

出國報告（出國類別：其他）

「新駕駛模擬器 50 組」購案 赴西班牙監督履約進度及設計驗證

服務機關：國營臺灣鐵路股份有限公司

姓名職稱：

工程師 黃柏文

司機員 許洋豪

助理技術員 張峯誠

助理技術員 楊智鈞

派赴國家/地區：西班牙

出國日期：114 年 1 月 9 日至 114 年 1 月 22 日

報告日期：114 年 3 月 20 日

目錄

壹、	前言.....	1
貳、	目的.....	1
參、	行程簡表.....	1
肆、	加泰隆尼亞政府鐵路（FGC）參訪.....	2
	1. 參訪 FGC 源由.....	2
	2. FGC 介紹.....	3
	3. FGC 簡史.....	8
	4. 考察 FGC 列車駕駛模擬器.....	9
	5. 考察 FGC 文資車輛.....	1 3
	6. 小結.....	1 6
伍、	Lander 模擬器硬體製程審查.....	1 7
	1. 學員台之通用性硬體設備：.....	1 7
	2. 教官台之通用性硬體設備：.....	2 1
	3. EMU3000 型列車之訓練介面：.....	2 2
	4. 900 型列車之訓練介面：.....	2 6
	5. 機櫃等資訊設備：.....	3 1
陸、	心得.....	3 7
	1. RENFE 模擬器（展示廳）.....	3 8
	2. 印度模擬器.....	3 9
柒、	附件.....	4 4
	FGC 2022 年摘要報告小冊子.....	4 4

圖目錄

圖 1 FGC 鐵路及附屬事業及未來拓展業務總圖	4
圖 2 巴塞隆納-瓦萊 (Barcelona- Vallès) 線及略布雷加特-阿諾亞 (Lleida-Anoia) 線概要圖	6
圖 3 萊裡達 - 拉波夫拉德塞居爾線 (Lleida - La Pobla de Segur Line) 所在位置圖	6
圖 4 萊裡達 - 拉波夫拉德塞居爾線 (Lleida - La Pobla de Segur Line) 路線圖	7
圖 5 FGC 貨運業務路線所在位置圖	8
圖 6 FGC 訓練教室	10
圖 7 FGC 教官台	10
圖 8 各自獨立的學員台	11
圖 9 Lander 公司製作的西班牙加泰隆尼亞政府鐵路列車駕駛模擬器-教官台 ...	11
圖 10 FGC 列車駕駛員培訓負責人展示教官台之操作	12
圖 11 FGC 列車駕駛員培訓負責人展示教官台之學員台觀察、號誌異動 ...	12
圖 12 Lander 公司製作的西班牙加泰隆尼亞政府鐵路列車駕駛模擬器學員台 ...	12
圖 13 本團成員受 FGC 列車駕駛員培訓負責人所指導駕駛模擬器之駕駛練習	13
圖 14 本團成員於學員台受教官台所下之運轉狀況及障礙排除之習題	13
圖 15 可通過管制閘口的 FGC 來賓證件	14
圖 16 會議桌上的宣言	14
圖 17 車輛的工廠廠區配置	15
圖 18 保存老車及自製車輛的車庫	15
圖 19 當時文化所衍生的車輛設備(手動升弓)及概念(一日卷)	16
圖 20 三合一緊急按鈕其設置	17
圖 21 Lander 工程師向本團說明如何安裝與拆卸纜線連接器	18
圖 22 本團成員測試學員台司軔閘之阻尼感	18
圖 23 主控制器等位置	19
圖 24 警醒踏板配合座椅中心檢視位置	19
圖 25 座椅中心微調 1.....	20
圖 26 座椅中心微調 2.....	20
圖 27 座椅中心微調後，請體型較嬌小人員替代女性學員測試	20
圖 28 學員台整體桌面	21
圖 29 教官台座椅	21
圖 30 教官台喇叭位置	22
圖 31 建議應修正部分	22
圖 32 第一螢幕修正前	23
圖 33 第一螢幕修正後，並包含點選 USB 插槽後有置入之動畫	23

圖 34 第二螢幕修正前	2 4
圖 35 第二螢幕修正後	2 4
圖 36 第三螢幕修正前	2 5
圖 37 第三螢幕修正後	2 5
圖 38 第四螢幕修正前	2 6
圖 39 第四螢幕修正後	2 6
圖 40 面板修正前	2 7
圖 41 面板建議修正後示意	2 7
圖 42 第一螢幕修正前	2 8
圖 43 第一螢幕修正後	2 8
圖 44 第二螢幕修正前	2 9
圖 45 第二螢幕修正後	2 9
圖 46 第三螢幕修正前	3 0
圖 47 第三螢幕修正後	3 0
圖 48 第四螢幕修正前	3 1
圖 49 第四螢幕修正後	3 1
圖 50 主機層櫃 1	3 2
圖 51 主機層櫃 2	3 2
圖 52 接觸器	3 2
圖 53 不斷電系統 1	3 3
圖 54 不斷電系統 2	3 3
圖 55 音效卡	3 3
圖 56 網路交換器	3 4
圖 57 主機層櫃	3 4
圖 58 接觸器	3 5
圖 59 不斷電系統	3 5
圖 60 音效卡	3 5
圖 61 網路交換器	3 6
圖 62 主機層櫃	3 6
圖 63 不斷電系統	3 7
圖 64 RENFE 的模擬器學員台	3 7
圖 65 開啟教官台機櫃一鍵開機	3 8
圖 66 RENFE 的模擬器教官台 1	3 9
圖 67 RENFE 的模擬器教官台監控畫面	3 9
圖 68 印度模擬器學員台	4 0
圖 69 模擬器畫面相當細緻	4 0
圖 70 課程活動設定畫面	4 1
圖 71 路線設定頁面	4 2

圖 72 學員台運轉中畫面	4 3
圖 73 學員報告評價畫面	4 3

表目錄

表 1 行程簡表	2
表 2 巴塞隆納-瓦萊 (Barcelona- Vallès) 線電聯車基本資料	5
表 3 略布雷加特-阿諾亞 (Lleida-Anoia) 線電聯車基本資料	5
表 4 萊裡達 - 拉波夫拉德塞居爾線 (Lleida - La Pobla de Segur Line) 柴電 聯車基本資料	7
表 5 FGC 近年增購的貨物列車機車及調動機車	8
表 6 FGC 近年增購的貨物車輛	8

壹、前言

本次「新駕駛模擬器 50 組」購案，旨在加強本公司司機員對於駕駛列車的熟稔度、路線上的突發情況及車輛故障排除。因模擬器為高度客製化之設備，故本案立約商為西班牙 Lander 公司。為了製造研發出符合本公司對於模擬器之期待與要求，特地於研發途中各階段，請本公司派遣相關人員前往位於西班牙多若斯迪亞/聖賽巴斯蒂安之總部及組裝工廠確認其軟硬體內容皆符合本公司之要求。

在此次參訪中，本團隊成員將深入考察 Lander 公司所製作的模擬器，包括其硬體設施、操作界面及功能，並透過與該公司專業人員的交流，獲取先進的模擬器設計理念及應用經驗，以利於本公司模擬器未來的更新與改進。

貳、目的

「新駕駛模擬器 50 組」購案是為了加強本公司司機員對於駕駛列車的熟稔度、路線上的突發情況及車輛故障排除而購置之設備，因模擬器為高度客製化之設備，故本案立約商：西班牙 Lander 公司，為了符合本公司對於模擬器之要求，故於模擬器研發途中各階段，請本公司派員前往其位於西班牙-多若斯迪亞/聖賽巴斯蒂安之總部及組裝工廠確認其軟硬體內容皆符合本公司之要求。

參、行程簡表

日期	參訪及移動地點	工作內容
1 月 9 日(四)	臺北-阿姆斯特丹	移動日 參訪阿姆斯特丹-史基浦機場
1 月 10 日(五)	阿姆斯特丹-馬德里	移動日 參訪馬德里-阿道弗·蘇亞雷斯馬德里-巴拉哈斯機場及觀摩西班牙國鐵 (RENFE) 近郊鐵路
1 月 11 日(六)	馬德里	休息日 (資料蒐集及整理)
1 月 12 日(日)	馬德里	例假日 (資料蒐集及整理)
1 月 13 日(一)	巴塞隆納	參訪加泰隆尼亞政府鐵路公司 (FGC)
1 月 14 日(二)	多若斯迪亞/聖塞巴斯提安	LANDER 組裝工廠確認通用裝置 (主控制器、司軔閥、座椅及警醒裝置等) 設

		置位置
1 月 15 日(三)	多若斯迪亞/聖塞巴斯提安	LANDER 組裝工廠確認可替換式實際控制面板及其按鈕或旋鈕等配置
1 月 16 日(四)	多若斯迪亞/聖塞巴斯提安	LANDER 總部確認 EMU900 型及 EMU3000 型相關性能參數、平交道障礙及邊坡告警設置位置
1 月 17 日(五)	多若斯迪亞/聖塞巴斯提安	LANDER 總部研討各機務段訓練教室配置及須注意事項
1 月 18 日(六)	多若斯迪亞/聖塞巴斯提安	休息日 (資料蒐集及整理)
1 月 19 日(日)	多若斯迪亞/聖塞巴斯提安	例假日 (資料蒐集及整理)
1 月 20 日(一)	多若斯迪亞/聖塞巴斯提安	LANDER 總部確認後續期程安排及缺失及改善檢討會議
1 月 21 日(二)	畢爾包-慕尼黑-臺北	移動日
1 月 22 日(三)	慕尼黑-臺北	移動日

