.

<http://elpatriota.hn/2018/12/09/expertos-taiwaneses-brindan-asistencia-tecnica-a-la-enee/>



## Expertos taiwaneses asistirán a la ENEE

En el marco de la cooperación técnica en materia energética, entre los gobiernos de Honduras y la República de Taiwán, llegan al país dos expertos en sistemas eléctricos de la compañía Taiwán Power Company (TPC), para capacitar a los empleados de la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE), por un espacio de tres meses.

La llegada de los expertos fue gestionada por la Misión Técnica de Electricidad de Taiwán y en primera instancia estarán visitando las instalaciones del Centro Nacional de Despacho de la ENEE.

Abordarán los temas pertinentes a los reglamentos técnicos, que establezcan los criterios de calidad y seguridad para el buen funcionamiento del Sistema Interconectado Nacional.

También, atienden a lo relacionado con el control de dispositivos, generadores y requisitos especiales para los productores de energía renovable y auto-productores.

Además darán capacitación básica y avanzada en el uso y la aplicación de análisis de sistemas de energía con Power System Simulation for Engineering (PSS), para la validación previa al despacho y programación de energía, entre otros.

Los expertos que estarán en nuestro país brindando su apoyo para mejorar el Centro Nacional de Despacho son: Ing. Tsai, Wen-Ta y el Ing. Ho, Ping-Heng, doctorados de Ingeniería Mecánica del Departamento de Operaciones del Sistema y del Departamento de Planificación de Sistemas, respectivamente de la compañía Taiwán Power Company, ambos con más de 25 años de experiencia en la rama eléctrica.

# Social

**Nuevos aires** Miembros de la Embajada e invitados especiales se dieron cita para conocer la sede en el edificio Imperial



Wenta Tsai, Ingrid Hsing, Chun Feng Tseng y Ping Heng Ho.



Oscar Oyuela, Israel Navarro y Mario Hung.



Cristóbal Tsaur, Mercedes Pineda y Nelson Barahona.

## INAUGURACIÓN

# EMBAJADA DE TAIWÁN ESTRENA SEDE EN TEGUCIGALPA DESPUÉS DE 25 AÑOS

### —TEGUCIGALPA

La embajadora de la República de China (Taiwán), Ingrid Hsing, en compañía de miembros de la Embajada e invitados especiales, celebró el cambio de la sede oficial en la capital de Honduras.

Después de 25 años establecidos en la residencial Las Lomas, la diplomática decidió que era necesario un cambio, "estuvimos buscando por más de un año, soy muy enérgica y

### PRÁCTICAS INSTALACIONES

La nueva ubicación de la Embajada de Taiwán se encuentra en el sexto y séptimo piso del edificio Imperial, en colonia Palmira. El edificio cuenta con la bandera del país asiático para reconocerle.

me gustan los cambios, ya era necesario", señaló.

Las nuevas oficinas diplomáticas están ubicadas en el edificio Imperial de la colonia Palmira.

Las nuevas instalaciones cuentan con el sexto y séptimo piso del edificio para uso exclusivo de la embajada, siendo el primero las oficinas de la embajadora Hsing y su equipo.

El acto comenzó con la izada de la bandera taiwanesa

por parte del cuerpo diplomático. Durante la inauguración se realizó de igual forma un pequeño brindis en honor del nuevo espacio que, según la embajadora, es "más ordenado y práctico", luego se hizo un recorrido por las nuevas oficinas para después dar paso a un breve coctel ●●

Sharon Lauffers  
El Heraldo  
sharon.lauffers@elheraldo.hn



José Tejada, Francisco Paz, Olga Flores, Antonio Mendoza y Luis Elvir.



(1) Evelyn Hernández, Marcio Sarmiento, Sergio Huang y Rogelio Palz. (2) Victor Ramos y Fanny Martínez. (3) Luis Yang y Andrés Kan. (4) Lícida Zelaya y Romeo Vásquez Velásquez. (5) Ramón Custodio, Emma Calderón y Sergio Acosta.



# Social

**Noche tradicional** En un ambiente lleno de música y danza tradicional, la comunidad china en Honduras celebró su festividad **CELEBRACIÓN**

## UNA FESTIVA BIENVENIDA AL AÑO DEL CERDO TIERRA



Arnaldo Castillo, Victor Ham Chi, Ingrid Hsing, Mario Raúl Pacheco y Jorge Chang.

### —TESUCHALPA

La Embajada de China (Taiwán) y la Asociación China en Honduras celebraron el Año Nuevo Chino con una colorida recepción.

La cita se dio en el conocido restaurante Palacio Real en la capital y contó con la presencia de miembros del cuerpo diplomático de Taiwán y personas pertenecientes a la comunidad china en el país.

La celebración es en honor al Año del Cerdo Tierra.

El Año del Cerdo es el doce en el ciclo del horóscopo chino. Los 12 animales del horóscopo son, en orden: rata, buey, tigre, conejo, dragón, serpiente, caballo, cabra, mono, gallo, perro y cerdo. Cada año se relaciona con un animal del horóscopo chino, de acuerdo con el ciclo de 12 años. El Año del Cerdo no es cualquier año particular de la



Las danzas de dragones fueron una parte importante de la velada.

historia, es una posición en el ciclo del zodiaco.

El presidente de la Asociación China en Honduras, Victor Ham Chi, ofreció un discurso donde señaló: "Agradezco su presencia en esta celebración del Año Nuevo Chino que corresponde al Cerdo Tierra. Quiero a la vez agradecer a la excelentísima señora embajadora Ingrid Hsing, quien siempre

ha mostrado ese interés por estar cerca de nosotros y por patrocinarnos incondicionalmente. Celebremos, degustemos y comportemos".

La velada transcurrió de manera amena entre comida tradicional del país asiático, ríes, música y danza ■

Sharon Lauffers  
El heraldo  
sharon.lauffers@heraldo.com



Josélin Espinal y Cecilia Solís.



La velada inició con una ceremonia de música tradicional.



Augusto Chan y Kirsten Tsao.



Yadrys Montal, Marino Beriglietta y Jennifer Yang.



Kristine Peng y Andrés Wu.



Wenta Tsai, Chunfeng Tsang y Ping Hong Ho.

## Misión Técnica de Energía de Taiwán capacitó a personal del Centro de Despacho de la ENEE



**Autor del artículo:** Proceso Digital

**Tegucigalpa** - En el marco de la cooperación técnica, en materia energética, entre los gobiernos de Honduras y la República de China (Taiwán), se culminó el ciclo de capacitaciones tecnológicas, impartidas por dos especialistas taiwaneses a los empleados del Centro Nacional de Despacho de la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE).

Los encargados de impartir la capacitación fueron los ingenieros Wen-Ta Tsai, y Ping-Heng Ho, especialistas en sistemas eléctricos de la Compañía Taiwán Power, quienes durante un espacio de tres meses, brindaron sus conocimientos a los participantes con temas como: Desarrollo de los Procedimientos, que incluye normas de acceso y uso de la capacidad de transmisión, características técnicas que deben



cumplir los generadores y nuevos equipos a conectarse a la red de transmisión nacional, entre otros.

A criterio del Ingeniero René Barrientos, jefe del Centro Nacional de Despacho, el curso resultó muy provechoso e importante. A la vez que consideró las capacitaciones de gran beneficio para todos los participantes y principalmente para los ingenieros jóvenes que recién han ingresado a laborar con la empresa.



El director de Sistemas Operativos de Taiwán Power Company, Wen-Ta Tsai, señaló que "todas las capacitaciones o enseñanzas son de vital importancia en todo el mundo, y aquí en el Centro Nacional de Despacho, miramos que todos los empleados están muy interesados en aprender las nuevas tendencias y actualizarse en los avances tecnológicos, que son muy útiles para trabajar mejor."

Por su parte, Shidia Matute, ingeniera de programación, al culminar el ciclo de aprendizaje, recalcó "me parece que ha sido una experiencia bastante importante, porque los instructores tienen excelente preparación y mucho trabajo en ese campo, y la forma en que nos han impartido las lecciones ha sido muy claras y si aplicamos lo aprendido trabajaremos de la mejor manera".

Los especialistas estarán viajando a Taiwán a integrarse a las labores de su compañía este miércoles 6 de marzo.

<http://www.proceso.hn/tecnologia/2-ciencia-y-tecnologia/mision-tecnica-de-energia-d-e-taiwan-capacito-a-personal-del-centro-de-la-despacho-de-la-enee>.

# Técnicos de Taiwán capacitan en la ENEE

7 MAR, 2019 - 6:49 PM



Expertos en energía de Taiwán finalizaron un ciclo de capacitaciones tecnológicas a empleados del Centro Nacional de Despacho de la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE), impartidas en el contexto de la cooperación técnica entre el gobiernos de Honduras y ese país asiático.

Los ingenieros Wen-Ta Tsai, y Ping-Heng Ho, especialistas en sistemas eléctricos de la Compañía Taiwán Power, compartieron sus conocimientos durante un período de tres meses con el personal de la estatal eléctrica.

Trascendieron temas como el desarrollo de los procedimientos, que incluye normas de acceso y uso de la capacidad de transmisión, características técnicas que deben cumplir los generadores y nuevos equipos a conectarse a la red de transmisión nacional, entre otros.

## Misión Técnica de Energía de Taiwán capacitó a personal del Centro de la Despacho de la ENEE

Por redaccion - marzo 7, 2019



En el marco de la cooperación técnica, en materia energética, entre los gobiernos de Honduras y la República de China (Taiwán), se culminó el ciclo de capacitaciones tecnológicas, impartidas por dos especialistas taiwaneses a los empleados del Centro Nacional de Despacho de la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE).

Los encargados de impartir la capacitación fueron los ingenieros Wen-Ta Tsal, y Ping-Heng Ho, especialistas en sistemas eléctricos de la Compañía Taiwán Power, quienes durante un espacio de tres meses, brindaron sus conocimientos a los participantes con temas como: Desarrollo de los Procedimientos, que incluye normas de acceso y uso de la capacidad de transmisión, características técnicas que deben cumplir los generadores y nuevos equipos a conectarse a la red de transmisión nacional, entre otros.

A criterio del Ingeniero René Barrientos, jefe del Centro Nacional de Despacho, el curso resultó muy provechoso e importante. A la vez que consideró las capacitaciones de gran beneficio para todos los participantes y principalmente para los ingenieros jóvenes que recién han ingresado a laborar con la empresa.

El director de Sistemas Operativos de Taiwán Power Company, Wen-Ta Tsal, señaló que "todas las capacitaciones o enseñanzas son de vital importancia en todo el mundo, y aquí en el Centro Nacional de Despacho, miramos que todos los empleados están muy interesados en aprender las nuevas tendencias y actualizarse en los avances tecnológicos, que son muy útiles para trabajar mejor."

Por su parte, Shidia Matute, ingeniera de programación, al culminar el ciclo de aprendizaje, recalzó "me parece que ha sido una experiencia bastante importante, porque los instructores tienen excelente preparación y mucho trabajo en ese campo, y la forma en que nos han impartido las lecciones ha sido muy claras y si aplicamos lo aprendido trabajaremos de la mejor manera".

Los especialistas estarán viajando a Taiwán a integrarse a las labores de su compañía este miércoles 6 de marzo.





## Misión Técnica de Energía de Taiwán capacitó a personal del Centro de la Despacho de la ENEE

Redacción 07 Marzo 2019

En el marco de la cooperación técnica, en materia energética, entre los gobiernos de Honduras y la República de China (Taiwán), se culminó el ciclo de capacitaciones tecnológicas, impartidas por dos especialistas taiwaneses a los empleados del Centro Nacional de Despacho de la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE).

Los encargados de impartir la capacitación fueron los ingenieros Wen-Ta Tsai, y Ping-Heng Ho, especialistas en sistemas eléctricos de la Compañía Taiwán Power, quienes durante un espacio de tres meses, brindaron sus conocimientos a los participantes con temas como: Desarrollo de los Procedimientos, que incluye normas de acceso y uso de la capacidad de transmisión, características técnicas que deben cumplir los generadores y nuevos equipos a conectarse a la red de transmisión nacional, entre otros.

A criterio del Ingeniero René Barrientos, jefe del Centro Nacional de Despacho, el curso resultó muy provechoso e importante. A la vez que consideró las capacitaciones de gran

beneficio para todos los participantes y principalmente para los ingenieros jóvenes que recién han ingresado a laborar con la empresa.

El director de Sistemas Operativos de Taiwán Power Company, Wen-Ta Tsai, señaló que "todas las capacitaciones o enseñanzas son de vital importancia en todo el mundo, y aquí en el Centro Nacional de Despacho, miramos que todos los empleados están muy interesados en aprender las nuevas tendencias y actualizarse en los avances tecnológicos, que son muy útiles para trabajar mejor."

Por su parte, Shidia Matute, ingeniera de programación, al culminar el ciclo de aprendizaje, recalcó "me parece que ha sido una experiencia bastante importante, porque los instructores tienen excelente preparación y mucho trabajo en ese campo, y la forma en que nos han impartido las lecciones ha sido muy claras y si aplicamos lo aprendido trabajaremos de la mejor manera" .

Los especialistas estarán viajando a Taiwán a integrarse a las labores de su compañía este miércoles 6 de marzo.

<http://eldiariodehonduras.hn/index.php/politics/566-mision-tecnica-de-energia-de-taiwan-capacito-a-personal-del-centro-de-la-despacho-de-la-enee>

### 108.3.29 宏電中央調度監 Rene Barrientos 針對技協案寄來之感謝函



\*\*\*\*\*  
EMPRESA NACIONAL DE  
ENERGIA ELÉCTRICA  
ENEE

Gerencia de Despacho de Energía

Tegucigalpa, M.D.C.

GDE-106-III-19  
March 29th, 2019.

Engineer  
CHUN-FENG TSENG  
MISSION CHIEF  
Your Office.

Subject: Response Note MCT-005-02-2019.

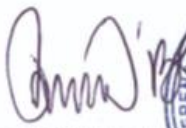
Dear Chun-Feng Tseng.

Attending Note MCT-005-02-2019, referent to the Seven Technical Assistance Items prepared jointly by the Members of the China-Taiwan Mission, and taught by Ph. D Wen-Ta y Ph. Ping-Heng Ho, with assistance of the Nacional Dispatch Center engineers. We inform you such training was received to satisfaction of every participant and will be much useful to performance functions in Nacional Dispatch Center to the Nacional Power Company.

The final report presented is of total satisfaction and will be of great help for reference of our procedures and training.

We greatly appreciate your collaboration with our Company.

Sincerely yours,

  
Ing. José Rene Barrientos  
Manager Energy Dispatch.



Cc: Archivo  
JRB/NEB

04 ABR 2019  
Mission

## 伍、宏國電力系統探討

### 一、中美洲國家電氣互聯系統

中美洲電氣互連系統 SIEPAC ( Central American Electrical Interconnection System · 西班牙語 : Sistema de Interconexión Eléctrica de los Países de América Central ) 是六個中美洲國家電網的互連。自 1987 年開始討論新建的輸電線路連接巴拿馬、哥斯大黎加、宏都拉斯、尼加拉瓜、薩爾瓦多和瓜地馬拉等 3,700 萬用戶。於 2013 年 4 月完成。

SIEPAC 網路包括一條長 1,790 公里的 230kV 輸電線路，瓜地馬拉和巴拿馬之間的容量為 300MW，以及對現有系統的改善。在第二階段，容量將增加到 600MW，扣除墨西哥 ( 4,000 萬美元 )、伯利茲 ( 3 千萬美元 ) 和巴拿馬 ( 2 億美元 ) 建議的互連費用外，SIEPAC 的成本約為 3.2 億美元。

SIEPAC 的預期，互聯國家的輸電網將可疏緩該地區的周期性電力短缺，降低運營成本，最佳化水力發電的共同使用，在該地區建立有競爭力的能源市場，並吸引外國投資於發電和輸電系統。據稱，由於該項目，消費者的能源成本可能從每度 0.11 美元降至每度 0.09 美元，降幅高達 20%。Power Technologies Inc. 於 1995 年進行的可行性研究，概述了該地區電力需求和供應的擴展以及相關投資的各種情境。預計區域電力市場開始運營，SIEPAC 將在 10 年期間引進每年 7 億美元的投資。

宏國電力蒞屬於中美洲互聯網 ( Ente Operador Regional, EOR ) 系統成員之一。EOR 成員包括瓜地馬拉、薩爾瓦多、宏都拉斯、尼加拉瓜、巴拿馬、馬拉瓜等六國總統同意以此為重點，推動所謂的：「中美洲國家電氣系統 ( SIEPAC )」，以完成中美洲一體化進程之最終目標：「實現地峽人口的發展和福利」。當此六個國家的立法權力批准後，以為建立區域電力市場 ( MER ) 的法律基礎。該條約導致了地區委員會 Inteconexión 電氣 ( CRIE ) 和地區的運營機構 ( EOR )，以確保法律和法律合規性以及其國內市場之間的相互關係的系統該地區的國家。

SIEPAC 由區域運營實體 ( Empresa Proprietaria de la Red-EPR ) 所有，成立於 1999 年，在巴拿馬註冊，包括六個參與國家的公用事業和傳輸公司 ( 75% ) 和私人資本 ( 25% )。在某些國家，綜合公用事業是股東：宏都拉斯的 ENEE，哥斯大黎加的 ICE 和 CNFL，而在其他國家，股份由輸電公司持有：瓜地馬拉的 INDE，巴拿馬的 ETESA 和尼加拉瓜的 ENTE。在薩爾瓦多，公用事業 CEL 和傳輸公司 ETESAL 共同擁有該股份。私人股東是西班牙的 Endesa 和哥倫比亞的 ISA。