表 1 行程簡表

肆、加泰隆尼亞政府鐵路 (FGC) 參訪

1. 參訪 FGC 源由

為確保 Lander 公司具備足夠的硬體與軟體開發能力，並瞭解目前該公司已交付的模擬器於鐵路業者使用之情形及課程安排狀況，遂由 Lander 公司協助聯繫合適之鐵道業者進行參訪，Lander 公司提出包含西班牙國鐵 (RENFE)、巴斯克鐵路 (Euskotren) 及加泰隆尼亞自治區鐵路公司 (Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya, FGC) 等業者。原預定安排西班牙國家鐵路公司 (RENFE 公司) 做為本次模擬器訓練教室的參訪，惟 Lander 公司因模擬器建置完整度之考量，推薦參訪 FGC 公司，本團人員遂安排於 1 月 13 日搭乘西班牙高鐵 AVE 抵達加泰隆尼亞首府-巴塞隆納後，再由 Lander 公司安排車輛接駁至 FGC 位於巴塞隆納郊區的魯比營運中心 (Centre d'Operacions de Rubí, 簡稱 COR)，當日與會人員包含下述：

- (1) Joan Manel Daza Puertas (Training Manager, 訓練經理)。
- (2) Gregorio Gámez Bartolomé (Manager of the OCC, 營運中心經理)。
- (3) Carlos García Seco (Head of Operations, 運轉總裁)。

(4) Miguel Angel Pantoja Rodríguez (Training Manager, 訓練經理)。

當天參訪內容包含由 FGC 進行公司業務簡介、參觀 Lander 建置之標準型訓練教室外，並考察 FGC 公司之文化資產保存車輛，及與 FGC 公司辦理餐敘交流。

2. FGC 介紹

加泰隆尼亞自治區鐵路公司 (FGC)，成立於 1979 年，隸屬於加泰隆尼亞政府下的公營公司，主要業務除經營加泰隆尼亞地區的數條鐵路路線，亦包含經營風景區的登山齒軌鐵路及滑雪區等，其路線系統主要區分為巴塞隆納區域的捷運路線及通勤鐵路路線。其業務總圖如圖 1 所示，目前 FGC 公司的服務項目包含：

(1) 16 條鐵路路線	(7) 1 條鐵路纜車
(2) 2 條齒軌鐵路	(8) 16 部纜椅
(3) 6 個山區度假村	(9) 7 條旅遊列車路線
(4) 3 條纜索鐵路	(10) 3 條貨運線路
(5) 57 部升降機	(11) 1 個天文公園
(6) 1 條纜車	

FGC 公司最主要營運核心為巴塞隆納周圍的都市及近郊鐵道，如圖 1 右下角黑線所示；右上角的萊裡達 - 拉波夫拉德塞居爾線 (Lleida - La Pobla de Segur Line) 位於西北部，為該公司鐵路經營的另一條路線。

而 FGC 公司未來亦計畫拓展業務，主要內容包含將位於加泰隆尼亞西北部的鐵路路線萊裡達與巴塞隆納塞曼雷薩相互連接，屆時 FGC 的鐵路系統將可直接將巴塞隆納都會區直接連接至加泰隆尼亞西北部。並且經營巴塞隆納機場的快速鐵路及新增 1 條路面電車路線 (Camp de Tarragona)，並且將瓦萊斯和略夫雷加特線相互連接。未來也計畫將逐步拓展業務至西班牙全國各地，以提供永續有效率及高品質的運輸服務為目標。



圖 1 FGC 鐵路及附屬事業及未來拓展業務總圖

下述將依照巴塞隆納都會線及綜合鐵路網、位於加泰隆尼亞西北部的萊裡達 - 拉波夫拉德塞居爾線 (Leida - La Pobla de Segur Line)、貨運業務以及 FGC 目前所使用的電聯車、機車及客貨車輛進行簡要說明。

(1) 巴塞隆納都會線及綜合鐵路網

FGC 於巴塞隆納都會區鐵路路線主要分為位於市區西半部的略布雷加特-阿諾亞 (Lleida-Anoia) 線，及位於巴塞隆納市區和心地區的巴塞隆納-瓦萊 (Barcelona- Vallès) 線，如圖 2 所示。其中前者係由 5 條鐵路路線及 1 條鄉村鐵路線整合而成；後者則由 9 條鐵路路線、2 條鄉村鐵路、1 條尺軌鐵路及 1 條纜車及 3 條貨物線所組合而成。而 FGC 特別重視鐵道路線彼此之間的整合，同時與巴塞隆納地下鐵、RENFE 經營的 Rodalies 通勤鐵道，及城市、城際公車彼此之間形成互相連接的運輸網路。

而不論略布雷加特-阿諾亞 (Lleida-Anoia) 線，及位於巴塞隆納市區和心地區的巴塞隆納-瓦萊 (Barcelona- Vallès) 線均是 FGC 營運的核心路線，而其中又以巴塞隆納-瓦萊 (Barcelona- Vallès) 線為該公司最繁忙的路線，位處於巴塞隆納都市區域內的核心地帶。在營運的列車部分，該路線目前共有 4 種車型投入營運，其中最早者為 1995 年投入的 TU 112 型電聯車共有 22 組，由西班牙當地製造商 CAF 與法國亞斯通合作製造。2014 年則分別引進同為 CAF 與法國亞斯通合作生產的 TU 113 型電聯車及 TU 114 型電聯車，其中 TU 113 型為 4 輛編組，共採購 19 組，TU 114 型為 3 輛編組，共採購 5 編組。而為了使巴塞隆納-瓦萊 (Barcelona- Vallès) 線能達到最小列車班距以服務都市內的旅客，FGC 於 2022 年再度引進由 Stadler 製造的 TU 115 型電聯車 15 編組，其電聯車的資料如表 2 所示。

型式	TU 112	TU 113	TU 114	TU 115
圖片				
製造廠商	CAF、Alstom	CAF、Alstom	CAF、Alstom	Stadler
製造年份	1995	2014	2014	2022
製造組數	22	19	5	15
列車容量	500	528	397	578
運用路線	巴塞隆納-瓦萊 (Barcelona- Vallès)	巴塞隆納-瓦萊 (Barcelona- Vallès)	巴塞隆納-瓦萊 (Barcelona- Vallès)	巴塞隆納-瓦萊 (Barcelona- Vallès)
軌距	1435mm	1435mm	1435mm	1435mm

表 2 巴塞隆納-瓦萊 (Barcelona- Vallès) 線電聯車基本資料

相對之下，略布雷加特-阿諾亞 (Lleida-Anoia) 線則是全數使用 3 輛編組的 TU 213 型電聯車營運，共計有 42 組，由 CAF、Alstom 及 Bombardier 三者合作製造生產，其資料如表 3 所示。

型式	TU 213
圖片	
製造廠商	CAF、Alstom
製造年份	1999
製造組數	42
列車容量	323
運用路線	布雷加特-阿諾亞 (Lleida- Anoia)
軌距	1000mm

表 3 略布雷加特-阿諾亞 (Lleida-Anoia) 線電聯車基本資料

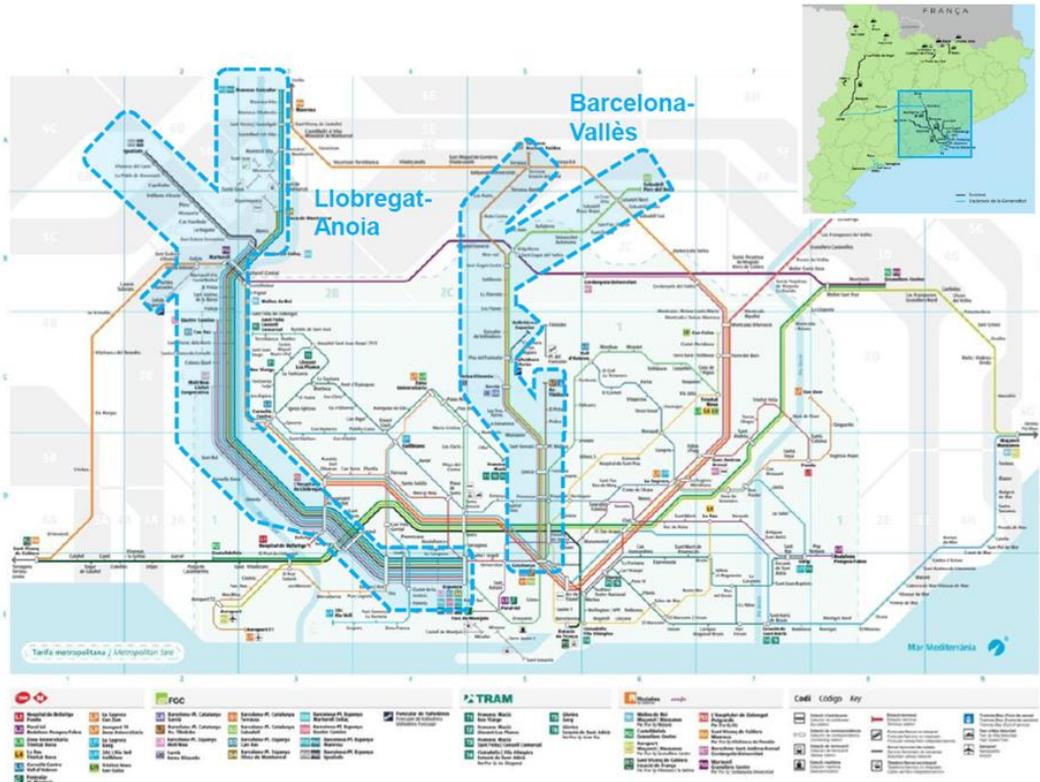


圖 2 巴塞隆納-瓦萊 (Barcelona- Vallès) 線及略布雷加特-阿諾亞 (Lleida- Anoia) 線概要圖

(2) 萊裡達 - 拉波夫拉德塞居爾線 (Lleida - La Pobla de Segur Line)