已設想建立區域電力監管機構。雖然美洲開發銀行曾建議不允許發電公司持有輸電公司的股份，但這顯然已被中美洲各國政府接受。該項目目前由中美洲電氣化委員會的中美電氣化委員會 ( Consejo de Electrificación de América Central-CEAC ) 管理。





"Somos la energía de la integración eléctrica regional"



## 二、中美洲國家電網潮流融通量

SIEPAC：中美洲國家的電氣互連系統，此互連系統為 20 世紀 80 年代所設計，包括 1,800 公里長的輸電線路，此將增加兩倍的中美洲國家間能量交換，降低企業和用戶用電成本。

中美洲的電力互聯於 2010 年開始運營，經由約 1,800 公里的 230kV 輸電線路，這條新的，更強大的輸電線路將使中美洲的電力融通容量從 30MW 增加到最高 300MW。該 SIEPAC 使中美洲國家能夠經由區域願景，以規劃增加之發電容量。圖 1 為中美洲國家互聯系統。表 1 為 2019 年中美洲國家互聯系統電能融通量。



圖 1 中美洲國家互聯系統

表 1 2019 年中美洲國家互聯系統電能融通量

X-- AREA --X	FROM TO LOAD TO							NET EXCHANGE-		
	GENE- RATION	AT AREA BUSES	TO BUS SHUNT	GNE BUS DEVICES	TO LINE SHUNT	FROM CHARGING	TO LOSSES	TO TIE LINES	TO TIES +LOADS	DES IRED NET INT
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GUATEMALA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



X-- AREA --X	FROM TO LOAD TO							NET EXCHANGE-		
	GENE- RATION	AT AREA BUSES	TO BUS SHUNT	GNE BUS DEVICES	TO LINE SHUNT	FROM CHARGING	TO LOSSES	TO TIE LINES	TO TIES +LOADS	DES IRED NET INT
EL SALVADOR	0	0	0	0	0	15.9	0	15.9	15.9	
3 HONDURAS	1659.3	1617.2	0	0	0	0	42.1	0	0	0
	595.4	389.2	-34.5	0	0	300.4	573.8	-32.6	-32.6	
4 NICARAGUA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	16.8	0	16.8	16.8	
COLUMN TOTALS	1659.3	1617.2	0	0	0	0	42.1	0	0	0
	595.4	389.2	-34.5	0	0	333.1	573.9	0	0	

### 三、2018 年 3 月宏國電網各種能源別之裝置容量

宏國電網，依不同種類能源分類，主要為石化燃料 875.1MW(占 33.7%)、其次為 681.8MW(占 26.2%)、再其次為太陽光 450.9MW(占 17.3%)。表 2 為宏國電網各能源別裝置容量及占比。

表 2 宏國 2018 年電網各能源別裝置容量及占比

能源別	裝置容量 (MW)	%
水力 Hydropower	681.8	26.2
石化 Fossil	875.1	33.7
生質能 Biomasa	209.7	8.1
太陽光 Solar	450.9	17.3
煤 Coal (Wood)	125	4.8
風 Wind	225	8.6
地熱 Geothermal	35	1.3
<b>系統總和 System total</b>	<b>2,602.5</b>	<b>100</b>

宏都拉斯電力系統主要是水力發電，生物質和燃油發電(主要是中速柴油發動機)，但目前可變可再生能源 REN 的佔比越來越大。該系統由垂直整合的公用事業公司 ENEE 運營，該公用事業公司還擁有大部分水力發電能力，至於熱力發電則主要由私人擁有。表 3 為 2018 年宏國國家擁有及私人擁有之裝置容量及占比。

表 3 2018 年宏國國家擁有及私人擁有之裝置容量及占比

能源別		裝置容量(MW)	%
國營 State own	水力 hydropower	432.70	16.6
	石化 fossil	64.60	2.5
私人 Private	水力 hydropower	249.1	9.6
	石化 fossil	810.50	31.2
	生質能 biomasa	209.7	8.1
	風機 wind	225.00	8.6
	太陽光 solar	450.90	17.3
煤 Coal (Wood)		125.0	4.8
地熱 Geothermal		35	1.3
總計		2602.5	100

#### 四、宏電系統特性

宏都拉斯輸電網由一個 230kV 的主幹線組成，連接南部發電中心與首都特古西加巴周圍的負載中心和北部工業城聖佩德羅蘇拉及其周圍，以及連接該國其他地區的 138kV 和 69kV 電網，如圖 2 為宏都拉斯電網分布。該系統是中美洲互聯繫統 SER 的一部分，並以 230kV 系統與鄰國瓜地馬拉、薩爾瓦多和尼加拉瓜相連。SIEPAC 線路允許在中美洲各地進行電力傳輸，穿越南部的宏都拉斯，另外將 Agua Caliente 變電站連接到尼加拉瓜和薩爾瓦多。宏都拉斯系統的潛在問題為相對較長連接該國較偏遠地區的 69kV 和 138kV 線路，導致該地區的電壓控制問題，以及發電集中在遠離負載中心的南部。

## Red de Transmisión



Nivel de Tensión	230 kV	138 kV	69 kV
Longitud (km)	1632.16	926.25	630.61

圖 2 宏都拉斯電網分布

宏都拉斯目前看到 REN 裝置大幅增加，到 2018 年底電力系統的峰值將超過 16,000MW，惟其中風電和太陽能裝機容量超過 700MW。圖 3 為宏國風力發電潛力地區。

宏國之再生能源 REN 裝置都屬於大型集中式太陽能光伏裝置，尤以宏都拉斯南部的太陽能潛力最高。這種 REN 產生的高電能也可能存在問題，由於風力和太陽能利用率的變化為不可控且不可預測，此高占比的高變化，將進一步困擾電網的調度與營運。

圖 4 為宏都拉斯電網，其中綠色圈選區域(即南部地區)為太陽光電豐富之區域，惟此區域僅有一回線 230kV 輸電系統。

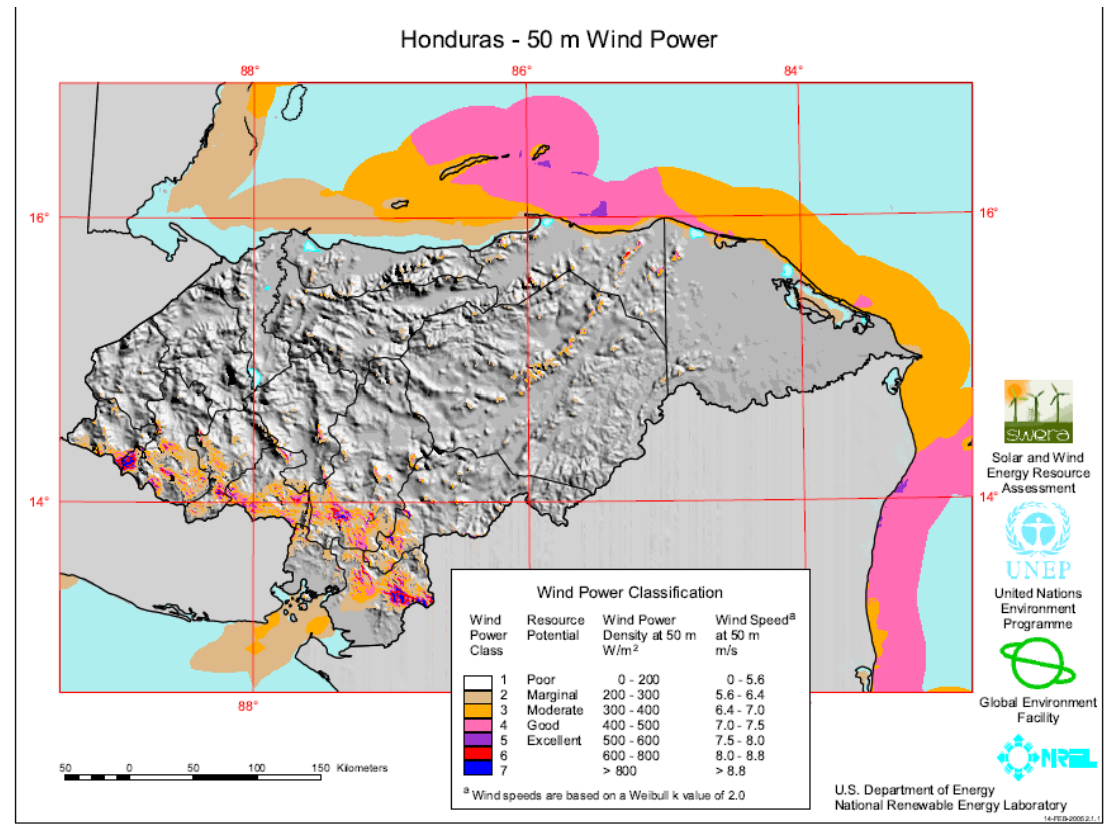


圖 3 宏國風力發電潛力

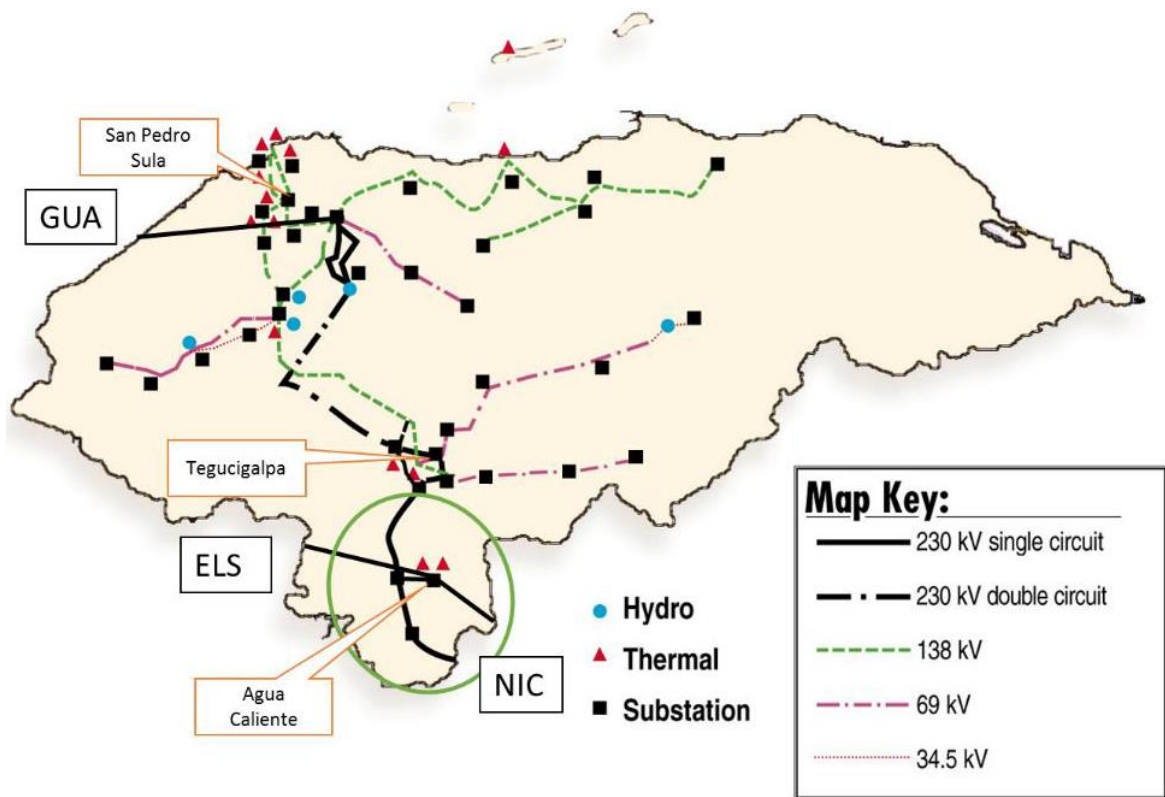


圖 4 宏都拉斯電網及太陽光分布

## 五、SuYaPa (SUY)超高壓變電所簡介

SuYaPa (SUY)超高壓變電所位於宏國首都德古西加巴市中心區，兼有 230kV、138kV、69kV 及 13.8kV 等多電壓等級之變電所。高壓側以 230kV 之 L612、L613 及 L614 等三回線引入，經雙匯流排一個半斷路器之開關場，分別經三台 T612、T613 及 T611 等 230/138kV 100MVA 變壓器降壓為 138kV。圖 5 為 SuYaPa (SUY)超高壓變電所單線配置圖，其中紅線為 230kV、黃線為 138kV、橘線為 69kV、藍線為 13.8kV。圖 6 為 SuYaPa (SUY)超高壓變電所空照圖。

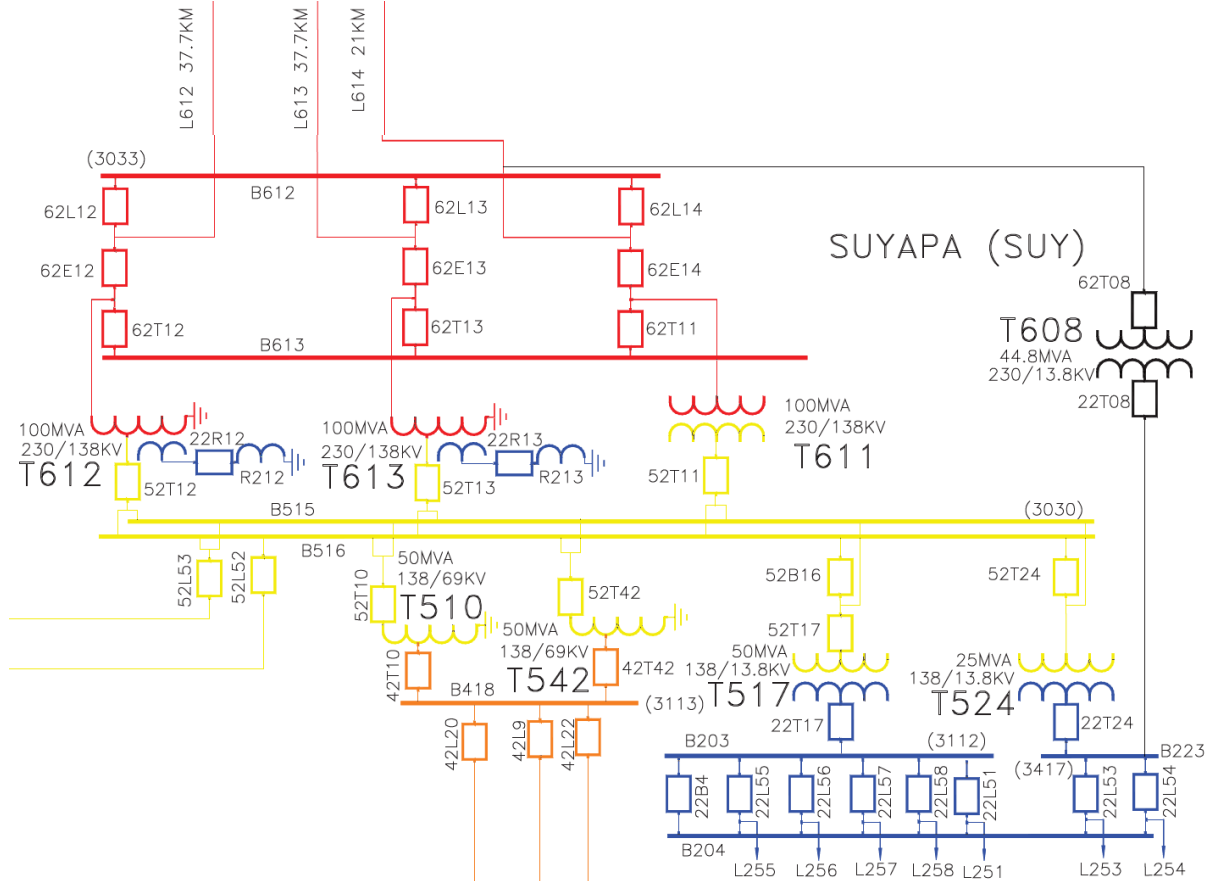


圖 5 SuYaPa (SUY)超高壓變電所單線配置圖

紅線為 230kV、黃線為 138kV、橘線為 69kV、藍線為 13.8kV



圖 6 SuYaPa (SUY)超高壓變電所空照圖

(圖右上側為 230kV 開關場、左側為 138kV 開關場、  
左下側為 13.8kV 開關場、右下側為 69kV 開關場)

其中 T612 及 T613 為自耦變壓器，三次側 D 接後經電抗器接地，T611 則為雙繞組變壓器。三台 T612、T613 及 T611 變壓器間未設有防火牆，一旦變壓器事故，恐傷及其他正常運行之變壓器。圖 7 為 T611、T613 及 T612 變壓器。圖 8 為 T611 之變壓器外觀及銘牌。圖 9 為 T612 之變壓器之外觀及銘牌。

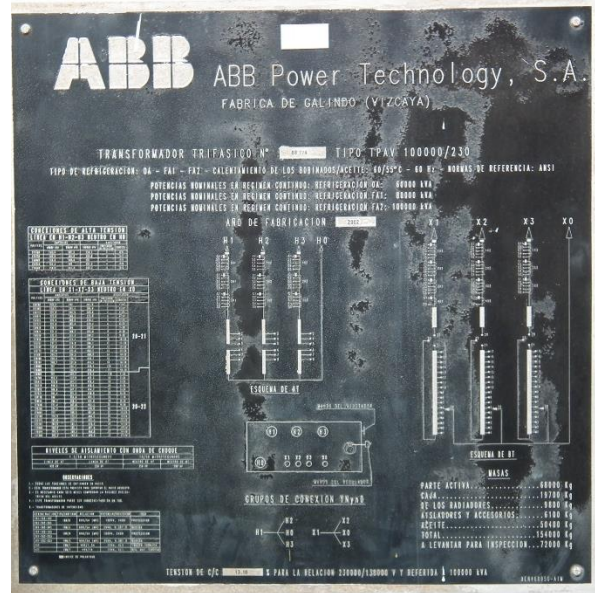




圖 7 由近而遠之 T611、T613 及 T612 之 230/138kV 變壓器



T611 變壓器外觀



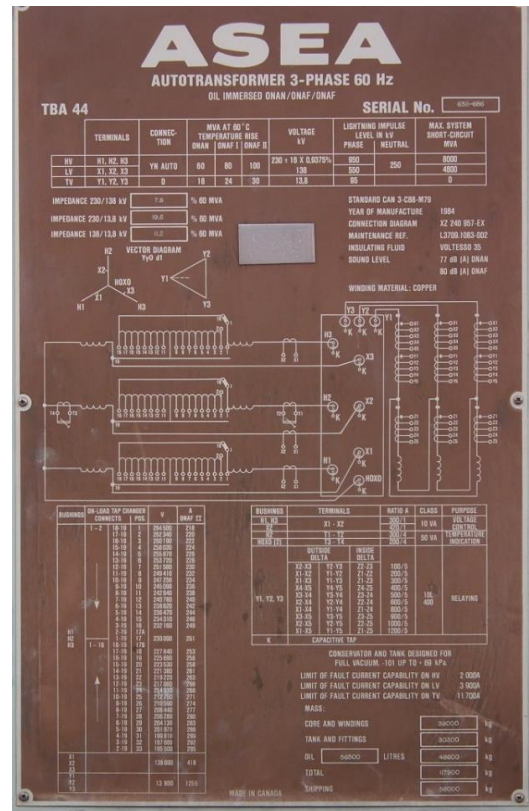
T611 變壓器銘牌

圖 8 T611 230/138kV 變壓器外觀及銘牌

由 T611 變壓器之銘牌瞭解，T611 變壓器為 2002 年製造之 YY 接雙繞組變壓器，OA/FA1/FA2 容量分別為 60,000/80,000/100,000kVA。變壓器阻抗為 13.1%，中性點不接地，依據 ANSI 之標準製造。高壓側電壓為 230kV、低壓側電壓為 138kV。



T612 變壓器外觀



T612、T613 變壓器銘牌

圖 9 T613 及 T612 之 230/138kV 變壓器外觀及銘牌

由 T612 及 T613 等變壓器之銘牌瞭解，T612 及 T613 等變壓器為 1984 年加拿大製造之自耦變壓器、三次側 D 接、三次側經電抗器接地，製造標準依據 CAN 3-C88-M79。高壓側電壓為 230kV、低壓側電壓為 138kV、三次側電壓 13.8kV。OA/FA1/FA2 容量分別為 60,000/80,000/100,000kVA。當變壓器為 60MVA 時，230/138kV 阻抗為 7.8%、230/13.8kV 阻抗為 19.6%、138/13.8kV 阻抗為 11.2%。高壓側 BIL 950kV、低壓側 BIL 550kV、中性點 BIL 250kV、三次側 BIL 95kV。

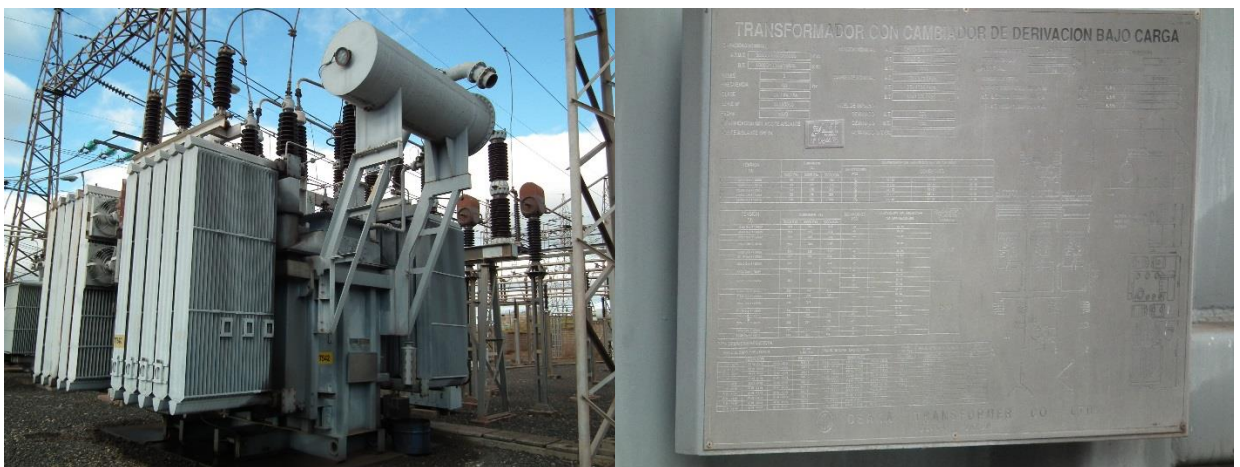
SuYaPa (SUY) 超高壓變電所內之 138kV 系統，其中二回線引出分別供應 SANTA FE (SFE)、MIRAFLORES (MFL) 及 LA CANADA (CDA) 等 138kV 級變電所。SuYaPa (SUY) 超高壓變電所內之 138kV 系統經 T510 及 T542 等二台 500MVA 138/69kV 自耦變壓器降至 69kV 系統並聯引供 PUEBLO NUEVO (PNU)、LA LEONA (LLN) 及 ZAMORANO (ZAM) 等 69kV 級變電所。二台 T510 及 T542 變壓器間未設有防火牆，一旦變壓器事故，恐傷及其他正常運行之變壓器。圖 10 為 T510 500MVA 138/69kV 自耦變壓器及其低壓側之斷路器。





圖 10 T510 500MVA 138/69kV 自耦變壓器及其低壓側之斷路器

T542 500MVA 138/69kV 自耦變壓器外觀及銘牌如圖 11 所示。檢視 T542 變壓器銘牌，T542 變壓器為 1972 年 OSAKA 公司製造之自耦變壓器、三次側 D 接製造標準依據 CAN 3-C88-M79。高壓側電壓為 132kV、低壓側電壓為 69kV、三次側電壓 13.8kV。自耦變壓器 OA/FA1/FA2 容量分別為 30,000/40,000/50,000kVA。三次側 OA/FA1/FA2 容量分別為 10,000/13,300/16,600kVA。當變壓器為 50MVA 時，高壓側阻抗為 5.25%。16.6MVA 時，低壓側阻抗為 5.02%時，三次側阻抗為 7.00%。高壓側 BIL 950kV、低壓側 BIL 550kV、中性點 BIL 350kV、三次側 BIL 110kV。



T542 變壓器

T542 變壓器銘牌

圖 11 T542 500MVA 138/69kV 自耦變壓器

SuYaPa (SUY)超高壓變電所內之 138kV 系統另經 T517 及 T524 等二台 500MVA 138/69kV 雙繞組變壓器降至 13.8kV 系統。同時變電所之 230kV 系統另經 T608 44.8MVA 230/13.8kV 雙繞組變壓器降至 13.8kV 系統，和前述 T517 及 T524 等二台變壓器共同經 8 組斷路器並聯後，供應附近 13.8kV 系統用電，目前 T608 已停用。T524 與 T519 及 T541 變壓器間未設有防火牆，一旦變壓器事故，恐傷及其他正常運行之變壓器。

T517 500MVA 138/13.8kV 雙繞組變壓器外觀及銘牌如圖 12。檢視 T517 變壓器銘牌，T517 變壓器為 2000 年 ABB 公司製造之雙繞組變壓器。製造標準依據 ANSI C57.12.00。高壓側 D 接電壓為 132kV、低壓側 Y 接電壓為 69kV，中性點直接接地。變壓器 OA/FA1/FA2 容量分別為 30,000/40,000/50,000kVA。當變壓器為 30MVA 時，138,000/13,800 阻抗為 9.32%。高壓側 BIL 650kV、低壓側 BIL110kV、中性點 BIL 110kV。



T517 變壓器外觀



T517 變壓器銘牌

圖 12 T517 500MVA 138/13.8kV 雙繞組變壓器

T524 500MVA 138/13.8kV 雙繞組變壓器外觀及銘牌如圖 13。檢視 T524 變壓器銘牌，T524 變壓器為 ABB 公司製造之雙繞組變壓器。製造標準依據 ANSI C57.12.00。高壓側 D 接電壓為 138kV、低壓側 Y 接電壓為 13.8kV，三次側 13.8kV。變壓器 OA/FA1/FA2 容量分別為 15,000/20,000/25,000kVA。當變壓器為 15MVA 時，144.9/15.87 阻抗為 6.29%、138/13.8 阻抗為 6.3%、131.1/11.73 阻抗為 6.61%。高壓側 BIL 550kV、低壓側 BIL110kV、中性點 BIL 110kV、三次側 BIL 110kV。





T524 變壓器外觀



T524 變壓器銘牌

圖 13 T524 500MVA 138/13.8kV 雙繞組變壓器

T608 44.8MVA 230/13.8kV 雙繞組變壓器外觀及銘牌如圖 14。檢視 T608 變壓器銘牌，T608 變壓器為美國 GE 公司製造之雙繞組變壓器。高壓側 D 接電壓為 230kV、低壓側 Y 接電壓為 138kV、三次側 13.8kV。變壓器為 OA/FA/FOA。當變壓器為 24,000kVA 時，230kV/138kV 阻抗為 12.95%。高壓側 BIL 750kV、低壓側 BIL110kV、中性點 BIL 110kV。T608 因 OLTC 故障停用中。



T608 變壓器外觀



T608 變壓器銘牌

圖 14 T608 44.8MVA 230/13.8kV 雙繞組變壓器

SuYaPa (SUY)超高壓變電所內之各電壓層級匯流排配置：

230kV 系統匯流排：採雙匯流排一個半斷路器配置，每一檔位由三（或二）個斷路器組成，每一線路、變壓器或機組，可由任一匯流排供電，因此停電任一匯流排或任一斷路

器，均不影響供電。適用於較重要之大型發電廠、變電所。圖 15 為 230kV 開關場。



圖 15 230kV 開關場

138kV 系統匯流排：外觀狀似雙匯流排配置，惟此二匯流排對外連接變壓器或線路，均共用同一個斷路器，故僅能提供單匯流排供電之功能，且無分段開關或分段斷路器，若有一匯流排故障或短路，將導致連接此匯流排之設備跳脫，最終導致整所停電。故建議可改採以雙匯流排或雙匯流排一個半斷路器配置。圖 16 為 138kV 開關場。



圖 16 138kV 開關場

69kV 系統匯流排：採單匯流排配置。僅適用於線路少、供電可靠性要求不高的小型發電廠、變電所。本匯流排無分段開關或分段斷路器，若有一匯流排故障或短路，將導致連接此匯流排之設備跳脫，最終導致轄下負責供電之 PEBLO NUEVO (PNU)、LAINEZ (LNZ)及 LEONA (LLN)等變電所停電。圖 17 為 69kV 開關場。





圖 17 69kV 開關場

13.8kV 系統匯流排：外觀狀似雙匯流排配置，匯流排間以連絡斷路器連接，且此二匯流排間以斷路器連接後，於斷路器一端連接對外線路，故僅能提供單匯流排供電之功能。若線路故障導致匯流排跳脫，將導致其他線路停電。圖 18 為 13.8kV 開關場。



圖 18 13.8kV 開關場

SuYaPa (SUY) 超高壓變電所控制室盤面如圖 19 及圖 20。審視 SuYaPa (SUY) 超高

壓變電所控制室盤面，各變壓器均未明確標示，以致不易從盤面瞭解變壓器運轉資訊。SuYaPa (SUY) 超高壓變電所內有 230kV、138kV、69kV 及 13.8kV 等四個電壓等級，依宏電圖面資訊，理應有四種不同顏色標線出不同電壓等級，惟審視 SuYaPa (SUY) 超高壓變電所控制室盤面，由於盤面分別在不同時間有更新紀錄，故似未明確電壓等級之顏色及編號區分。SuYaPa (SUY) 超高壓變電所內之比壓器、比流器所量測之電壓、電流及相角等運轉資訊亦不易於變電所內之控制室盤面讀得。



圖 19 SuYaPa 超高壓變電所控制室盤面(1/2)



圖 20 SuYaPa 超高壓變電所控制室盤面(2/2)

綜觀 SuYaPa (SUY) 超高壓變電所控制室盤面各項所內變壓器、比壓器、比流器等運轉資訊均不甚明確，且盤面未有統一之不同電壓等級線路圖面，未來若遇有變所內事故，恰若熟悉各項設備資訊人員因故無法到場，則恐非生手人員可以即時操作復電或反應修復，則又增加電氣設備復電時間，降低系統運轉可靠度。



## 六、LAINEZ (LNZ)配電變電所簡介

LAINEZ (LNZ)配電變電所位於宏國首都德古西加巴市中心區，為最早之變電所之一。設有 T416 及 T422 等 69/13.8kV 25MVA 配電變壓器二台。二台 T416 及 T422 變壓器間未設有防火牆，一旦變壓器事故，恐傷及其他正常運行之變壓器。圖 21 為 LAINEZ (LNZ)配電變電所單線配置圖。圖 22 為 LAINEZ (LNZ)配電變電所空照圖。

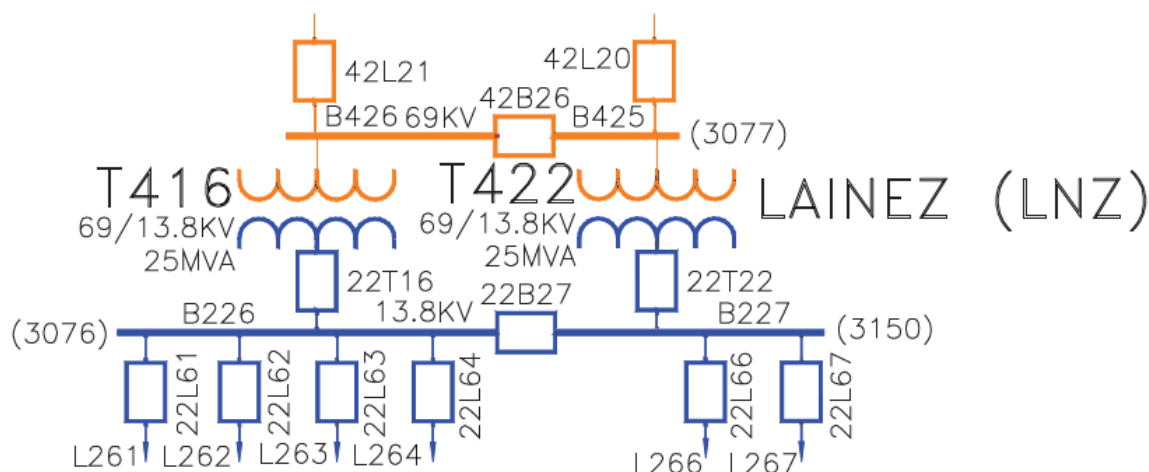


圖 21 LAINEZ (LNZ)配電變電所單線配置圖



圖 22 LAINEZ (LNZ)配電變電所空照圖

LAINEZ (LNZ)配電變電所自 69kV 系統以一進一出方式受電，所內 69kV 系統以架空單匯流排配置，連接二台變壓器，LAINEZ (LNZ)配電變電所 69kV 系統匯流排配置方式如圖 23 所示。架空匯流排中間以分段斷路器分隔二台變壓器，分段斷路器平時投入運

行。變電所內二台變壓器實體中間未間隔以防火牆，圖 24。圖 25 為 AINEZ (LNZ)配電變電所之配電變壓器。



圖 23 LAINEZ (LNZ)配電變電所 69kV 系統匯流排配置



圖 24 所內二台變壓器實體中間未間隔以防火牆



T416 配電變壓器



T422 配電變壓器

圖 25 AINEZ (LNZ)配電變電所之配電變壓器



經審視 T416 配電變壓器之銘牌，圖 26。T416 配電變壓器為台灣的士林電機製造，於 1973 年 4 月安裝完成。OA/FA1/FA2 容量分別為 15000/20000/25000kVA。15000KVA 時，阻抗 6.5%。高壓側 69kV 採 D 接，OA/FA1/FA2 電流量分別為：129/172/215A；低壓側 13.8kV 採 Y 接，OA/FA1/FA2 電流量分別為：628/837/1046A。依據 ANSI C57.12.00 標準：69kV 側 BIL 為 350kV、13.8kV 側 BIL 為 110kV。



圖 26 變壓器之銘牌

T416 配電變壓器經 22T16 斷路器(圖 27)連接架空匯流排 B227，再以 B227 分別經 22L61、22L62、22L63 及 22L64 等饋線斷路器(圖 28)分送至配電變電所負責供應之各饋線。



圖 27 22T16 斷路器



圖 28 22L61、22L62、22L63 及 22L64 等饋線斷路器

(圖片後方由左至右之藍開關箱及白開關箱)

T422 配電變壓器經 22T22 斷路器(圖 29)連接架空匯流排 B226，再以 B226 分別經 22L66 及 22L67 等饋線斷路器(圖 30)分送至各饋線。