該路線位於加泰隆尼亞的西北部，如圖 3 所示，主要連接萊裡達與其鄰近的拉波夫拉德塞居爾，性質上為郊區的近郊通勤路線，其主幹全程系統為 RL2，並以 RL1 連接萊裡達至巴拉格爾，系統如圖 4 所示。與位於巴塞隆納近郊鐵路不同，這條路線為 1668mm 的伊比利軌距，其營運主力為 Stadler 製造的 TU FGC 331 型柴電聯車，由兩輛動力車所組成，FGC 僅採購 3 組，於 2016 年投入營運，其車輛資料如表 4 所示。



圖 3 萊裡達 - 拉波夫拉德塞居爾線 (Lleida - La Pobla de Segur Line) 所在位置圖



圖 4 萊裡達 - 拉波夫拉德塞居爾線 (Lleida - La Pobla de Segur Line) 路線圖

型式	TU 331
圖片	
製造廠商	CAF、Alstom
製造年份	1995
製造組數	3
列車容量	201
運用路線	萊裡達 - 拉波夫拉德塞居爾線 (Lleida - La Pobla de Segur Line)
軌距	1668mm

表 4 萊裡達 - 拉波夫拉德塞居爾線 (Lleida - La Pobla de Segur Line) 柴電聯車基本資料

(3) 貨運業務

巴塞隆納市區近郊及位於加泰隆尼亞自治區西北部的萊裡達 - 拉波夫拉德塞居爾線之外，FGC 主要之鐵路業務尚包含貨物運輸，其貨主主要為生產鉀鹽的 ICL Iberia 公司，以及西班牙喜悅汽車，主要業務範圍為運送巴塞隆納周圍的貨物，包含蘇裡亞礦場至巴塞隆納港的鹽和鉀肥、西班牙喜悅汽車馬托雷爾工廠至巴塞隆納港的汽車整車運送，以及自由貿易港至喜悅汽車馬托雷爾工廠的零組件運送，依據該公司提供的資料顯示，2023 年以 745 列次運送鉀鹽總計 539817 噸，汽車部分，以 689 列次運送了 106425 輛汽車，以及以 584 列次運送喜悅汽車的零組件。

由於巴塞隆納周圍貨運運輸需要，FGC 刻正強化與貨主合作伙伴的關係，因此也增購貨物專用車輛，包含 257 型電力、柴油電氣雙模機車 5 輛，其製造廠為與本公司採購之 R200 型機車相同由 Stadler 製造供應；另也增購斗車 72 輛、關節式轉向架汽車載運車 7 輛、平車 18 輛。而為了貨物編組調車之用，也採購 353 型地動機 4 輛，其貨運有關車型資料如表 5 所述。



圖 5 FGC 貨運業務路線所在位置圖

型式	257 型電氣、柴油電氣雙模機車	353 型柴油調動機車
圖片		
輛數	5	4
輸送貨物	鉀肥、汽車等	貨物調車

表 5 FGC 近年增購的貨物列車機車及調動機車

車型	斗車	關節式轉向架 汽車載運車	平車
圖片			
輛數	72	7	18
輸送貨物	鉀肥	汽車	貨櫃

表 6 FGC 近年增購的貨物車輛

3. FGC 簡史

FGC 的最早可追溯至 1863 年開始營運的薩里雅列車 B-V 線，約略與倫敦地鐵同一時期，其路線分配圍繞著巴塞隆納的周圍城鎮。貝爾加、伊瓜拉達及馬爾托雷爾等城鎮延伸後，於 1919 年開始 L-A 線的服務，其營運歷史超過 150 年，為當地歷史十分擁久的鐵道系統。後經由多次改組，直到 1965 年由西班牙

站規鐵路（FEVE）接管包含 FGC 等等的地方鐵道路線經營。直到 1978 年西班牙議會決議將中央權力下放至地方自治體後，FGC 於 1979 年成立，並接管原先隸屬於 FEVE 於巴塞隆納地區的路線，並於 1986 年接收格藍潘德斯登山

（Ferrocarrils de Muntanya i Grans Pendents）私人鐵道的路線。而在此之後 FGC 業務一路拓展，於 2005 年接收高約布雷加特觀光列車，2011 年接收埃斯波特和艾內港山區度假勝地、2013 年瓦爾特觀光鐵道，2016 年更適合併了萊裡達-拉波夫拉德塞居爾線，2020 年更合併博伊陶爾和蒙特塞克天文公園等，與臺北捷運類似，在營運上除鐵路系統本業外，亦拓展至度假勝地及觀光鐵道及天文台等業務。

4. 考察 FGC 列車駕駛模擬器

本團人員參訪 FGC 公司設置於魯比營運中心（COR）的駕駛模擬器及訓練教室，根據同行的 Lander 人員介紹，魯比營運中心採用的為 Lander 於 2013 年製造的產品，其硬體設備均為 10 餘年前所製造，而該模擬器硬體設備亦為 10 年前之製品，其架構為採用 1 個教官台連接至 3 個學員台的配置，與本公司契約規範採用 1 個教官台連接至 2 個學員台配置類似，其學員台彼此以玻璃隔間相隔，最大的特色為個別學員可由教官台發布不同的學習劇本時，彼此之間不會相互干擾，而為同時可容納更多學員，因此於訓練教室旁設置講習室供學員觀摩。而在學員台設備上，FGC 外觀亦採用 FRP 面板作為主要裝飾，其外觀面板為 Lander 公司的標準型產品，除 FGC 採用外，也提供亞太等區域客戶使用，依據本案工作計畫書所述之內容，本公司採用的外觀也與其相似。而在 Lander 的模擬器設計上，畫面為採用大型液晶螢幕顯示，其液晶螢幕亦為市售使用的流通產品而非特規製品，對於日後保修有所幫助。

而本次模擬器主要介紹人員為 FGC 訓練經理 Rodríguez 先生，依據 Rodríguez 先生說明，FGC 的模擬器理念為以安全為前提之下，進行各項設計，培訓的司機員透過模擬器操作，加深並強化各種列車運轉安全操作。在實務上遇到的問題，也可透過模擬器模擬出故障或事件，使司機員再加深運轉實務操作。而 Lander 人員也說明，Lander 可透過真實遇到的列車運轉問題，輸入模擬器內作為演練劇本，提供司機員演練，如此一來可強化司機員的設備操作熟稔度，這些經驗可作為臺鐵公司未來在更新模擬器事件演練及課程的參考。

本次主要展示模擬的車型為 FGC 的 TU 112 型及 113 型，為巴塞隆納-瓦萊（Barcelona- Vallès）線運用的主力車型，而 FGC 於此模擬器與本公司要求者類似，可同時於同一硬體設備模擬不同車型，因此該模擬器也可切換至 FGC 最新引進的 Stadler 製 TU 115 型電聯車。本團成員在 FGC 訓練經理 Rodriguez 先生的說明指導之下，分別由司機員許洋豪、助理技術員張峯誠、楊智鈞及工程師黃柏文分別進入學員台進行操作，在列車操作手感上與實車類似，其中電門、逆轉機部分，Lander 公司說明與實車採用相同的設計，而 Lander 公司將

TU 112 型部分儀表改為虛擬操作，其位置大略與實車相當。至於在模擬器畫面解析度部分，經實機操作，可以發現如於座位上操作時不太會有暈眩現象發生，但因該模擬器並非設計給在人員旁觀察學習，而是適合於講習室觀察操作故於操作人員周圍觀看時，因角度問題而有些許暈眩現象發生。在虛擬操作面板上，Lander 可提供與實車幾乎相當的操作體驗，在訓練故障排除上虛擬面板的效果與實體面板相當，然因機台使用已久，虛擬面板有時會有些許異常狀況發生，但整體操作仍大致可符合訓練需求。