圖 29 T422 配電變壓器及左側之 22T22 斷路器

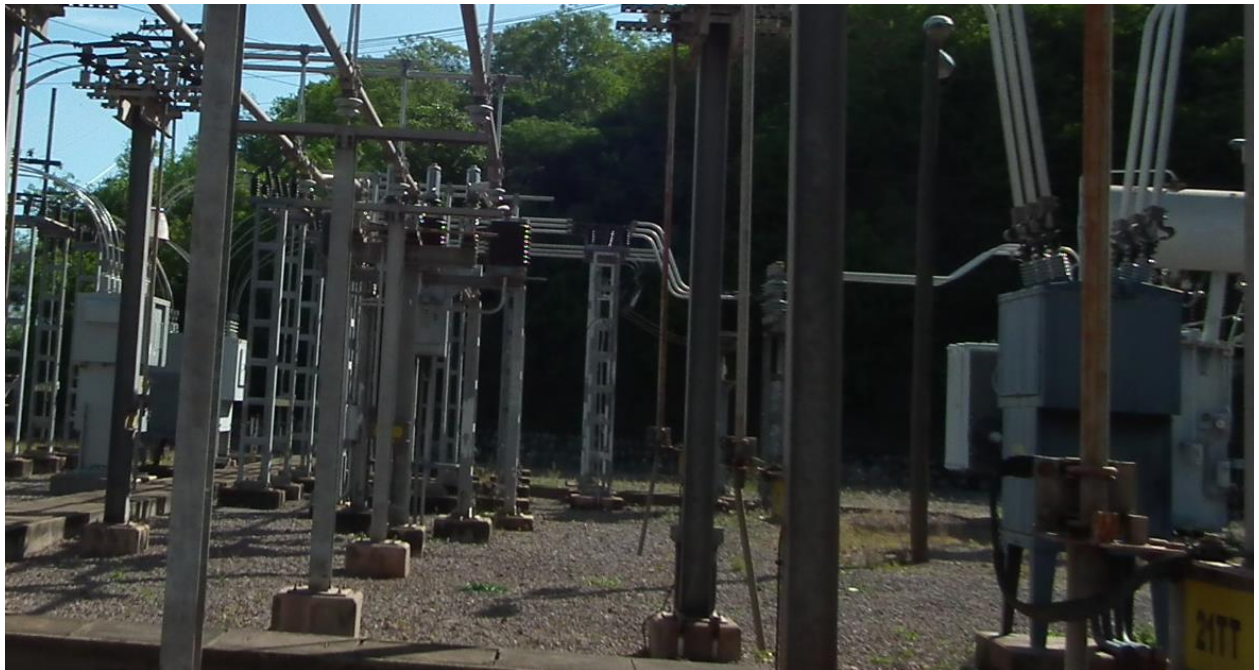


圖 30 22T22 斷路器左側之 22L66 及 22L67 等饋線斷路器(圖片左側二個白色開關箱)

## 七、SAN BUENAVENTURA(SBV)開閉所

SAN BUENAVENTURA(SBV)開閉所位於宏國中部，為中美洲互聯網之重要開閉所，一回線向西經 141km 之 230kV 系統與瓜地馬拉之 PANALUA 變電所聯網；另二回線分別經 17km 之 230kV 系統與 EL CAJON(CJN) 電廠聯網。圖 31 為 SAN BUENAVENTURA(SBV)開閉所與瓜地馬拉、EL CAJON(CJN)電廠及 AMARATECA(AMT) 變電所聯網。圖 32 為 SAN BUENAVENTURA(SBV)開閉所外觀。

SAN BUENAVENTURA(SBV)開閉所採雙匯流排一個半斷路器置，每一檔位由三(或二)個斷路器組成，每一線路、變壓器或機組，可由任一匯流排供電，因此停電任一匯流排或任一斷路器，均不影響供電。此為可靠度最高之配置，適用於較重要之大型發電廠、變電所。至於 EL CAJON(CJN)電廠及 AMARATECA(AMT)變電所等 230kV 等級之開關場和變電所，均採用雙匯流排一個半斷路器置。

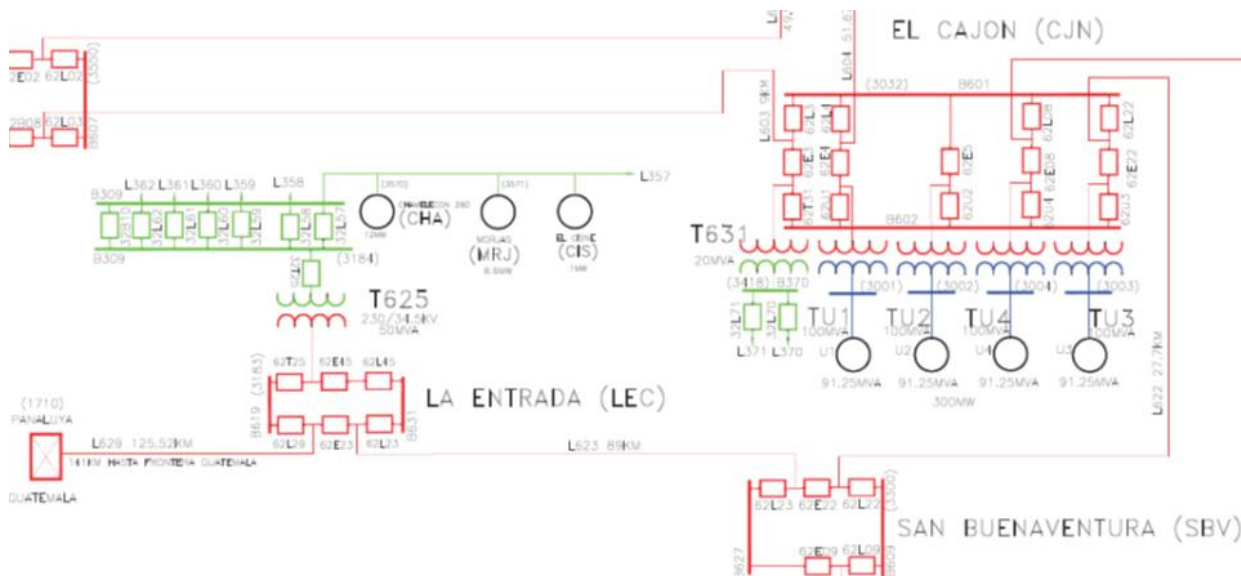


圖 31 SAN BUENAVENTURA(SBV)開閉所與瓜地馬拉等聯網



圖 32 為 SAN BUENAVENTURA(SBV)開閉所外觀

## 八、AGUA CALIENTE (AGC)開閉所

AGUA CALIENTE (AGC)開閉所位於宏國南方，為中美洲互聯網之重要開閉所，向西經 147km 之 230kV 系統與薩爾瓦多之 15 DE SEPTEMBRE 變電所聯網；向東經

183.29km 之 230kV 系統與尼加拉瓜之 SANDINO 變電所聯網。圖 33 為 AGUA CALIENTE (AGC)開閉所與薩爾瓦多及尼加拉瓜聯網。AGUA CALIENTE (AGC)開閉所另經 3.42km 之 PAVANA(PAV)變電所及 19km 之 SANTA LUCIA(SLU)變電所與 135.1km 外之尼加拉瓜 LEON 變電所聯網成為中美洲互聯網。圖 34 為 AGUA CALIENTE (AGC)開閉所與尼加拉瓜聯網。

AGUA CALIENTE (AGC)開閉所採雙匯流排一個半斷路器置，每一檔位由三 ( 或二 ) 個斷路器組成，每一線路、變壓器或機組，可由任一匯流排供電，因此停電任一匯流排或任一斷路器，均不影響供電。此為可靠度最高之配置，適用於較重要之大型發電廠、變電所。至於 AGUA CALIENTE (AGC)開閉所所引接之 PAVANA(PAV)、SANTA LUCIA(SLU)、LOS PRADOS (PRD)等 230kV 等級之開閉所，均採用雙匯流排一個半斷路器置。

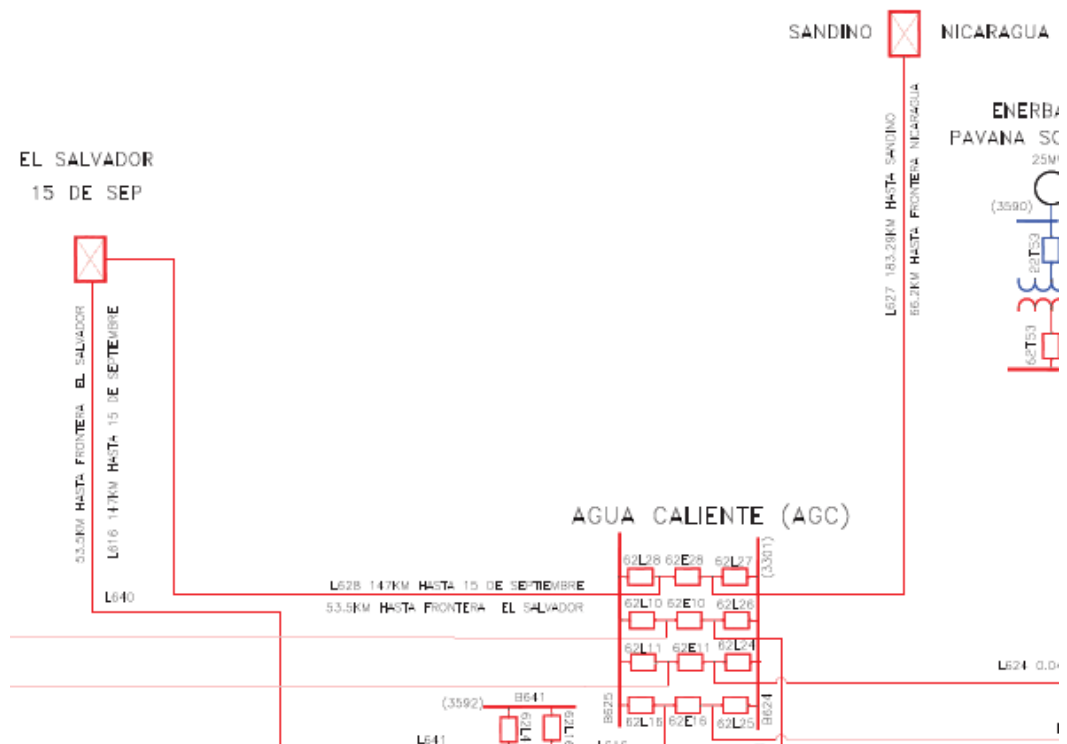


圖 33 AGUA CALIENTE (AGC)開閉所與薩爾瓦多及尼加拉瓜聯網



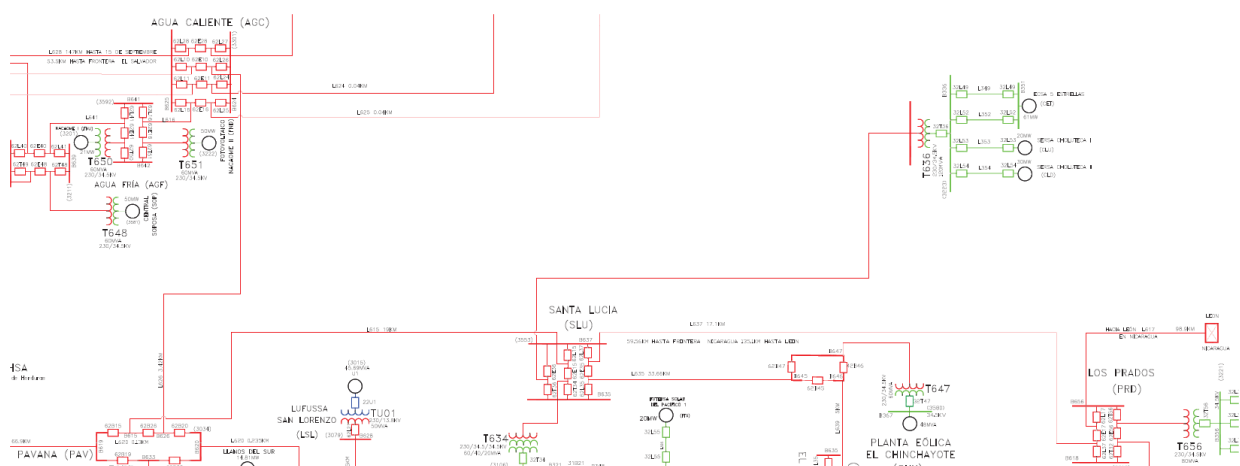


圖 34 AGUA CALIENTE (AGC)開閉所經 PAV、SLU、PRD 等變電所與尼加拉瓜聯網

由系統單線圖瞭解，宏電之 230kV 系統匯流排均採用雙匯流排一個半斷路器配置，每一檔位由三（或二）個斷路器組成，每一線路、變壓器或機組，可由任一匯流排供電，因此停電任一匯流排或任一斷路器，均不影響供電。此為可靠度最高之配置，適用於較重要之大型發電廠、變電所。

## 九、2018 年 12 月負載情況

### (一)變壓器過載情形

經參考宏電公司提供之 2018 年 Case，宏國負載量 1617.24MW。經檢查 2018 年 12 月時變電所負載，其中超過 100%者如表 4 所示。

表 4 2018 年 12 月變電所負載超過 100%

BUS# X- NAME-X	BASKV	AREA	BUS# X—NAME -- X	BASKV	AREA	CKT	LOADING	RATING	PERCENT
3030 SUY B515	138.00*	3	3112 SUY B203	13.800	3	1	54.7	50	109.3
3030 SUY B515	138.00*	3	3417 SUY B223	13.800	3	1	25.9	25	103.5
3030 SUY B515	138.00*	3	3WNDTR SUY T510	WND 1	3	1	55.2	50	110.4
3030 SUY B515	138.00*	3	3WNDTR SUY T542	WND 1	3	1	56.9	50	113.8
3074 LLN B213	13.800	3	3075 LLN B419	69.000*	3	1	29.6	25	118.5
3100 SFE B404	69.000*	3	3WNDTR SFE T509	WND 2	3	1	55.2	50	110.5
3101 SFE B505	138.00*	3	3WNDTR SFE T509	WND 1	3	1	60.7	50	121.4

BUS# X- NAME-X	BASKV	AREA	BUS# X—NAME -- X	BASKV	AREA	CKT	LOADING	RATING	PERCENT
3113 SUY B418	69.000*	3	3WNDTR SUY T510	WND 2	3	1	56	50	111.9
3113 SUY B418	69.000*	3	3WNDTR SUY T542	WND 2	3	1	54.3	50	108.6
3155 TON B610	230.00*	3	3WNDTR TON 610	WND 1	3	1	86.3	84	102.7

## 1.SUYAPA(SUY)變電所

SUYAPA(SUY)變電所系統單線圖如圖 35 所示。

- (1) 變壓器 T510 (138/69kV 50MVA) 正常時 109.5%。
- (2) 變壓器 T542 (138/69kV 50MVA) 正常時 112.6%。
- (3) 變壓器 T517 (138/13.8kV 50MVA) 正常時 109.3%。
- (4) 變壓器 T524 (138/13.8kV 25MVA) 正常時 118.3%。

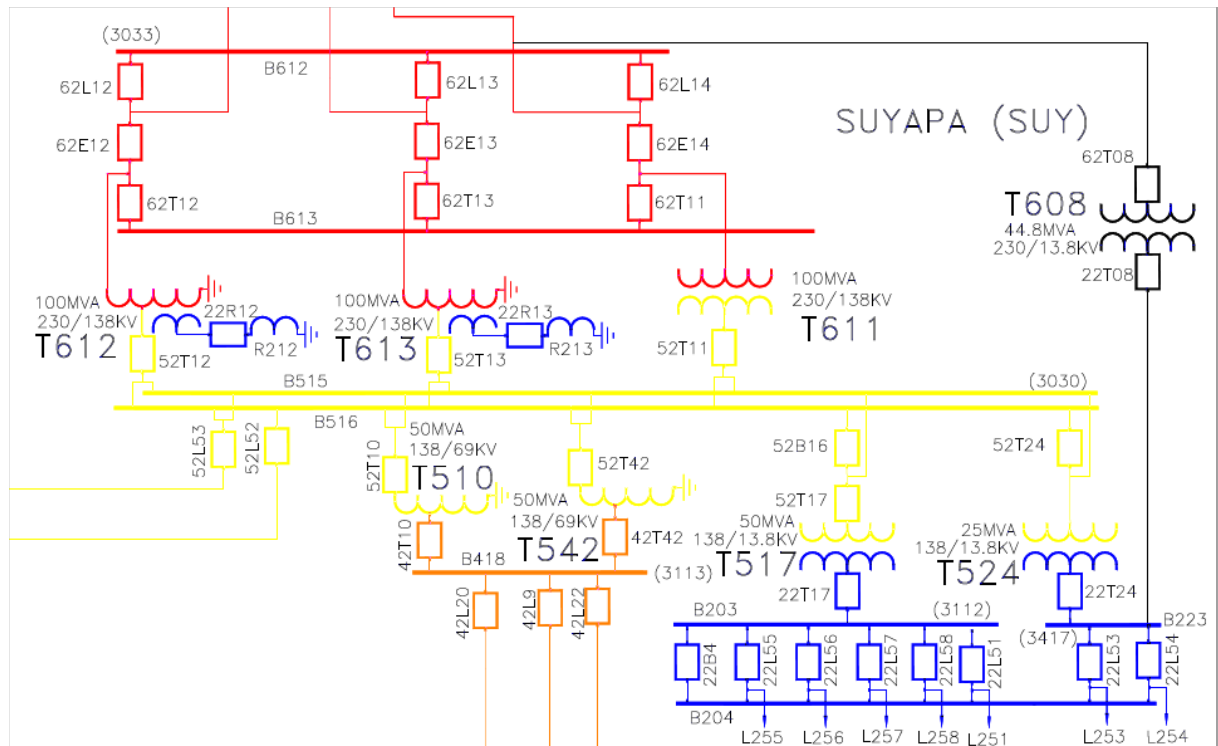


圖 35 SUYAPA(SUY)變電所系統單線圖

## 2. LA LEONA (LLN)變電所

A LEONA (LLN)變電所系統單線圖如圖 36 所示。

- ◎變壓器 T412 (69/13.8kV 25MVA) 正常時 118.3%。

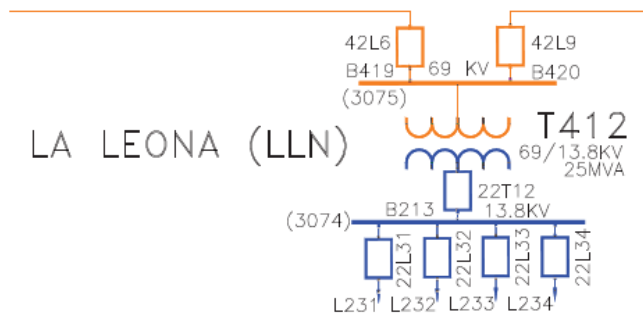


圖 36 A LEONA (LLN)變電所系統單線圖

### 3.SANTA FE (SFE)變電所

SANTA FE (SFE)變電所系統單線圖如圖 37 所示。

◎變壓器 T509 (138/69kV 50MVA) 正常時 119%(138kV)、108.7%(69kV)。

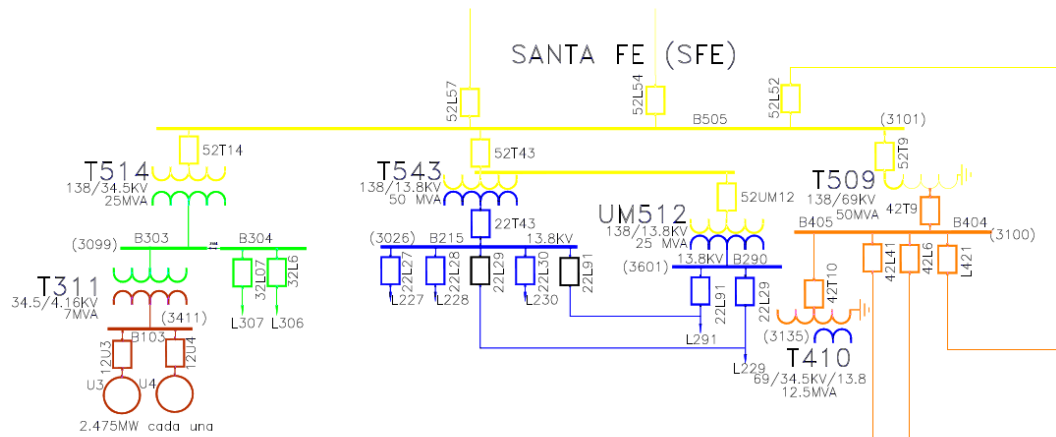


圖 37 SANTA FE (SFE)變電所系統單線圖

### 4. TONCONTIN (TON)變電所

TONCONTIN (TON)變電所系統單線圖如圖 38 所示。

◎變壓器 T610 (230/138kV 84MVA) 正常時 102.7%。

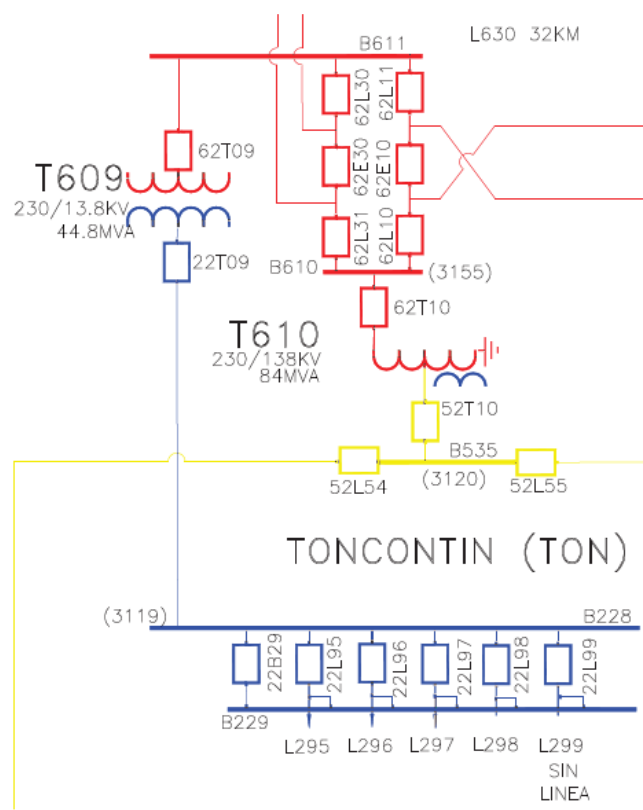


圖 38 TONCONTIN (TON)變電所系統單線圖

**(二)電壓低於 0.95pu 之 BUS**

經參考宏電公司提供之 2018 年 Case，宏國負載量 1617.24MW。經檢查 2018 年 12 月時變電所負載，其中電壓低於 0.95pu 之 BUS 如表 5 所示。

表 5 電壓低於 0.95pu 之 BUS

Bus Number	Bus Name	Base kV	Zone Number/Name	Code	Voltage (pu)	Angle (deg)
3986	TER GMC T427	13.8	2 LA	1	0.8331	-48.97
3062	GMC B437	69	4 CE	1	0.8763	-9.48
3963	TER SFE T509	13.8	4 CE	1	0.881	-16.28
3988	TER DAN T433	13.8	4 CE	1	0.9054	-29.66
3989	TER DAN T432	13.8	4 CE	1	0.9077	-29.5
3993	TER CHI T462	13.8	4 CE	1	0.9086	-27.39
3432	CHI B403	69	4 CE	1	0.9139	5.55
3975	TER SFE T514	13.8	4 CE	1	0.9196	-13.78
3430	CAT B443	69	4 CE	1	0.9216	-25.72
3058	DAN B432	69	4 CE	1	0.9263	6.9
3961	TER TON T610	13.8	4 CE	1	0.9299	-8.47
3025	CJL 4.16KV	4.2	3 CA	1	0.9363	53.04
3047	CCE B565	138	2 LA	1	0.9406	3.14

Bus Number	Bus Name	Base kV	Zone Number/Name	Code	Voltage (pu)	Angle (deg)
3055	CTE B513	138	2 LA	1	0.9422	5.73
3105	SIS B548	138	2 LA	1	0.9423	5.4
3097	RGU B518	138	2 LA	1	0.946	4.17
3023	CTE B209	13.8	2 LA	-2	0.9471	-26.67
3067	ISL B520	138	2 LA	1	0.9473	4.23
3994	TER BOR T532	13.8	2 LA	1	0.9474	-29.37

## 十、2018 冬季系統分析

經審視過載變壓器之變電所，包括 SUYAPA(SUY)變電所四台、LA LEONA (LLN)、SANTA FE (SFE)及 TONCONTIN (TON)等變電所各一台，均為位於中部之 230/138kV 及 138/69kV 等變電所。匯流排電壓低於 0.95pu 者，包括中部地區 Dli(DAN)、Chichicaste (CHI)、Guaimaca (GMC)、Catacamas (CAT)、Santa Fe (SFE)等變電所。東北部地區 Ceiba Termica (CTE)、San Isidro (SIS)、Coyoles central (CCE)、Isletas (ISL)及 Bonito Oriental (BOR)等變電所。

各匯流排電壓低於 0.95pu 之變電所內匯流排資料如表 6 所示。

表 6 匯流排電壓低於 0.95pu 之變電所內匯流排資料

BUS# X- NAME -X	BASKV	AREA	V(PU)	V(KV)	BUS# X- NAME -X	BASKV	AREA	V(PU)	V(KV)
3023 CTE B209	13.8	3	0.947	13.069	3025 CJL 4.16KV	4.16	3	0.9363	3.895
3047 CCE B565	138	3	0.9406	129.8	3055 CTE B513	138	3	0.9422	130.02
3058 DAN B432	69	3	0.9107	62.838	3061 GMC B347	34.5	3	0.9142	31.541
3062 GMC B437	69	3	0.8497	58.626	3067 ISL B520	138	3	0.9473	130.73
3069 JUT B438	69	3	0.9312	64.25	3097 RGU B518	138	3	0.9459	130.54
3105 SIS B548	138	3	0.9422	130.02	3115 SMR U01	13.8	3	0.9324	12.867
3430 CAT B443	69	3	0.9014	62.195	3431 CAT B342	34.5	3	0.9324	32.168
3432 CHI B403	69	3	0.898	61.962	3961 TER TON T61	13.8	3	0.929	12.821
3962 TER SUY T54	213.8	3	0.9477	13.078	3963 TER SFE T50	913.8	3	0.875	12.076
3975 TER SFE T51	413.8	3	0.9174	12.66	3986 TER GMC T42	713.8	3	0.8043	11.099
3988 TER DAN T43	313.8	3	0.8892	12.271	3989 TER DAN T43	213.8	3	0.8916	12.304
3993 TER CHI T46	213.8	3	0.8925	12.317	3994 TER BOR T53	213.8	3	0.9474	13.074



## 十一、2019年3月尖載系統分析

### (一)區域融通量

經執行宏電 2019 年 3 月之系統瞭解，尖載負載量 1,626.15MW、發電量 1,668.54MW、無效電力補償量 412.8MVA<sub>r</sub>。區域間融通量如表 7。

表 7 區域融通量

TO ZONE: FROM ZONE	1	2	3	4	5
1 NO		57 1	-297 -141	9 15	
2 LA	-57 -1			0 0	-1 0
3 CA	297 141			-97 84	
4 CE	-9 -15	0 0	97 -84		-477 -89
5 SU		1 0		477 89	

### (二)正常時變壓器過載情形

經執行宏電 2019 年 3 月之系統瞭解，尖載負載量 1,626.15MW、發電量 1,668.54MW、無效電力補償量 412.8MVA<sub>r</sub>。正常時變壓器過載情形如表 8。

表 8 正常時變壓器過載情形

SUBSYSTEM LOADING CHECK (INCLUDED: LINES; BREAKERS AND SWITCHES; TRANSFORMERS) (EXCLUDED: NONE)  
LOADINGS ABOVE 100.0 % OF RATING SET A (MVA FOR TRANSFORMERS, CURRENT FOR NON-TRANSFORMER BRANCHES):

X----- FROM BUS -----X				X----- TO BUS -----X				CKT	LOADING	RATING	PERCENT
BUS#	X--	NAME	--X BASKV AREA	BUS#	X--	NAME	--X BASKV AREA				
3027	CTE	B307	34.500* 3	3WNDTR	CTE	T508	WND 2 3	1	32.6	25.0	130.3
3030	SUY	B515	138.00* 3	3112	SUY	B203	13.800 3	1	51.1	50.0	102.1
3030	SUY	B515	138.00* 3	3WNDTR	SUY	T510	WND 1 3	1	50.5	50.0	101.0
3030	SUY	B515	138.00* 3	3WNDTR	SUY	T542	WND 1 3	1	53.9	50.0	107.7
3058	DAN	B432	69.000* 3	3WNDTR	DAN	T432	WND 1 3	1	12.9	12.5	103.6
3083	MCH	B311	34.500* 3	3084	MCH	2.4KV	2.4000 3	1	16.0	15.0	106.6
3101	SFE	B505	138.00* 3	3WNDTR	SFE	T509	WND 1 3	1	53.5	50.0	106.9
3113	SUY	B418	69.000* 3	3WNDTR	SUY	T510	WND 2 3	1	50.2	50.0	100.4
3113	SUY	B418	69.000* 3	3WNDTR	SUY	T542	WND 2 3	1	51.3	50.0	102.5
3141	DAN	B333	34.500* 3	3WNDTR	DAN	T432	WND 2 3	1	12.7	12.5	101.4

由表 8 知，除 CTE 變電所之 T508 25MVA 配電變壓器過載達 130.3%外，另 SUY T542、MCH T301、SANTA FE (SFE) T509 變壓器過載約 106%左右外，餘變電所變壓器過載均不嚴重。

### (三) 匯流排電壓高於 1.05pu

經執行宏電 2019 年 3 月之系統瞭解，尖載負載量 1,626.15MW、發電量 1,668.54MW、無效電力補償量 412.8MVar。正常時匯流排電壓高於 1.05pu 如表 9。

表 9 正常時匯流排電壓高於 1.05pu

BUSES WITH VOLTAGE GREATER THAN 1.0500:

BUS#	X--	NAME	--X	BASKV	AREA	V(PU)	V(KV)	BUS#	X--	NAME	--X	BASKV	AREA	V(PU)	V(KV)
3960	TER	SLU	34.534	500	3	1.0500	36.225								

### (四) 匯流排電壓低於 0.95pu

經執行宏電 2019 年 3 月之系統瞭解，尖載負載量 1,626.15MW、發電量 1,668.54MW、無效電力補償量 412.8MVar。正常時匯流排電壓低於 0.95pu 如表 10。

表 10 正常時匯流排電壓低於 0.95pu

BUSES WITH VOLTAGE LESS THAN 0.9500:

BUS#	X--	NAME	--X	BASKV	AREA	V(PU)	V(KV)	BUS#	X--	NAME	--X	BASKV	AREA	V(PU)	V(KV)
3025	CJL	4.16KV	4.1600	3	0.9420	3.919		3043	BOR	B571	138.00	3	0.9476	130.77	
3047	CCE	B565	138.00	3	0.9468	130.66		3058	DAN	B432	69.000	3	0.8561	59.072	
3062	GMC	B437	69.000	3	0.8594	59.302		3069	JUT	B438	69.000	3	0.8598	59.324	
3128	ZAM	B431	69.000	3	0.9421	65.002		3313	PHP		4.2000	3	0.8790	3.692	
3314	ODA	B430	69.000	3	0.8955	61.792		3315	PVR		69.000	3	0.8852	61.081	
3430	CAT	B443	69.000	3	0.8229	56.784		3432	CHI	B403	69.000	3	0.8408	58.015	
3961	TER	TON	T61013	800	3	0.9497	13.105	3962	TER	SUY	T54213	800	3	0.9384	12.950
3963	TER	SFE	T50913	800	3	0.8946	12.346	3971	TER	ZAM	T43013	800	3	0.9368	12.928
3975	TER	SFE	T51413	800	3	0.9495	13.103	3981	TER	PAV	T63313	800	3	0.9345	12.896
3985	TER	JUT	T43813	800	3	0.8490	11.717	3986	TER	GMC	T42713	800	3	0.8364	11.542
3988	TER	DAN	T43313	800	3	0.8417	11.615	3989	TER	DAN	T43213	800	3	0.8369	11.550
3993	TER	CHI	T46213	800	3	0.8380	11.565	3994	TER	BOR	T53213	800	3	0.9146	12.621

### (六) EL CAJON (CJN) 電廠運轉情形

EL Cajón 水壩距離德古西加巴 180 公里，距離主要工業城市聖佩德羅蘇拉 80 公里。EL Cajón 水壩如圖 39 及圖 40。



圖 39 EL Cajón 水壩之一



圖 40 EL Cajón 水壩之二

EL CAJON (CJN)為宏電最大之水力發電廠，共有 4 部水力發電機，每部機裝置容量 91.25MVA，4 部機總裝置容量約 300MW。每部發電機各經 13.8/230kV 100MVA 之升壓變壓器升壓後送至 230kV 開關場，開關場採雙斷路器一個半斷路器配置，每一檔位由三 (或二) 個斷路器組成，每一線路、變壓器或機組，可由任一匯流排供電，因此停電任一匯流排或任一斷路器，均不影響供電。此為可靠度最高之配置，適用於較重要之大型發電廠、變電所。EL CAJON (CJN)發電廠之開關場系統單線圖如圖 41 所示。由圖 41 知，EL CAJON (CJN)發電廠之開關場以二回線往北送至 EL PROGRESO(PGR)變電所後，送至系統。

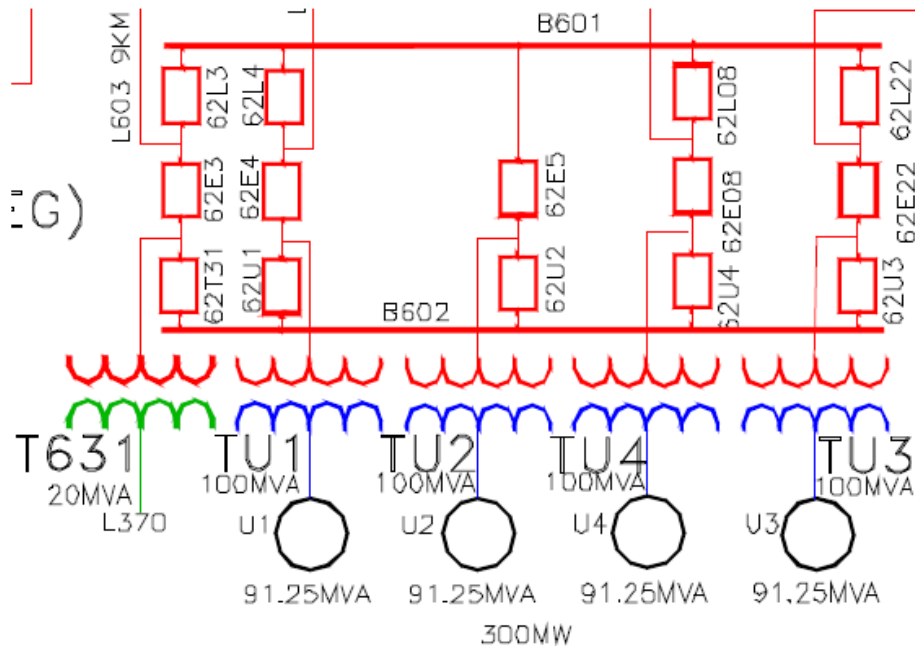


圖 41 EL CAJON (CJN)發電廠既開關場系統單線圖

EL CAJON (CJN)發電廠之水輪機控制閥如圖 42 所示，圖中水由左側進入，右側為水輪機之水路入口。圖 43 為 EL CAJON (CJN)發電機室之 4 部法蘭西式發電機。圖 44 為 EL CAJON (CJN)發電機室下方之發電機轉軸。圖 45 為 EL CAJON (CJN)發電廠發電機升壓變壓器。圖 46 為 EL CAJON (CJN)發電廠開關場。開關場內另有一台 T631 變壓器，主要將 230kV 降至 13.8kV，作為外電以提供廠內發電機運轉之啟動用電。