圖 6 FGC 訓練教室

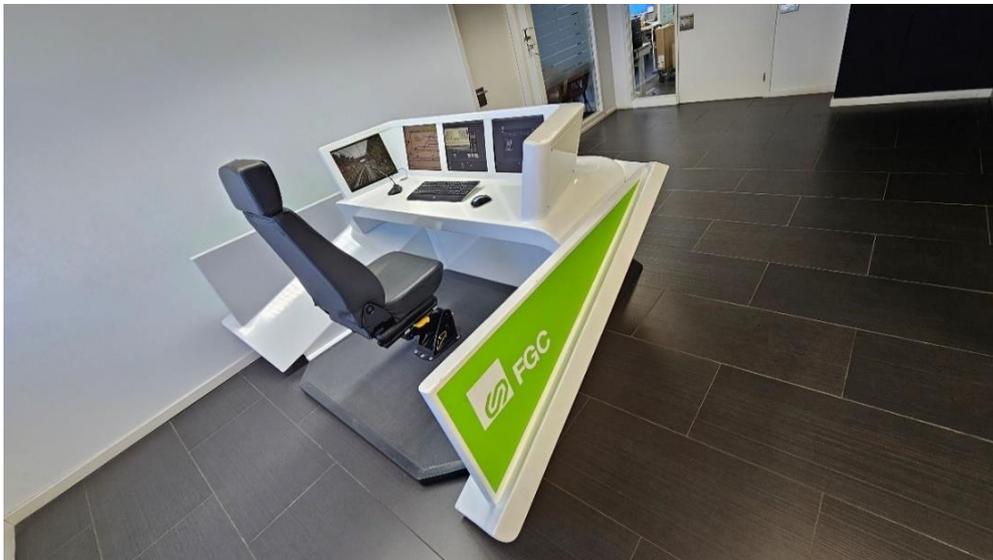


圖 7 FGC 教官台



圖 8 各自獨立的學員台

(1) 駕駛模擬器教官台：

教官台可以作為調度台及車站台或他車等扮演角色的溝通與發佈課程於學員台，如天候、列車進路、突發狀況（車輛故障、人員入侵）等，作出相關題型演練，該課程題型根據車型（該模擬器內容為該公司 112、113 型及 115 型列車）可以預訂也可即時性加入調整。



圖 9 Lander 公司製作的西班牙加泰隆尼亞政府鐵路列車駕駛模擬器-教官台



圖 10 FGC 列車駕駛員培訓負責人展示教官台之操作



圖 11 FGC 列車駕駛員培訓負責人展示教官台之學員台觀察、號誌異動

(2) 駕駛模擬器學員台：

FGC 公司的魯比營運中心 (COR) 有 3 組學員台，各學員台可同時發布同一課程或因應學員需求各自獨立於不同課程同時獨立運作，對於新加入的駕駛學員，使用固定事件演練，培訓駕駛員則由訓練教官根據該駕駛員之習性來安排事件演練，其課程安排目的都是以安全駕駛為訓練目標。



圖 12 Lander 公司製作的西班牙加泰隆尼亞政府鐵路列車駕駛模擬器學員台



圖 13 本團成員受 FGC 列車駕駛員培訓負責人所指導駕駛模擬器之駕駛練習



圖 14 本團成員於學員台受教官台所下之運轉狀況及障礙排除之習題

5. 考察 FGC 文資車輛

除了模擬器考察外，此次行程也包含考察 FGC 的文化保存車輛，而由於加泰隆尼亞地區對於自我文化意識較強，這樣的觀念也影響身為加泰隆尼亞政府一部分的 FGC 公司，因此該公司對於自己文化歷史脈絡及實體保存部分十分重視。在該公司的文化遺產策略上，包含動產、不動產文字及圖像等，具體來說包含 80 輛鐵路車輛、兩百萬個歷史文件、三萬張照片集 14 個展示中心。該公司的文化遺產策略目標為讓遺產增值，使其擁有文化教育及科學視野，並讓其與在地有身後連結，使其成為隱性知識的產生工具，具體措施包含：

- (1) 主題展演空間：包含莫尼斯特羅爾、蒙哲臘、弗雷塞河畔里瓦斯及拉波夫拉-德利列特四處。
- (2) Albert Vilalta 文件展示中心：位於巴塞隆納。
- (3) 動態保存列車：使用於巴塞隆納-瓦萊 (Barcelona- Vallès) 線的 UT400 型、略布雷加特-阿諾亞 (Lleida-Anoia) 線的木造客車列車，R-N 線的客廳車等等。
- (4) 教育課程：透過辦理教育列車的方式進行，也為 FGC 的文化遺產列車一環。

(5) 文化之旅：主要為體驗過去薩里亞鐵道作為主軸。

而除了這些之外，FGC 於 2019 年於魯比營運中心（COR）創設諾魯山谷歷史列車展示中心及 2023 年位於馬爾托雷爾的 FGC 公共展示空間。

此次 FGC 安排參觀的正式在魯比營運中心旁的諾魯山谷歷史列車展示中心，並由 FGC 訓練經理 Rodríguez 先生進行解說，本團考察了 1916 年製造的 Brill FCC 18 號木造電車、1920 年製造的 Brill FSB 301 號鋼體電車。1943、1977 年製造的 FCC409、809、507 型電聯車及 FGC 第一型具備空調設備的 111.02 號電聯車等等。當天 FGC 人員也解說這些車輛的設備細節給我們認識，仔細端詳這些車輛的保存情形，可以發現 FGC 公司雖然仍是作為鐵道運輸業者，但卻對自己的文資車輛保存得非常完整，且機件的保存狀況均不差，Rodríguez 先生亦說明，這些車輛會在特定的時間作為動態展演供民眾搭乘，可以讓民眾體驗及瞭解過去的鐵路運轉情形，同時也邀請本行團員如果之後如有機會，可再度前來搭乘體驗。在解說過程之中，Rodríguez 先生也對於各車輛的珍貴性如數家珍，並對於這些富有歷史的車輛能保存下來非常雀躍，顯見身為加泰隆尼亞政府單位一分子的 FGC 公司對於深入瞭解自己歷史文化的態度，成為這次參訪 FGC 中另一個另人印象深刻的地方。



圖 15 可通過管制閘口的 FGC 來賓證件



圖 16 會議桌上的宣言



圖 17 車輛的工廠廠區配置



圖 18 保存老車及自製車輛的車庫



圖 19 當時文化所衍生的車輛設備(手動升弓)及概念(一日卷)

6. 小結

本次在模擬器參訪上，據 Lander 公司表示，FGC 的模擬器為該公司 10 年前的產品，本案的製品為最新一代-2025 年所生產。而實地訪查可發現，該模擬器可模擬真實列車於路線上所發生的情形，FGC 公司可依據這些事件設計模擬課程並提供司機員做訓練用以防範事故再次發生，為本次模擬參訪之中最大的心得。而在硬體上，雖然 FGC 的模擬器對於旁觀的學員會有暈眩的情形發生，但大抵來說畫面解析及擬真度已足夠提供訓練學習人員使用，另在機櫃及玻璃帷幕的設置上，可作為本公司後續場地規劃的參考。

另一方面，FGC 公司對於自己過去的歷史文化脈絡具有完整的保存脈絡，本次參訪位於魯比營運中心（COR）的諾魯山谷歷史列車展示中心，其中多數列車均為動態保存，且保存車況良好，且 FGC 對於自己公司事業的歷史文化脈絡瞭解也十分深入。由於臺鐵公司發展歷史不亞於 FGC 公司，也具備不少具備文化歷史意義的車輛，如何深植鐵道文化的概念，使員工與民眾可以更瞭解這些文化意義，在本次參訪 FGC 的經驗相信都可作為本公司文資車輛未來策略擬定的參考。

伍、Lander 模擬器硬體製程審查

相關硬體設備，經工作計畫書核准確認規格與各站的尺寸，並於現場再次確認：

1. 學員台之通用性硬體設備：

(1) 三合一緊急按鈕及麥克風：

紅頭蓋其型式及位置確認為比照 EMU3000 型列車實車大小及位置設置。



圖 20 三合一緊急按鈕其設置

(2) 快拆模組面板纜線連接器：

面板纜線連接器已確認其連接方式，面板端公座固定在面板板底位置而母座隨纜線自由位置；快拆模組面板更換時先解鎖面板於學員台之鎖點，面板取出檯面後再將纜線公母連結器解鎖，卸除母座纜線端後再更換另一車型面板，回復鎖固面板纜線連結器和面板位置鎖點即可完成更換車型之快拆模組面板。另各面板及開關按鈕之中/英銘文已確認全部均與實車相符。



圖 21 Lander 工程師向本團說明如何安裝與拆卸纜線連接器

(3) 司軔閥：

司軔閥之阻尼感，經測試其隔離位、運轉位，以及 B7 至 EB 位間之行程阻力應再加大一些。本團成員對承商提出建議，對其內部機械結構凸圓肉厚應調整，使得司軔閥符合實車手感。Lander 公司工程師承諾後續提供多組機械結構不同凸圓肉厚來驗證本公司所需之阻尼感。司軔閥之相關銘文已確認全部均與實車相符。