圖 42 EL CAJON (CJN)之水輪機控制閥(水由左側進入，右側為水輪機之水路入口)





圖 43 EL CAJON (CJN)發電機室之 4 部法蘭西式發電機



圖 44 EL CAJON (CJN)發電機室下方之發電機轉軸





圖 45 EL CAJON (CJN)發電廠發電機升壓變壓器



圖 46 EL CAJON (CJN)發電廠開關場

EL CAJON (CJN)電廠控制室如圖 47 所示，包括電廠水庫運轉資訊、開關場控制盤面、發電機運轉及控制資訊盤面、電廠輸出資訊等。



圖 47 EL CAJON (CJN)電廠控制室

圖 48 為電廠水庫運轉資訊，圖中包括水庫水位高度、四部各 91.25MVA 主發電機之第 2、3 號發電機運轉發電中(燈亮)，且斷路器投入中。另圖右側由左至右之第 1、第 2 號各 1MVA 之廠內用電輔助發電機，其中第 2 號發電機運轉中(燈亮)，且斷路器投入中。廠內用電輔助發電機如圖 49。



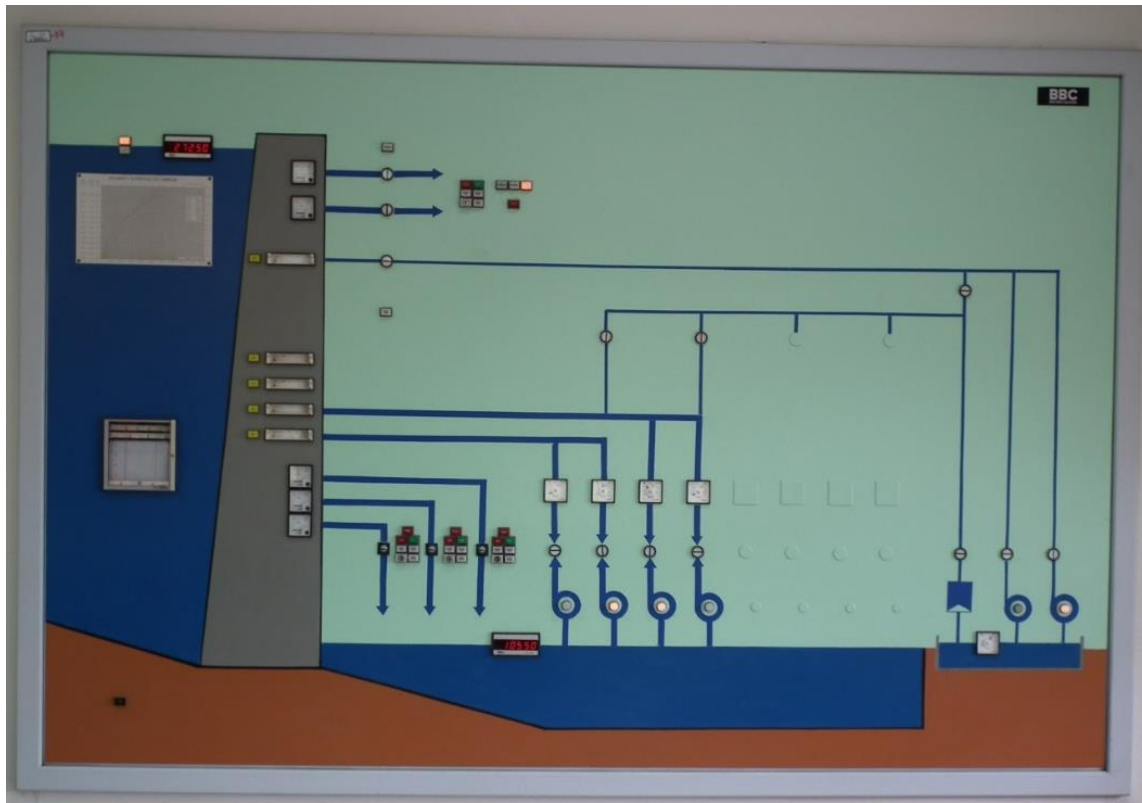


圖 48 EL CAJON (CJN)電廠水庫運轉資訊



圖 49 廠內用電輔助發電機

圖 50 為 El Cajon 電廠開關場控制盤面，台面上可看到為雙匯流排一個半斷路器配置，引出線由左至右分別為備用變壓器 T631 之 34.5kV 線路、L603、L604、備用、L622 及 L608 等引出線路之資訊。每組線路包括電壓、電流、有效功率及無效功率等 4 個表盤。經比對此控制盤面之引出線路名稱與系統單線圖之線路名稱(由左至右分別為 L603、L604、備用、L608、L622)未竟一致。

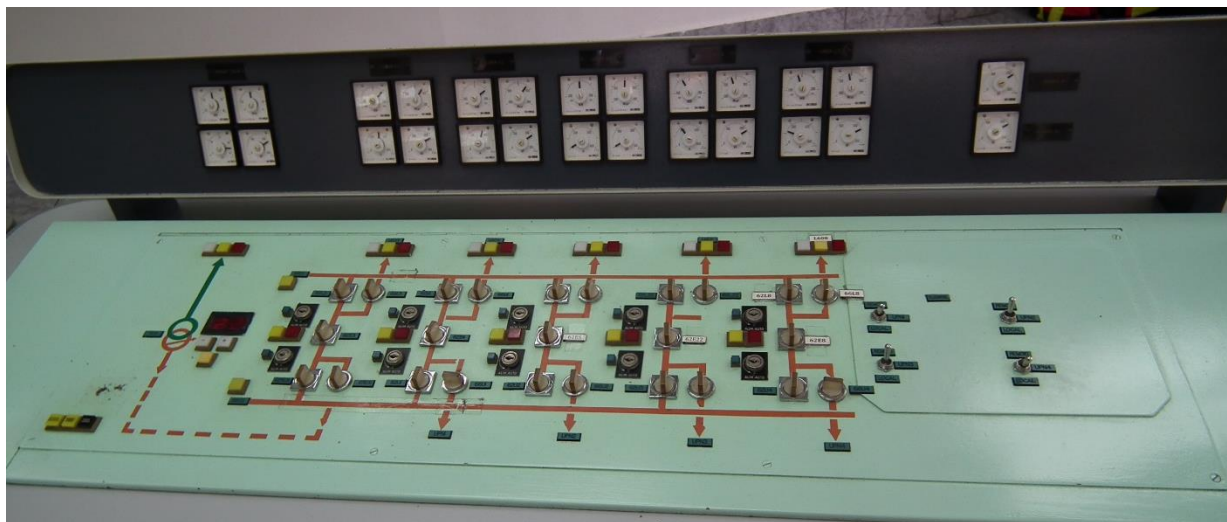


圖 50 EL CAJON (CJN)電廠開關場控制盤面

圖 51 為 EL CAJON (CJN)電廠發電機運轉控制及資訊盤面，台面上可看到 4 部發電機的控制系統及各部發電機的運轉資訊，包括輸出電壓(kV)、輸出電流(kA)、礪磁電流(kA)有效功率(MW)、無效功率(Mvar)、頻率(Hz)等 6 個表盤。惟此 6 個表盤為類比資訊，皆已老舊，所顯示之資訊未竟正確，不可盡信。



圖 51 EL CAJON (CJN)電廠發電機運轉控制及資訊盤面



圖 52 為 EL CAJON (CJN) 電廠發電機輸出資訊，有圖中可瞭解 4 部發電機：Grupo1、Grupo2、Grupo3 至 Grupo4 之有效功率(MW)、無效功率(MVar)、輸出電壓(est.KV)、輸出電流(est.KA)及礪磁機電流(exc.KA)等資訊。其下為備用發電機 Gr. Aux.1 及 Gr. Aux.2 之輸出(kW)資訊。其下為開關場引出線資訊，包括最終分別送至 Progreso 變電所之二回線、備用線及送至 SuYaPa 變電所之二回線等之有效功率(MW)及無效功率(MVar)等資訊。

有圖中可看到二部主發電機之有效功率分別為 49.9MW 及 48.5MW；無效功率分別為 39.2MVar 及 40.0MVar。則此二部發電機功率因數分別為 0.79 及 0.77，顯示系統無效電力設備不足以支撐電力傳輸，需藉由發電機輸出無效功率以支撐電力傳輸，此對於發電機之利用效能無法有效發揮。

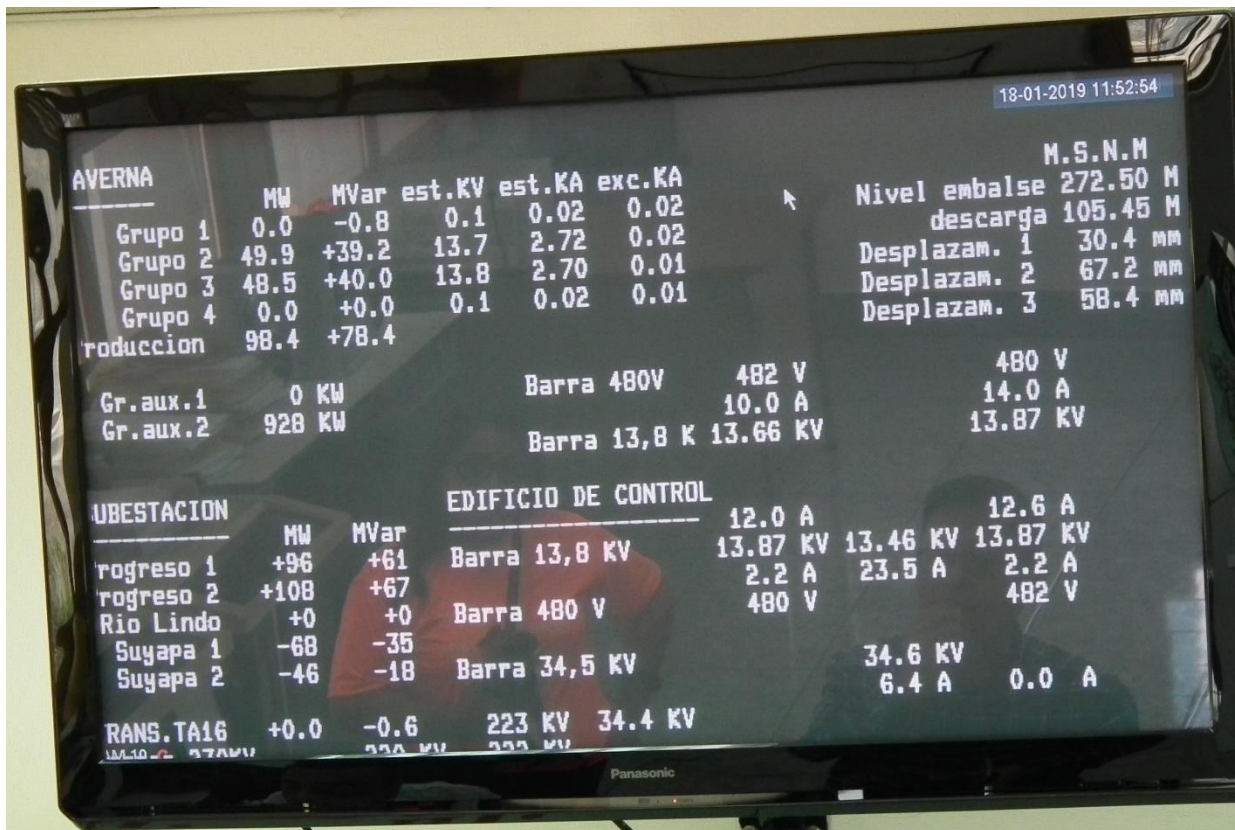


圖 52 EL CAJON (CJN) 電廠發電機輸出資訊

經以 PSS/E 分析 2019 年 3 月尖載情形，如圖 53。EL CAJON (CJN) 各發電機詳細裝置容量(MVA)、有效功率、無效功率、功率因數及升壓變壓器端電壓如出力情形表 11 所示。



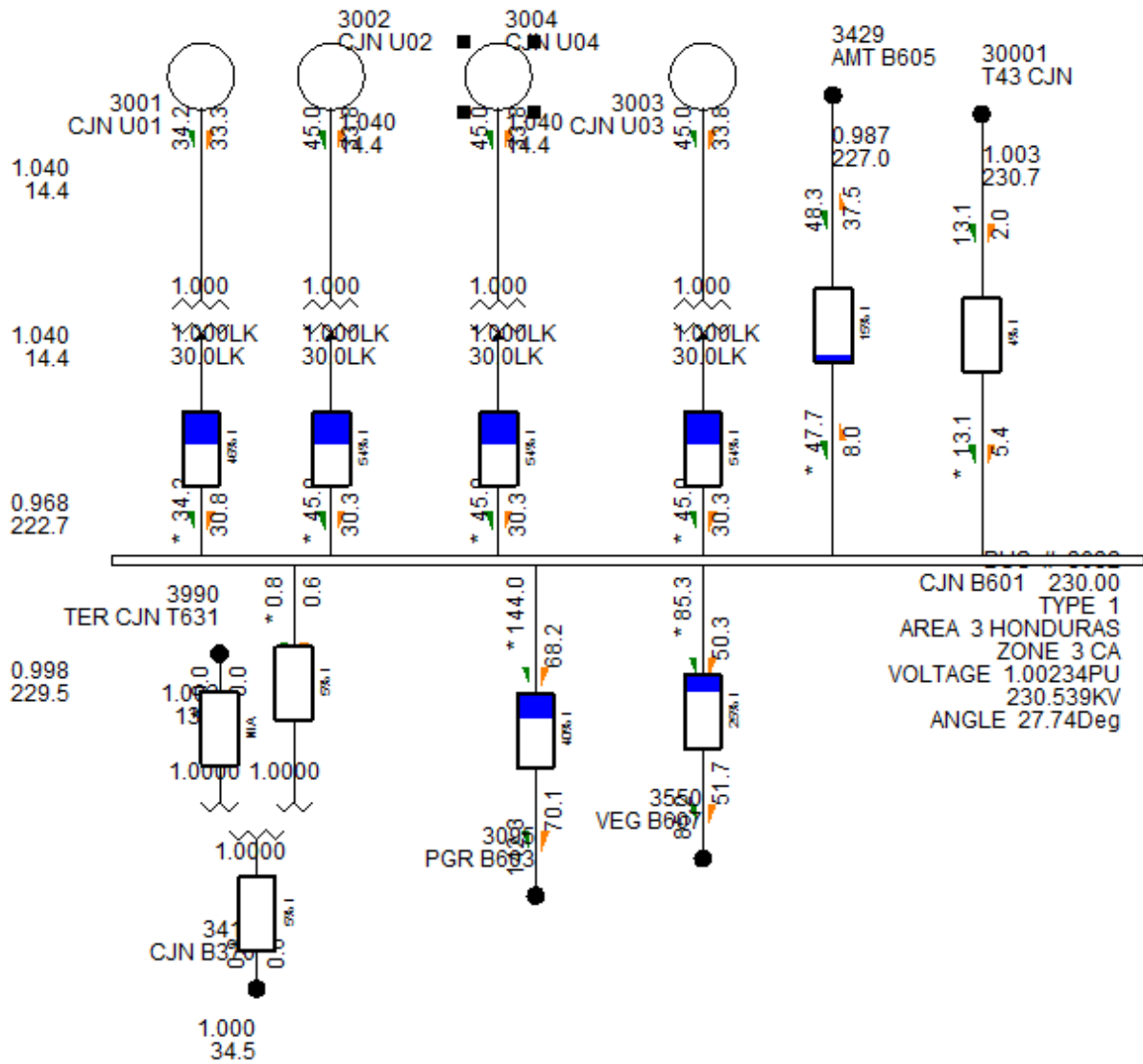


圖 53 EL CAJON (CJN)發機出力情形圖

表 11 EL CAJON (CJN)發機出力情形表

發電機	裝置容量 (MVA)	有效功率 (Active Power)	無效功率 (Reactive Power)	功率因數 (Power Factor)	升壓變壓器端電壓 pu
U1	91.25	34.2	33.3	0.72	1.04
U2	91.25	45.0	33.8	0.80	1.04
U4	91.25	45.0	33.8	0.80	1.04
U3	91.25	45.0	33.8	0.80	1.04

由表 11 瞭解，發電機功率因數約 0.72~0.8，顯示系統無效功率設備不足以支撐電力傳輸，需藉發電機提供無效功率以支撐電力傳輸。即發電機僅提供少部分有效功率，系統無設置電容器提供無效功率之補償，故僅能利用發電機發出無效功率以支撐系統電壓，此對於發電機之利用效能無法有效發揮。

### (七) ENERSA (ENR)電廠運轉情形

ENERSA (ENR)電廠設有 23.035MVA 之發電機共 14 部，其中第 1 至 3 號機、第 4 至 6 號機、第 7 至 9 號機、第 10 至 12 號機、第 13 至 14 號機分別共用 T546、T547、T548、T548、T549、T550 等 13.8/138kV 69MVA 之升壓變壓器，並經單匯流排送至 AGUA PRIETA (AGP)變電所，總計 14 部發電機總出力約可達 230MW。ENERSA (ENR)發電廠及 AGUA PRIETA (AGP)變電所單線圖如圖 54 所示。

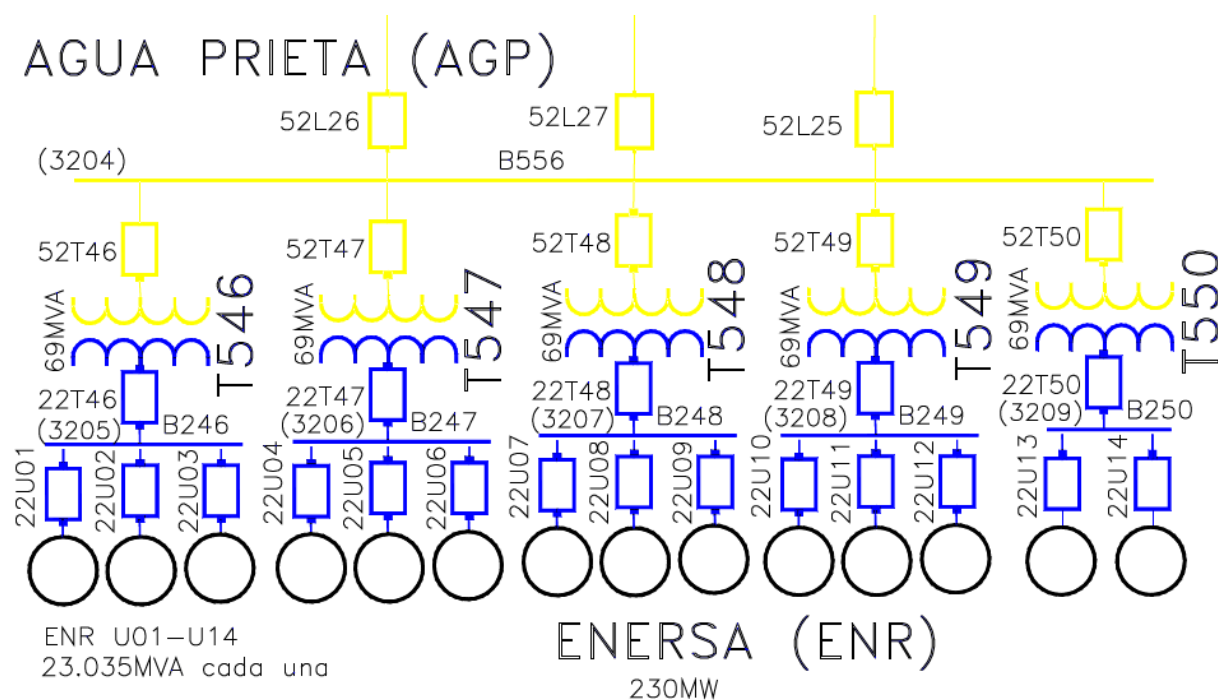


圖 54 ENERSA (ENR)發電廠及 AGUA PRIETA (AGP)變電所單線圖

由圖 54 ENERSA (ENR)發電廠及 AGUA PRIETA (AGP)變電所單線圖瞭解，14 部發電機經 5 台升壓變壓器升至 AGUA PRIETA (AGP)變電所之 138kV 系統，惟 AGUA PRIETA (AGP)變電所之匯流排僅採以單匯流排配置，且無分段 (Section) 開關設備。

由於單匯流排僅適用於線路少、供電可靠性要求不高的小型發電廠、變電所。本 ENERSA (ENR)發電廠之發電機總裝置容量達 230MW，占宏國系統裝置容量之 8.84% (230/2,602.5)，若匯流排事故，恐將導致系統崩潰。故建議可改採以雙匯流排或雙匯

流排一個半斷路器配置。

雙匯流排配置之特點為：各匯流排個別供電，當一匯流排停電，可將其負載切換至另一匯流排繼續供電。適用於幹線系統，線路較多之發電廠、變電所。

雙匯流排一個半斷路器配置之特點為：每一檔位由三（或二）個斷路器組成，每一線路、變壓器或機組，可由任一匯流排供電，因此停電任一匯流排或任一斷路器，均不影響供電。適用於較重要之大型發電廠、變電所。宏電之 230kV 等級及部分 138kV 等級之系統即採以此方式配置。

ENERSA (ENR)發機出力情形如圖 55 所示。各發電機詳細裝置容量(MVA)、有效功率、無效功率、功率因數及升壓變壓器端電壓如表 12 所示。

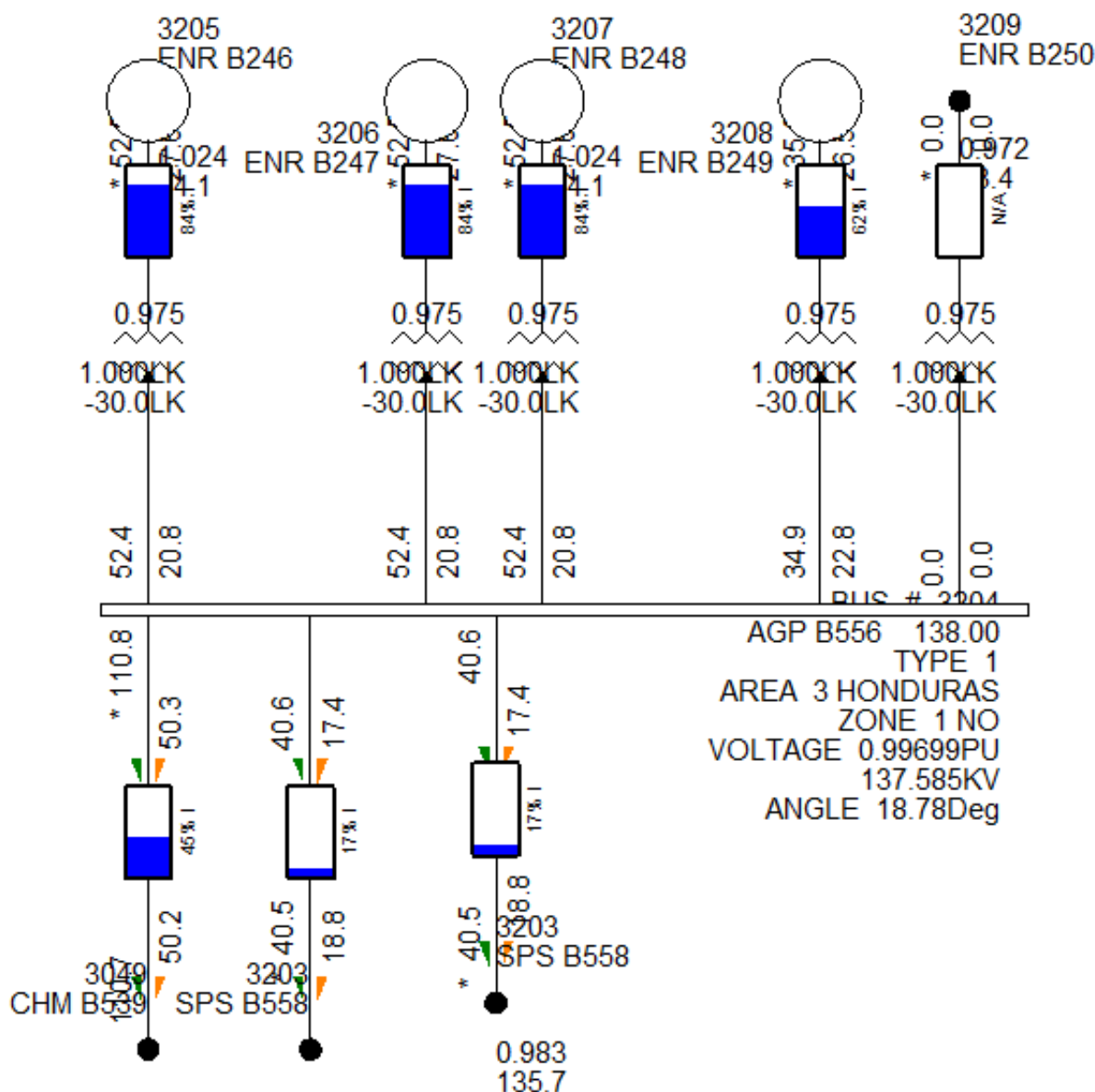


圖 55 ENERSA (ENR)電廠機組出力情形

表 12 ENERSA (ENR)電廠機組出力情形表

發電機	裝置容量 (MVA)	有效功率 (Active Power)	無效功率 (Reactive Power)	功率因數 (Power Factor)	升壓變壓器端電壓 pu
22U01	23.055	17.5	9.2	0.89	1.024
22U02	23.055	17.5	9.2	0.89	1.024
22U03	23.055	17.5	9.2	0.89	1.024
22U04	23.055	17.5	9.2	0.89	1.024
22U05	23.055	17.5	9.2	0.89	1.024
22U06	23.055	17.5	9.2	0.89	1.024
22U07	23.055	17.5	9.2	0.89	1.024
22U08	23.055	17.5	9.2	0.89	1.024
22U09	23.055	17.5	9.2	0.89	1.024
22U10	23.055	17.5	13.2	0.80	1.024
22U11	23.055	17.5	13.2	0.80	1.024
22U12	23.055	未併聯	---	---	---
22U13	23.055	未併聯	---	---	---
22U14	23.055	未併聯	---	---	---

由表 12 瞭解，發電機功率因數僅 0.8~0.89，顯示系統無效功率設備不足以支撐電力傳輸，需藉發電機提供無效功率以支撐電力傳輸。即發電機僅提供少部分有效功率，系統無設置電容器提供無效功率之補償，故僅能利用發電機發出無效功率以支撐系統電壓，此對於發電機之利用效能無法有效發揮。

#### (八) LUFUSSA 3 (LUT)電廠及 ENERBASA PAVANA SOLAR (EBS)廠運轉情形

LUFUSSA 3 (LUT)電廠設有 21.345MVA 之發電機共 16 部，其中第 1 至 4 號機、第 5 至 8 號機、第 9 至 12 號機、第 13 至 16 號機分別經共用之 B246、B247、B248 及 B249 等匯流排，再經 T637、T638、T639 及 T640 等 13.8/230kV 85MVA 之升壓變壓器，AGUA CALIENTE (AGC)開閉所，總計 16 部發電機總出力約可達 210MW。LUFUSSA 3 (LUT)電廠及 ENERBASA PAVANA SOLAR (EBS)空照圖 56 所示。



圖 56 LUFUSSA 3 (LUT)電廠及 ENERBASA PAVANA SOLAR (EBS)空照圖

LUFUSSA 3 (LUT)電廠單線圖如圖 57 所示。

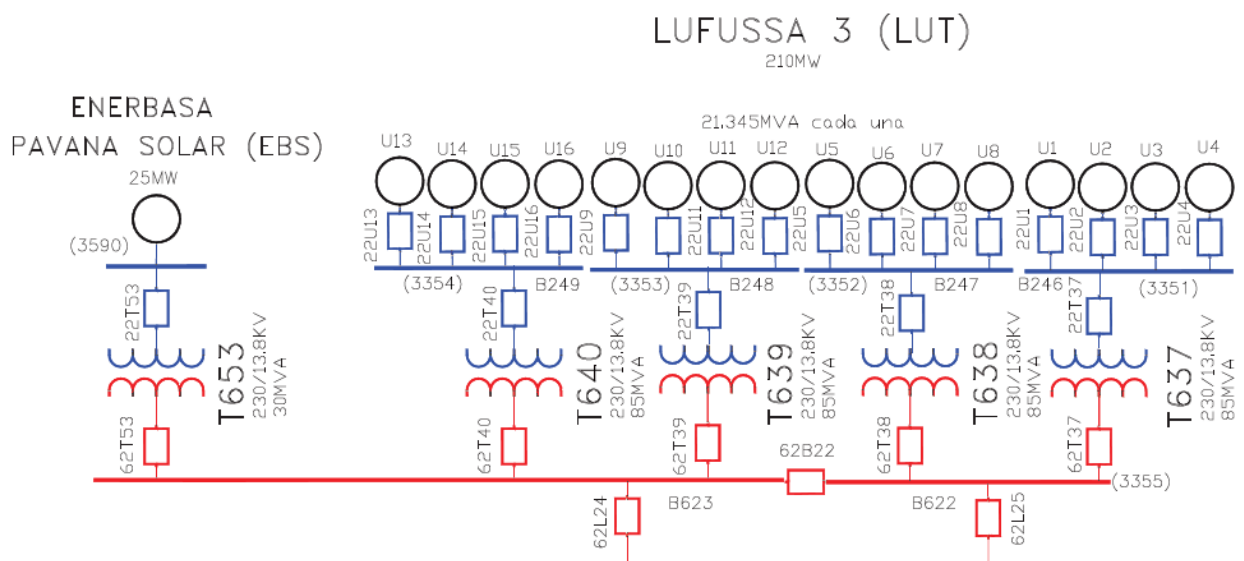


圖 57 LUFUSSA 3 (LUT)電廠及 ENERBASA PAVANA SOLAR (EBS)系統單線圖

由 LUFUSSA 3 (LUT)電廠及 ENERBASA PAVANA SOLAR (EBS)系統單線圖瞭解，16 部傳統發電機及 25MW 太陽光電廠經 LUFUSSA 3 (LUT)電廠開關場內之 5 台升壓變壓器升至 230kV 系統，惟 LUFUSSA 3 (LUT)電廠開關場之匯流排僅採以單匯流排配置，並以一段 (Section) 開關設備分隔。



由於單匯流排僅適用於線路少、供電可靠性要求不高的小型發電廠、變電所。本 LUFUSSA 3 (LUT) 電廠及 ENERBASA PAVANA SOLAR (EBS) 系統之發電設備總裝置容量達 235MW，占宏國系統裝置容量之 9% ( 235/2,602.5 )，若匯流排事故，恐將導致系統崩潰。故建議可改採以雙匯流排或雙匯流排一個半斷路器配置。

LUFUSSA 3 (LUT) 電發機出力情形如圖 58 所示。

ENERBASA PAVANA SOLAR (EBS) 太陽光電場設有 25MW 太陽能板，經升壓變壓器 T653 30MVA 將 13.8kV 升壓至 230kV 併入 LUFUSSA 3 (LUT) 發電廠匯流排。配合再生能源之使用，宏電系統之太陽光電優先併網調用。

各發電機詳細裝置容量(MVA)、有效功率、無效功率、功率因數及升壓變壓器端電壓如表 13 所示。

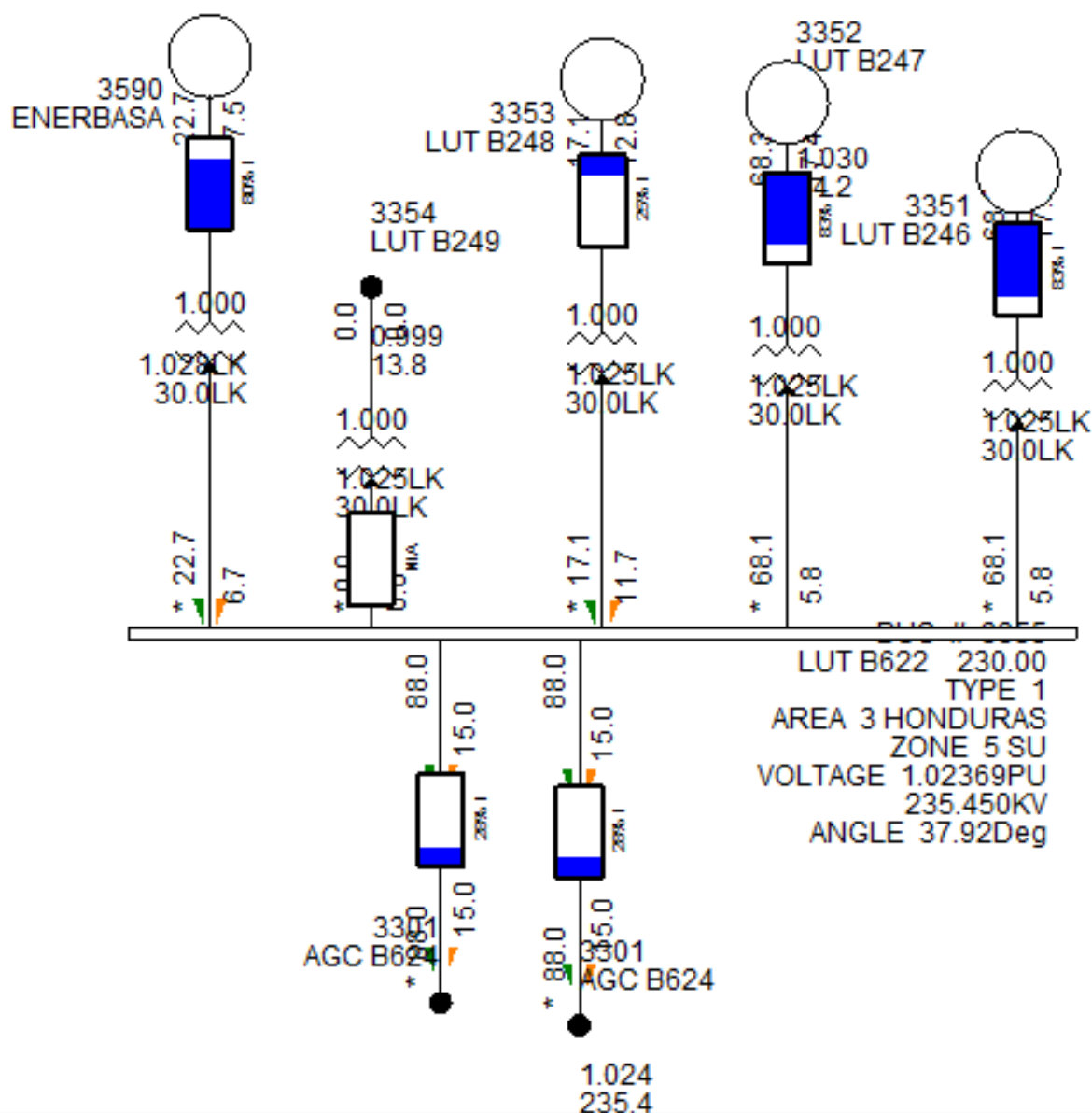


圖 58 LUFUSSA 3 (LUT) 電廠發機及 ENERBASA PAVANA SOLAR (EBS) 廠出力情形

表 13 LUFUSSA 3 (LUT)電廠發機及 ENERBASA PAVANA SOLAR (EBS)廠出力情形表

發電機	裝置容量 (MVA)	有效功率 (Active Power)	無效功率 (Reactive Power)	功率因數 (Power Factor)	升壓變壓器端電壓 pu
U1	21.345	17.0760	4.3586	0.97	1.03
U2	21.345	17.0760	4.3586	0.97	1.03
U3	21.345	17.0760	4.3586	0.97	1.03
U4	21.345	17.0760	4.3586	0.97	1.03
U5	21.345	17.0760	4.3586	0.97	1.03
U6	21.345	17.0760	4.3586	0.97	1.03
U7	21.345	17.0760	4.3586	0.97	1.03
U8	21.345	17.0760	4.3586	0.97	1.03
U9	21.345	17.0760	12.8070	0.80	1.03
U10	21.345	未併聯	---	---	---
U11	21.345	未併聯	---	---	---
U12	21.345	未併聯	---	---	---
U13	21.345	未併聯	---	---	---
U14	21.345	未併聯	---	---	---
U15	21.345	未併聯	---	---	---
U16	21.345	未併聯	---	---	---
SOLAR	25	22.74	7.4743	0.95	1.03