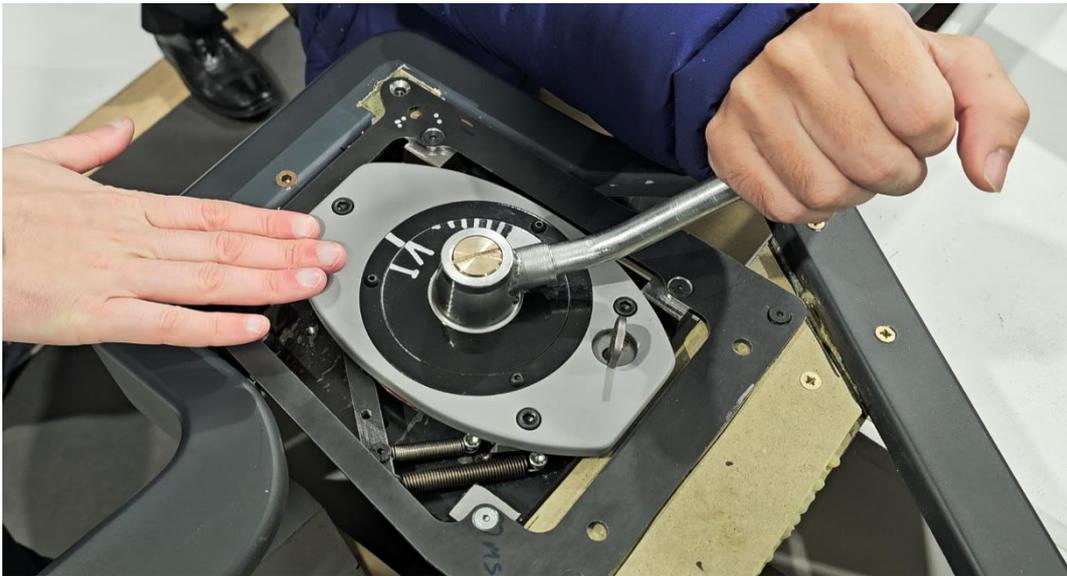


圖 22 本團成員測試學員台司軔閥之阻尼感

(4) 主控制器：

已確認學員台上為所安裝為直購實車原廠之主控制器組件，並符合實車位置。主控制器之相關銘文已確認全部均與實車相符。



圖 23 主控制器等位置

(5) 警醒踏板：

裝置之纜線直接由學員台腳下空間之右側壁面為出線點，足踏閥自由位置且保留纜線長約 80cm，供學員身體結構或喜好需求移動微調。

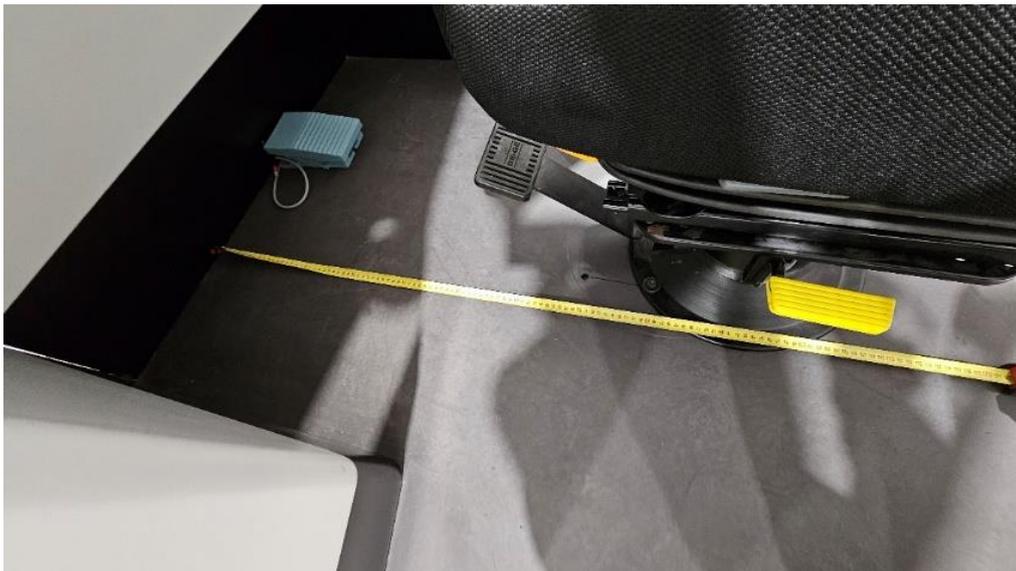


圖 24 警醒踏板配合座椅中心檢視位置

(6) 駕駛座椅：

學員台座椅可前後調整之前行程約 8cm、後行程約 10cm，經團員及請身形較嬌小之 Lander 員工替代女性學員協助測試後，建議將座椅中心後移 10cm 後，已符合大多數學員身體結構需求且能正常使用警醒裝置-足踏閥。



圖 25 座椅中心微調 1



圖 26 座椅中心微調 2



圖 27 座椅中心微調後，請體型較嬌小人員替代女性學員測試

(7) 整體桌面：

學員台之基本硬體架構有實車感受符合需求，學員台會有一個收納盒安置替換下來的可換式實際操作面板避免損壞。



圖 28 學員台整體桌面

2. 教官台之通用性硬體設備：

整體桌面：

教官台桌面將會較目前展示的教官台桌面更寬，因目前展示的桌面放置的螢幕為 24 英吋，而本公司教官台的螢幕將為 27 英吋。教官台的座椅和麥克風也確認符合需求。



圖 29 教官台座椅



圖 30 教官台喇叭位置

3. EMU3000 型列車之訓練介面：

(1) 快拆模組面板：

EMU3000 型列車之可換式實際操作面板中 4 個按鈕[TLpS 尾燈、UHLpS 上頭燈、HLpS 下頭燈、UHLpDS 上頭燈減光(亮光/暗光)]於現場審查或無法展示其效果，已提出應修正為與實車相同的自鎖保持平頭按鈕開關，且與 PTT 按鈕在按下按鈕開關時需發出亮光。



圖 31 建議應修正部分

(2) 學員台之觸控螢幕：

學員台座位面對的最左側螢幕為第一螢幕，依序至最右側為第四螢幕。本團建議調整其相關畫面配置之位置、尺寸(TDRS、TPRS、TCMS 和 ATP 畫面需 1:1 等)及新增垂直配置的 USB 母座位置並將所有畫面相關按鍵、選項需有點選之按鈕動畫、燈號，以符合實車感受。

A. 最左側之第一螢幕：

該畫面由 SND、TPRS、RU 和垂直配置的 USB 母座為主要構成，為求符合實車相對位置，建議將 RU 之畫面切除不必要之邊框並從第二螢幕移至第一螢幕，以圖示表示 SND、RU、TPRS 和垂直配置的 USB 母座等畫面相對位置及提供實車畫面尺寸以供調整至符合需求。另兩刷器開關位置之調整，其原建議為實體按鍵在面板位置閱讀燈調光控制器下方，但為符合契約承商提供建議採虛擬按鍵位置放在 RU 畫面下方為參考(如下圖第一螢幕修正後)。



圖 32 第一螢幕修正前



圖 33 第一螢幕修正後，並包含點選 USB 插槽後有置入之動畫

- B. 左側之第二螢幕：
 該畫面由 TDRS、升弓、降弓、VCB 切開、中性區間 APCS 為主要構成，為求符合實車相對位置，建議將 RU 之畫面移至第一螢幕且 TDRS 畫面放大至實車尺寸符合 1:1 需求。

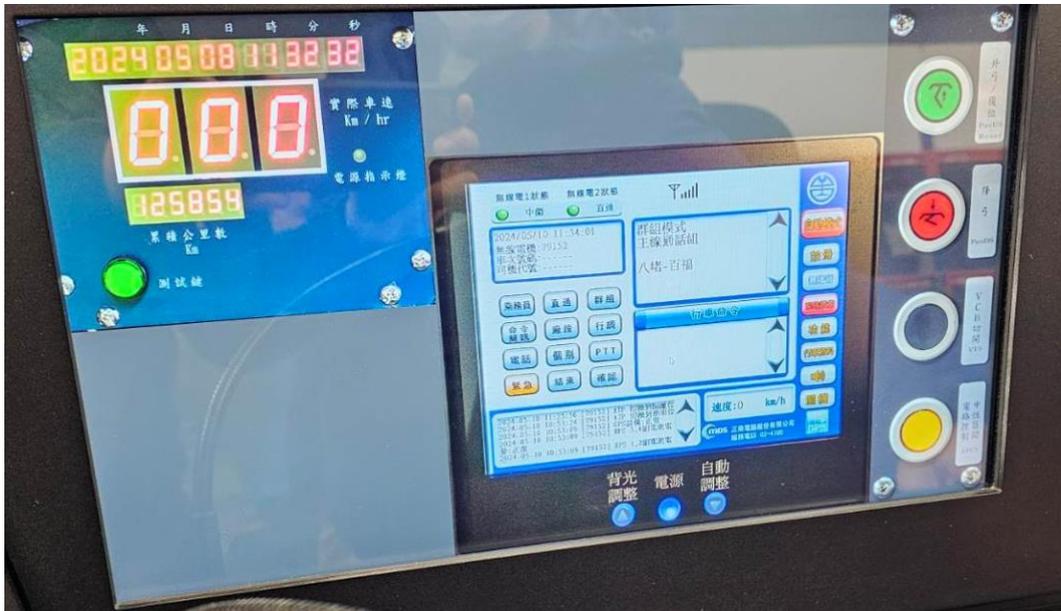


圖 34 第二螢幕修正前



圖 35 第二螢幕修正後

- C. 右側之第三螢幕：
 該畫面由 ATP、電車線指示燈、輔助空氣壓縮機燈、MR/BP 壓力錶、BC1/2 壓力錶為主要構成，為求符合實車相對位置，建議將 ATP 畫面切除不必要之邊框且將 ATP 畫面放大至實車尺寸符合 1:1 需求。