由表 13 瞭解，發電機 U9 功率因數約 0.8，顯示系統無效功率設備不足以支撐電力傳輸，需藉發電機提供無效功率以支撐電力傳輸。即發電機僅提供少部分有效功率，系統無設置電容器提供無效功率之補償，故僅能利用發電機發出無效功率以支撐系統電壓，此對於發電機之利用效能無法有效發揮。

### (九) RIO LINDO (RLN)電廠運轉情形

RIO LINDO (RLN)電廠設有 21.053MVA 之發電機共 4 部，其中各發電機分別經 TU01、TU02、TU03 及 TU04 升壓變壓器升壓至 138kV 後送至電廠開關場後與 138kV

系統連接。電廠開關場採用雙匯流排一個半斷路器配置。總計 4 部發電機總出力約可達 80MW。RIO LINDO (RLN)電廠單線圖如圖 59 所示。RIO LINDO (RLN)電廠開關場採雙匯流排一個半斷路器配置，每一檔位由三 (或二) 個斷路器組成，每一線路、變壓器或機組，可由任一匯流排供電，因此停電任一匯流排或任一斷路器，均不影響供電。此為可靠度最高之配置，適用於較重要之大型發電廠、變電所。

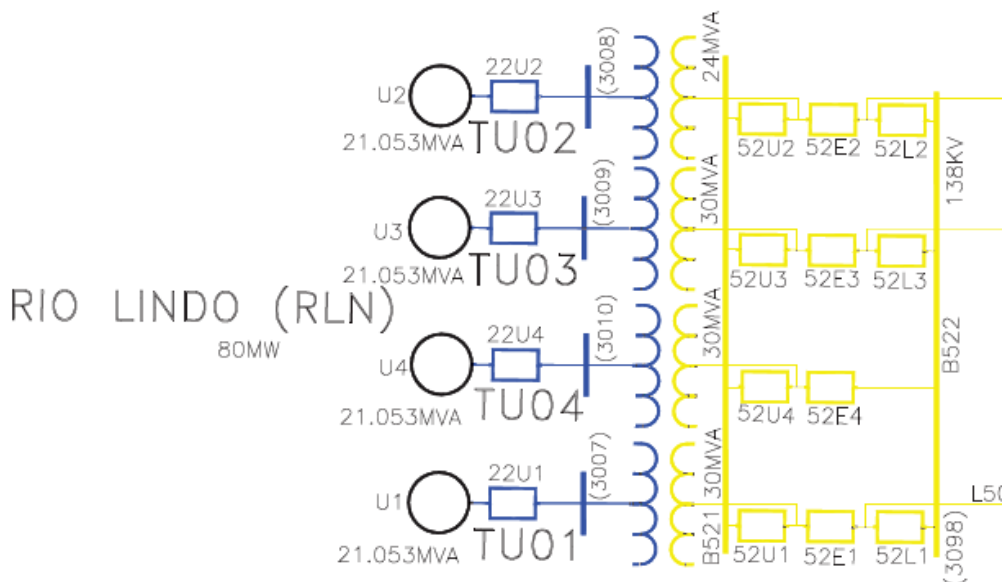


圖 59 RIO LINDO (RLN)電廠單線圖

RIO LINDO (RLN)電廠發電機出力情形如圖 60 所示。各發電機詳細裝置容量(MVA)、有效功率、無效功率、功率因數及升壓變壓器端電壓如表 14 所示。

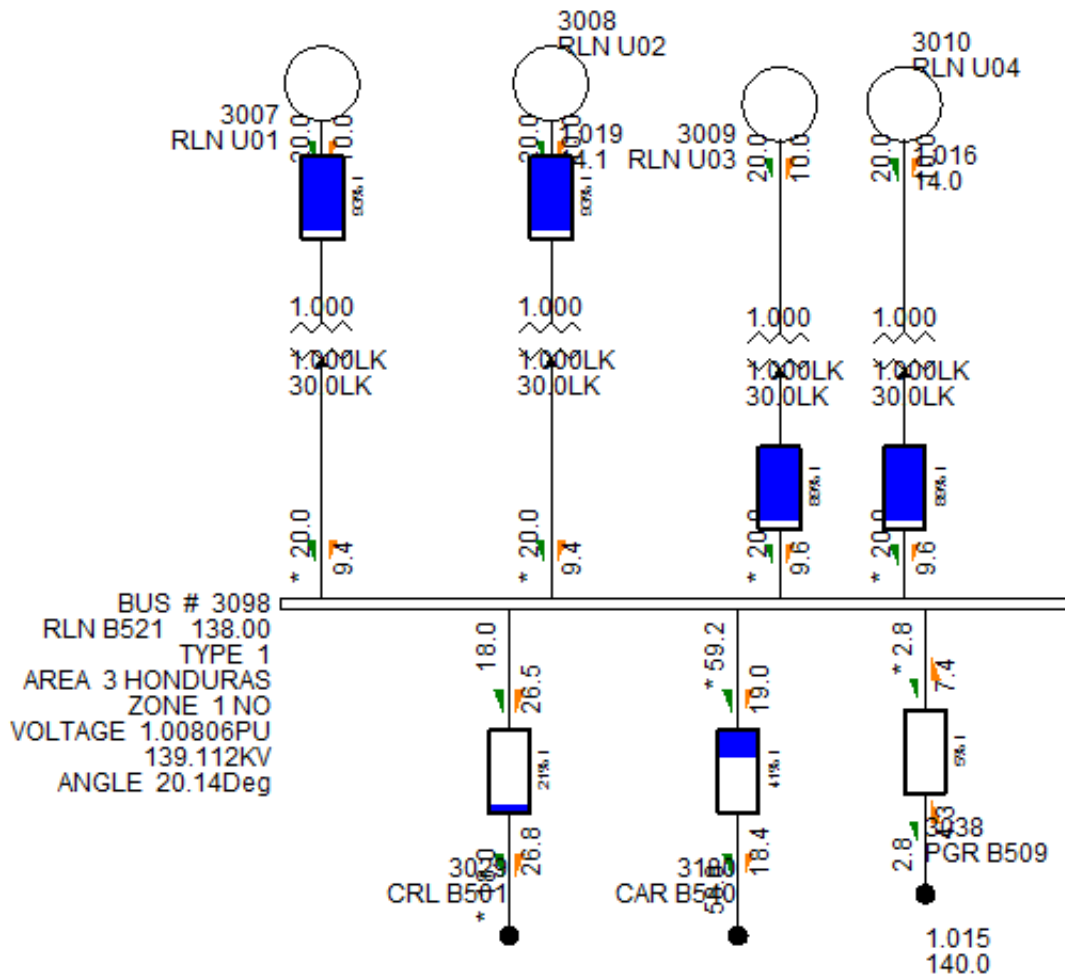


圖 60 RIO LINDO (RLN)電廠發電機出力情形圖

表 14 RIO LINDO (RLN)電廠發機廠出力情形表

發電機	裝置容量 (MVA)	有效功率 (Active Power)	無效功率 (Reactive Power)	功率因數 (Power Factor)	升壓變壓器 端電壓 pu
U1	21.053	20	10	0.89	1.02
U2	21.345	20	10	0.89	1.02
U3	21.345	20	10	0.89	1.02
U4	21.345	20	10	0.89	1.02

由表 14 瞭解，發電機 U1 至 U4 功率因數皆約 0.89，符合火力機組 0.85~0.9 滯相之相關規定。



## 十二、 結論

### (一)變電所匯流排配置

#### 1. SuYaPa (SUY)超高壓變電所

138kV 系統匯流排：外觀狀似雙匯流排配置，惟此二匯流排對外連接變壓器或線路，均共用同一個斷路器，故僅能提供單匯流排供電之功能，且無分段開關或分段斷路器，若有一匯流排故障或短路，將導致連接此匯流排之設備跳脫，最終導致整所停電。故建議可改採以雙匯流排或雙匯流排一個半斷路器配置。

69kV 系統匯流排：採單匯流排配置。僅適用於線路少、供電可靠性要求不高的小型發電廠、變電所。本匯流排無分段開關或分段斷路器，若有一匯流排故障或短路，將導致連接此匯流排之設備跳脫，最終導致轄下負責供電之 PEBLO NUEVO (PNU)、LAINEZ (LNZ)及 LEONA (LLN)等變電所停電。

13.8kV 系統匯流排：外觀狀似雙匯流排配置，匯流排間以連絡斷路器連接，且此二匯流排間以斷路器連接後，於斷路器一端連接對外線路，故僅能提供單匯流排供電之功能。若線路故障導致匯流排跳脫，將導致其他線路停電。

#### 2. ENERSA (ENR)電廠

ENERSA (ENR)發電廠及 AGUA PRIETA (AGP)變電所單線圖瞭解，14 部發電機經 5 台升壓變壓器升至 AGUA PRIETA (AGP)變電所之 138kV 系統，惟 AGUA PRIETA (AGP)變電所之匯流排僅採以單匯流排配置，且無分段 (Section) 開關設備。

由於單匯流排僅適用於線路少、供電可靠性要求不高的小型發電廠、變電所。本 ENERSA (ENR)發電廠之發電機總裝置容量達 230MW，占宏國系統裝置容量之 8.84% ( 230/2,602.5 )，若匯流排事故，恐將導致系統崩潰。故建議可改採以雙匯流排或雙匯流排一個半斷路器配置。

#### 3. LUFUSSA 3 (LUT)電廠及 ENERBASA PAVANA SOLAR (EBS)系統

由 LUFUSSA 3 (LUT)電廠及 ENERBASA PAVANA SOLAR (EBS)系統單線圖瞭解，16 部傳統發電機及 25MW 太陽光電廠經 LUFUSSA 3 (LUT)電廠開關場內之 5 台升壓變壓器升至 230kV 系統，惟 LUFUSSA 3 (LUT)電廠開關場之匯流排僅採以單匯流排配置，並以一分段 (Section) 開關設備分隔。

由於單匯流排僅適用於線路少、供電可靠性要求不高的小型發電廠、變電所。本 LUFUSSA 3 (LUT)電廠及 ENERBASA PAVANA SOLAR (EBS)系統之發電設備總裝置容量達 235MW，占宏國系統裝置容量之 9% ( 235/2,602.5 )，若匯流排事故，恐將導致系統崩潰。故建議可改採以雙匯流排或雙匯流排一個半斷路器配置。

## (二)變電所變壓器設置

### 1. SuYaPa (SUY)超高壓變電所

三台 T612、T613 及 T611 變壓器間未設有防火牆，一旦變壓器事故，恐傷及其他正常運行之變壓器。

二台 T510 及 T542 變壓器間未設有防火牆，一旦變壓器事故，恐傷及其他正常運行之變壓器。

T524 與 T519 及 T541 變壓器間未設有防火牆，一旦變壓器事故，恐傷及其他正常運行之變壓器。

### 2. LAINEZ (LNZ)配電變電所簡介

二台 T416 及 T422 變壓器間未設有防火牆，一旦變壓器事故，恐傷及其他正常運行之變壓器。

## (三)控制盤配置

### 1. SuYaPa (SUY)超高壓變電所

審視 SuYaPa (SUY)超高壓變電所控制室盤面，各變壓器均未明確標示，以致不易從盤面瞭解變壓器運轉資訊。SuYaPa (SUY)超高壓變電所內有 230kV、138kV、69kV 及 13.8kV 等四個電壓等級，依宏電圖面資訊，理應有四種不同顏色標線出不同電壓等級，惟審視 SuYaPa (SUY)超高壓變電所控制室盤面，由於盤面分別在不同時間有更新紀錄，故似未明確電壓等級之顏色及編號區分。SuYaPa (SUY)超高壓變電所內之比壓器、比流器所量測之電壓、電流及相角等運轉資訊亦不易於變電所內之控制室盤面讀得。

綜觀 SuYaPa (SUY)超高壓變電所控制室盤面各項所內變壓器、比壓器、比流器等運轉資訊均不甚明確，且盤面未有統一之不同電壓等級線路圖面，未來若遇有變所內事故，恰若熟悉各項設備資訊人員因故無法到場，則恐非生手人員可以即時操作復電或反應修復，則又增加電氣設備復電時間，降低系統運轉可靠度。

### 2. El Cajon 電廠開關場控制盤面

El Cajon 電廠開關場控制盤面，台面上可看到為雙匯流排一個半斷路器配置，引出線由左至右分別為備用變壓器 T631 之 34.5kV 線路、L603、L604、備用、L622 及 L608 等引出線路之資訊。每組線路包括電壓、電流、有效功率及無效功率等 4 個表盤。經比對此控制盤面之引出線路名稱與系統單線圖之線路名稱(由左至右分別為 L603、L604、備用、L608、L622)未竟一致。

#### (四) 發電機功因問題

##### 1. EL CAJON (CJN) 電廠

由 EL CAJON (CJN) 電廠發電機輸出資訊可瞭解，二部主發電機之有效功率分別為 49.9MW 及 48.5MW；無效功率分別為 39.2MVar 及 40.0MVar。則此二部發電機功率因數分別為 0.79 及 0.77，顯示系統無效電力設備不足以支撐電力傳輸，需藉由發電機輸出無效功率以支撐電力傳輸，此對於發電機之利用效能無法有效發揮。

經以 PSS/E 分析瞭解，發電機功率因數約 0.72~0.8，顯示系統無效功率設備不足以支撐電力傳輸，需藉發電機提供無效功率以支撐電力傳輸。即發電機僅提供少部分有效功率，系統無設置電容器提供無效功率之補償，故僅能利用發電機發出無效功率以支撐系統電壓，此對於發電機之利用效能無法有效發揮。

##### 2. ENERSA (ENR) 電廠運轉情形

經以 PSS/E 分析瞭解，發電機功率因數僅 0.8~0.89，顯示系統無效功率設備不足以支撐電力傳輸，需藉發電機提供無效功率以支撐電力傳輸。即發電機僅提供少部分有效功率，系統無設置電容器提供無效功率之補償，故僅能利用發電機發出無效功率以支撐系統電壓，此對於發電機之利用效能無法有效發揮。

##### 3. LUFUSSA 3 (LUT) 電廠及 ENERBASA PAVANA SOLAR (EBS) 系統

經以 PSS/E 分析瞭解，發電機 U9 功率因數約 0.8，顯示系統無效功率設備不足以支撐電力傳輸，需藉發電機提供無效功率以支撐電力傳輸。即發電機僅提供少部分有效功率，系統無設置電容器提供無效功率之補償，故僅能利用發電機發出無效功率以支撐系統電壓，此對於發電機之利用效能無法有效發揮。

## 陸、心得與建議

電力為工業之母，擁有可靠的電力系統及良好的供電品質才能吸引外國的投資企業來宏國設廠，此不僅可提高宏國人民的就業機會，亦可減少因停電而造成無形的經濟損失。目前宏國的電力品質最為大眾所詬病，往往動不動就停電，而且電費又特別高，一般民眾深盼宏國電力系統品質能夠提升，並加強供電可靠度。

本案技協之執行係擬利用台電自有的核心技術，全力協助「宏電」工程師如何使用電力系統分析軟體 PSS/E(Power System Simulator for Engineering)進行電力潮流計算、事故分析和動態模擬等，研擬如何改善供電系統電力品質及減少傳輸線路損失等提供解決對策。

本案亦屬「宏電」與我「台電」簽署技術合作的項目；由本公司電力系統調度運轉與電網規劃核心部門指派之蔡文達經理與何秉衡專業工程師，電力專業與實務兼具，能順利完成此次技術協助案。

本案之執行將有助於提升「宏電」調度中心人員強化核心技術，並展現我方履約的誠意，亦可藉此案彰顯重視兩國電力技術合作合約之積極態度。藉本次技協案之執行，達到「小而美、小而精」的目標，對持續營造我助宏國改善民生之正面形象或穩固邦誼，均起正面作用。



## 柒、附錄