圖 36 第三螢幕修正前



圖 37 第三螢幕修正後

D. 最右側之第四螢幕：

該畫面由 TCMS 及總故障、門機連鎖控制、停留軔機、軔力不足、車輪滑走、動力不足等指示燈為主要構成，為求符合實車相對位置，建議將 TCMS 畫面切除不必要之邊框且將 TCMS 畫面放大至實車尺寸符合 1:1 需求。



圖 38 第四螢幕修正前



圖 39 第四螢幕修正後

4. 900 型列車之訓練介面：

(1) 可換式實際操作面板：

為求符合實車開關之相對位置，建議將時刻表燈實體位置移動至下頭燈(LOWER HLS)開關左側，CAB VAC、PTT 和汽笛實體開關的新配置則向左移設，其中汽笛實體開關位置對齊於下頭燈(LOWER HLS)開關下方。原停留軔機緊軔 PBAPB 和停留軔機鬆軔 PBRPB 實體按鈕改虛擬按鍵於最左側觸控螢幕之第一螢幕並在 SND 畫面下方配置。另除霧開關於現場審查或無法展示其效果，已建議應修正為與實車相同的自鎖保

持平頭按鈕開關，且與 PTT 按鈕在按下按鈕開關時需發出亮光。



圖 40 面板修正前



圖 41 面板建議修正後示意

(2) 學員台之觸控螢幕：

學員台座位面對的最左側螢幕為第一螢幕，依序至最右側為第四螢幕。建議調整其相關畫面配置之位置、尺寸(TDRS、TPRS、TCMS 和 ATP 畫面需 1:1 等)及新增水平配置的 USB 母座位置並將所有畫面相關按鍵、選項需有點選之按鈕動畫、燈號，以符合實車感受。

A. 最左側之第一螢幕：

該畫面由 SND、TDRS、電壓錶、停留軔機緊軔 PBAPB 和停留軔機鬆軔 PBRPB 虛擬按鍵為主要構成，為求符合實車相對位置，建議

將 SND、TDRS 之畫面切除不必要之邊框，將停留軌機緊軌 PBAPB 和停留軌機鬆軌 PBRPB 實體按鍵從快拆模組面板移至第一螢幕作為虛擬按鍵且調整相關位置。



圖 42 第一螢幕修正前



圖 43 第一螢幕修正後

- B. 左側之第二螢幕：
- 該畫面由 TCMS 為主要構成，為求符合實車相對位置，建議將 TCMS 畫面切除不必要之邊框且將 TCMS 畫面放大至實車尺寸符合 1:1 需求。

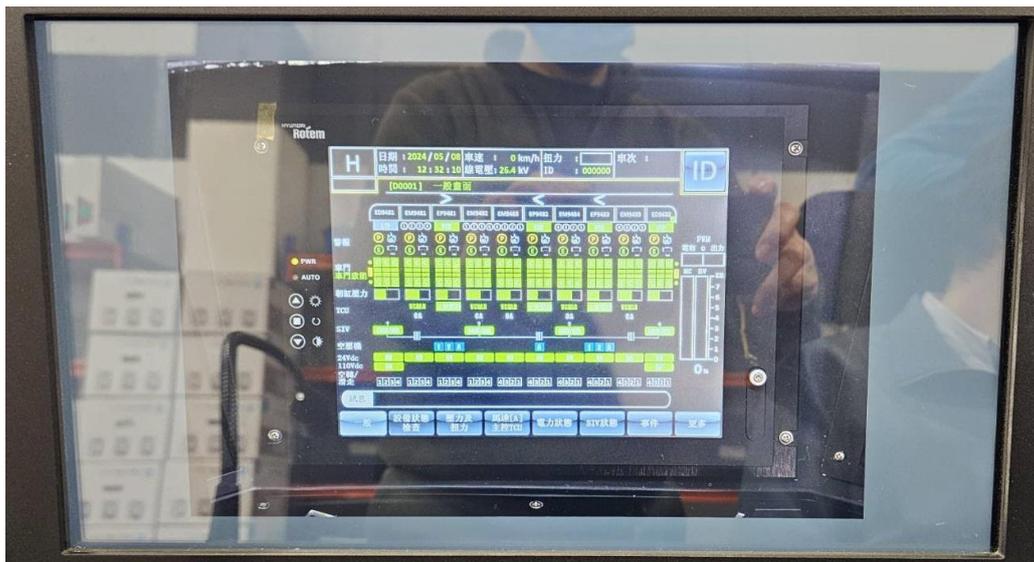


圖 44 第二螢幕修正前

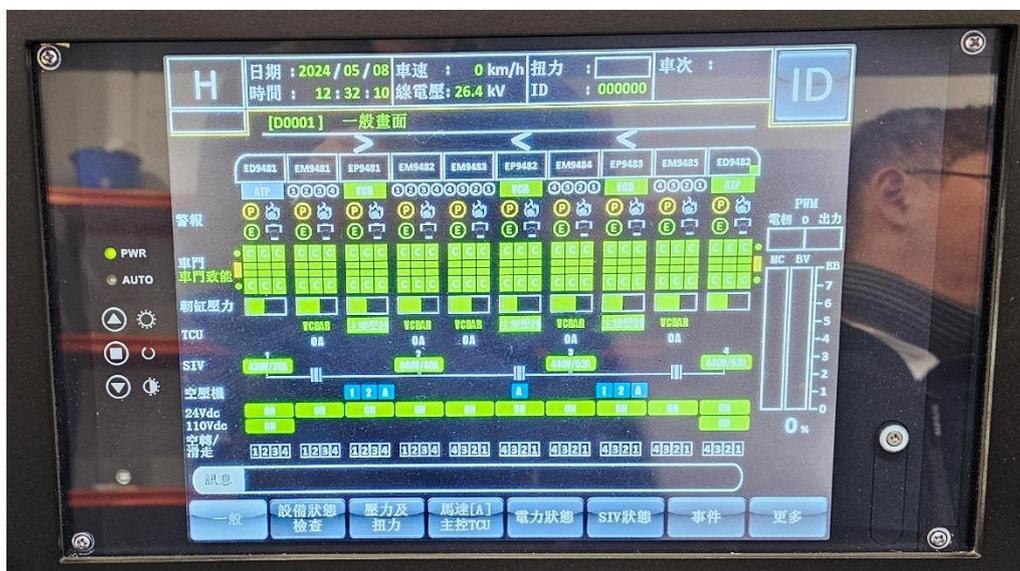


圖 45 第二螢幕修正後

C. 右側之第三螢幕：

該畫面由 ATP、BC 壓力錶、MR/BP 壓力錶為主要構成，為求符合實車相對位置，建議將 ATP 畫面切除不必要之邊框且將 ATP 畫面放大至實車尺寸符合 1:1 需求，並將 BC 壓力錶、MR/BP 壓力錶畫面右移；而原電車線電壓、全列車車門關閉、停留軔機作用、總故障燈、緊急緊軔作用、火警或煙霧、上頭燈點亮、下頭燈點亮、車輪空轉/滑走等 9 個指示燈及駕駛台照明暗光 1、2 兩個開關之畫面則移設置最右側之第四螢幕做整合。



圖 46 第三螢幕修正前

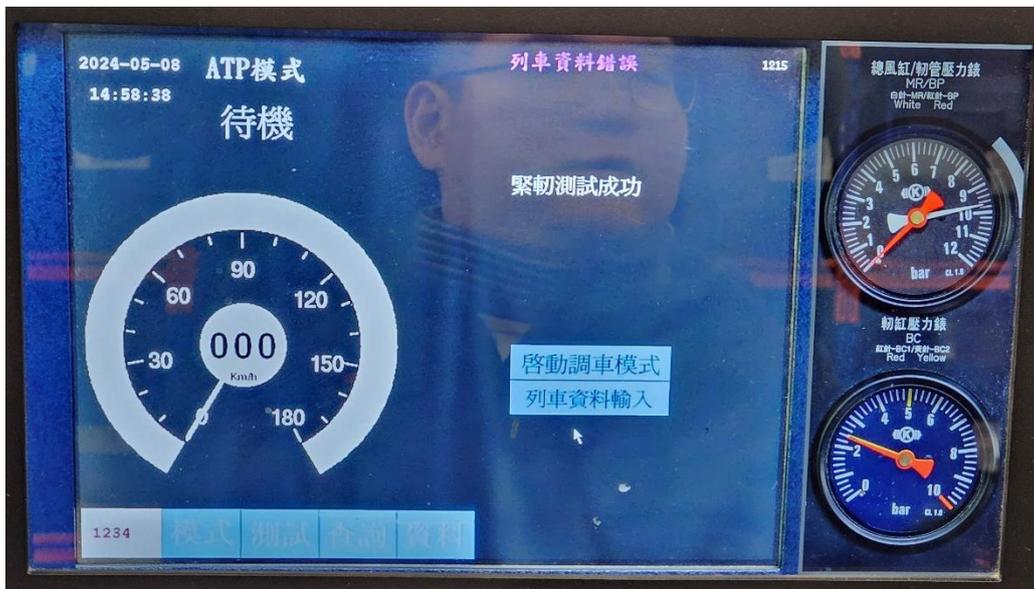


圖 47 第三螢幕修正後

- D. 最右側之第四螢幕：
- 該畫面由 TPRS、RU、升弓、降弓、VCB 切開、中性區間復位等 4 個開關、電車線電壓、全列車車門關閉、停留軔機作用、總故障燈、緊急緊急作用、火警或煙霧、上頭燈點亮、下頭燈點亮、車輪空轉/滑走等 9 個指示燈及駕駛台照明暗光 1、2 兩個開關、緊急開關 ES、駕駛照明 CABL SW、水平配置的 USB 母座為主要構成，為求符合實車相對位置，建議將第四螢幕畫面內元件配置重新整合且相關元件畫面放大至實車尺寸符合 1:1 需求(相關配置如下圖修正後)。



圖 48 第四螢幕修正前



圖 49 第四螢幕修正後

5. 機櫃等資訊設備：

(1) 機櫃資訊設備安裝進度

A. 教官台：

主機層櫃(EQUIN i700)、接觸器(施耐德電機 LC1D12JD)、不斷電系統(NEW SAI INNOVA RT 1.5 kVA)、音效卡(Behringer U-Phoria UMC202 HD)，已安裝至層櫃中且符合送審資料。



圖 50 主機層櫃 1



圖 51 主機層櫃 2

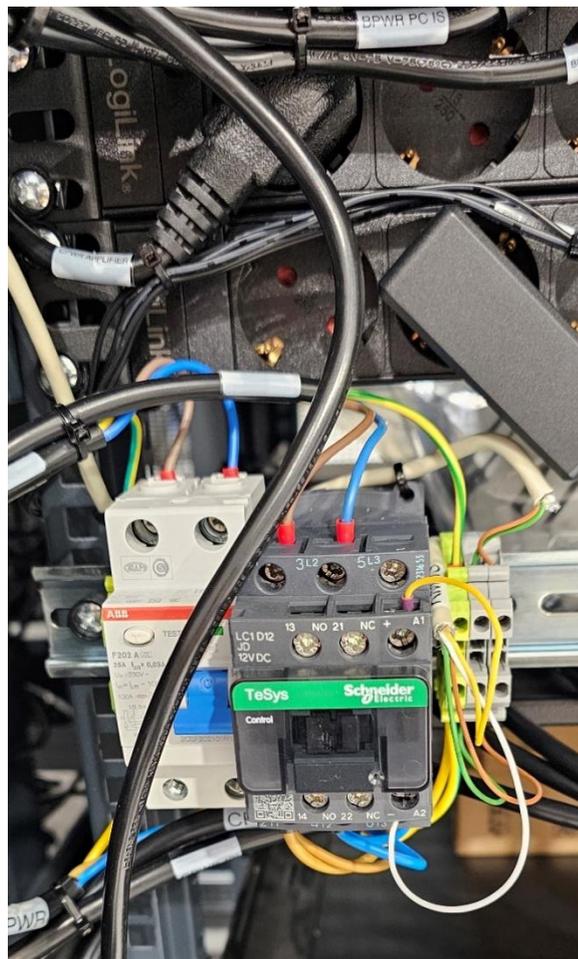


圖 52 接觸器



圖 53 不斷電系統 1

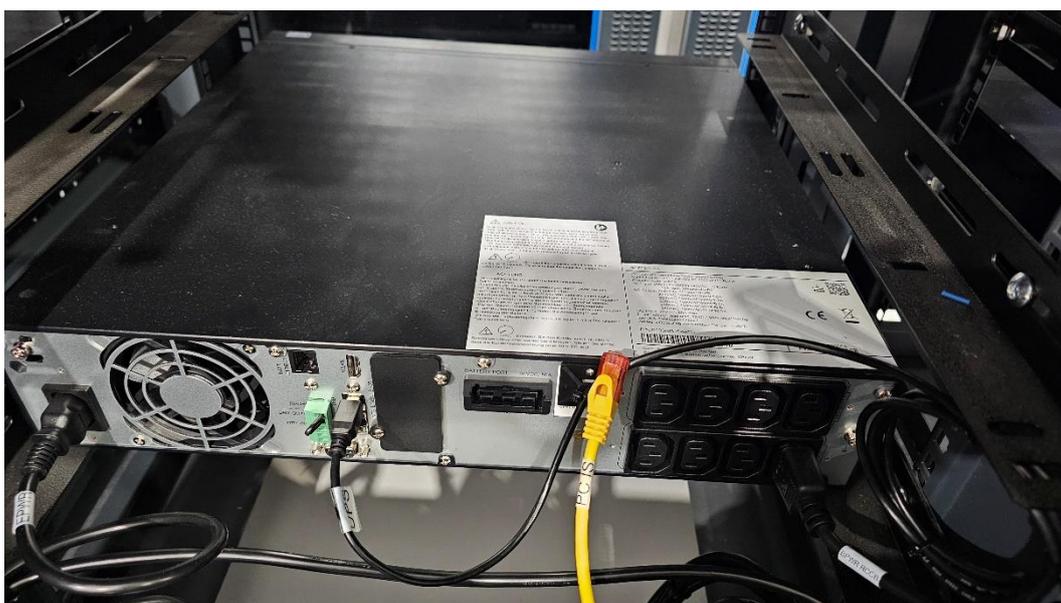


圖 54 不斷電系統 2



圖 55 音效卡



圖 56 網路交換器

B. 學員台：

主機層櫃(EQUIN i700)、接觸器(施耐德電機 LC1D12JD)、不斷電系統(NEW SAI INNOVA RT 1.5 kVA)、音效卡(Behringer U-Phoria UMC202 HD)，已安裝至層櫃中且符合送審資料。



圖 57 主機層櫃



圖 58 接觸器

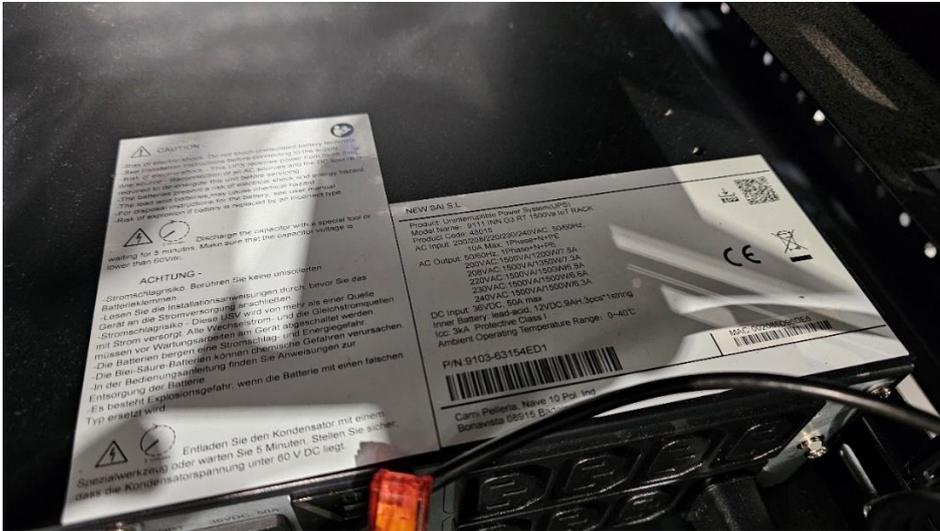


圖 59 不斷電系統



圖 60 音效卡



圖 61 網路交換器

C. 資料彙整主機：

主機層櫃(EQUIN i700)、不斷電系統(NEW SAI INNOVA RT 1.5 kVA)，已安裝至層櫃中且符合送審資料。



圖 62 主機層櫃



圖 63 不斷電系統

陸、心得

Lander 公司在本次的模擬器專案中，軟體部份尚無可供展示的部份，因為目前全島路線圖資尚在建構中，且各圖層的資訊尚未整合，故無法提供任何本專案的軟體畫面，但 Lander 公司有提供目前已大部分開發完成，準備進入交貨階段的印度的模擬器機台、以及西班牙 RENFE 鐵路公司的機台供我們實際操作。RENFE 的模擬器為核心軟體及演算法為前一代產品，印度的模擬器則為最新一代（將會是本案所採用的版本）。此外，RENFE 的模擬器置於 Lander 公司的展示間，該處所放置許多 Lander 公司歷來的產品，除了火車駕駛模擬器外還有摩托車、警用汽車、小艇等模擬器。



圖 64 RENFE 的模擬器學員台

1. RENFE 模擬器（展示廳）

由教官台開機，按下開機鈕後 1 分 24 秒可至 Windows 桌面，隨後點選開啟軟體的圖示後，於 1 分 53 秒可至輸入帳號、密碼畫面，進入主程式後需再等 20 秒，整體而言，從按下教官台開機，到學員台開始執行開始程序約過 3 分鐘，學員台開機完成至待機畫面約過 4 分 30 秒，理論上至此即可開始駕駛列車，不過因為尚需列車設定（類似 ATP 開機後需要進行司機員資料設定、列車資料設定），故實際開始運轉列車約需 6 分 39 秒。



圖 65 開啟教官台機櫃一鍵開機

本次示範的教官台由四個螢幕組成，最左側（1 號）螢幕為關閉，2 號螢幕內設定畫面，學員台的所有狀態皆由此螢幕控制，列車運轉中，則停留在路徑設定的畫面（相似行控室的 EP 盤面），3 號及 4 號螢幕則投放列車駕駛台的各儀表畫面，而 4 號螢幕還有學員台即時畫面，可監控學員駕駛狀態，桌上還有實體麥克風可與學員通話，另外教官台也可在列車運行中任意改變天氣條件，能變動的項目有：下雨、下雪、濃霧、強風、閃電。課程結束要關機時，學員台仍需透過教官台以鍵盤滑鼠控制，僅有學員台的運轉場景螢幕需要手動用搖控器關閉。而教官台關機則是按下「關閉教室」按鈕即可自動關機，按下後約 30 秒後完成關機程序。

值得一提的是 RENFE 這台模擬器所建構的路線是虛擬的鐵路，並非實際存在的路線，各站名是以「花」的種類來命名，而學員台正前方為路線場景螢幕，其顯示器為一般商業流通的螢幕，畫面品質為 4K 高畫質，視覺體驗至少 30FPS 以上，執行過程中畫面相當流暢。



圖 66 RENFE 的模擬器教官台 1



圖 67 RENFE 的模擬器教官台監控畫面

2. 印度模擬器

模擬器的學員台亦是由教官台開機，本案為目前 Lander 公司歷來最大案件，甚至為此有計劃在印度就地設置產線，該案為模擬位於印度坎普爾（Kanpur）省的 Kanpur 到 Moti Jheel 站間的捷運路線，為實際存在的路線，全程僅約 8 公里，僅管如此，該模擬器的硬體規格相當高，學員台駕駛艙的前三面擋風玻璃的路程景就分別由 3 台不同螢幕各別顯示，駕駛室左、右側窗還各有 1 台側面的路程景螢幕，所以光是場景螢幕就有 5 台（此為無觸控功能，僅為一般的顯示器），此外還有可觸控操作的螢幕多達 5 個，可高度模擬駕駛艙。



圖 68 印度模擬器學員台

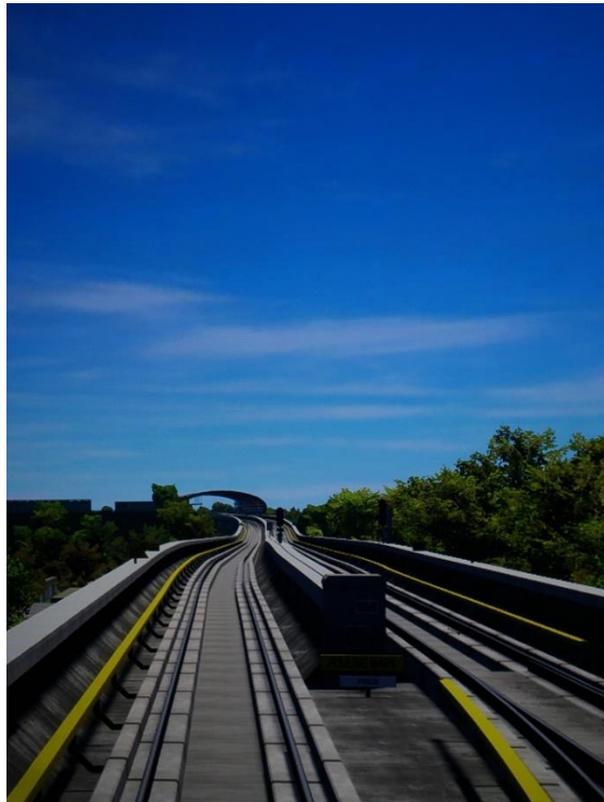


圖 69 模擬器畫面相當細緻

教官台的操作軟體的首頁有五個選項，分別是：

1. 處理課程(Manage exercise)。
2. 啟動或回放學員台 (Launch or playback sessions)。
3. 統計資料(View Statistic)。
4. 學員資料(Manage User)。
5. 問題診斷(Diagnostic)。

啟用學員台是按下 2. 啟動或回放，再點選「on」的圖示即可等候開機，從按下列學員台開啟完成約需 2 分 08 秒。學員台開機完成後，可以在此選擇課程，但課程內容需要事先設定好才能選取，設定的方法為從首頁的「1. 處理課程」進入，先創建「單元(Unit)」，概念類似大資料夾，建構好自訂單元名稱

後，需再建立「課程(Lesson)」，概念類似子資料夾，最後再創建「活動(Exercise)」，「活動」才是實際設定具體的模擬內容，未來我們在使用時，可將(單元 unit)做為區分不同機務段，「課程(lesson)」做為學習的類別（如：基本操作、車輛故障、變更閉塞等），「活動(Exercise)」可供設定的參數相當多，分別列在左側的 5 個頁籤，第一個頁籤為活動概要，細詳內容如下：

1. 名稱
2. 難易度：易、中、難。
3. 型態：學習模式、考核模式。
4. 路線別：該案僅有一條路線，本公司購案為台灣環島幹線，屆時將拆分為 8 個路段。
5. 描述：可自行輸入有關本課程活動的描述。
6. 關鍵字：可輸入關鍵字，爾後可供搜尋。

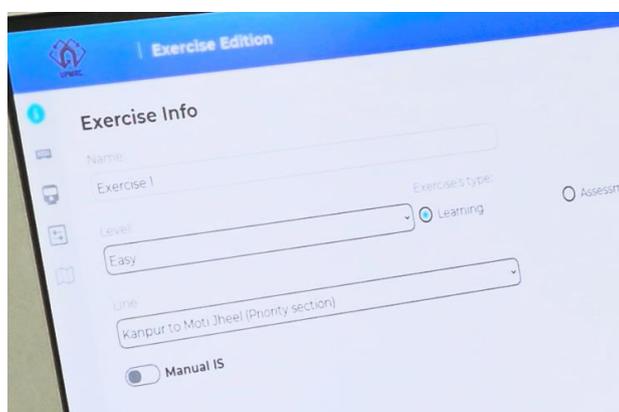


圖 70 課程活動設定畫面

接著要設定第二個頁籤，為「列車種類」。第三個頁籤為「列車初始狀態」，可設定列車是否已啟動，以及 MR 壓力，第四個頁籤為「天氣條件」，可設定：

1. 光線（晴朗白天、雲霧籠罩、夜晚、風暴）。
2. 降雨（0~100%）。
3. 降雪（0~100%）。
4. 霧（0~100%）。
5. 風（0~100%）。
6. 時間（光線會隨時間自動調整強弱）。

最後第五個頁籤為「路線設定」，此頁面將顯示出全區間的軌道配置圖，圖面的資訊有軌道路線、車站、月台、轉轍器、號誌機，很像行控中心控制員操作的面盤，此頁面的右上方有三個圖示：「列車服務(service)」、「車站」、「事件」，要創立列車要先按「列車服務(service)」再按「創立列車」，給予車次以後，再到面盤選擇列車的起始點，僅有面盤中橘色標籤處所可以做為列車的起始位置，但基本上每個車站及站間都有 2 至 3 個標籤可及為列車起始位置，接著在列車進行方向再按橘色的前進標籤，就可以延長一個路段，可隨課程需要

延長，遇到路線分歧處所，可以由面盤上轉轍器位置直接點選改變進路，也可以由右側的面板直接選擇前往的目的地，最後再按下完成鍵即可。面盤上雙擊車站的月台，可以設定列車經過該站時的上車及下車的人流量，在設定的畫面可直接選擇「套用至每一站」，就不用每站設定，也可以針對各別的站再另外設定。也可在行駛途中發生天氣變化或是列車故障事件，只需在想要發生的地點雙擊滑鼠，即可在列車經過此處時天氣及光線改成想設定的狀態或增加故障事件，如不設定則是按照預設值。另外，點選右上方「事件」圖示，可以產生鄰線交會列車，或是有人入侵鐵軌的事件，但是該兩種事件都只能在圖面可點選的固定處所產生（每個站間僅一處）。



圖 71 路線設定頁面

以上為基本的課程設定方式，設定好並儲存後，即可回到首頁，按下「啟動或回放學員台」，此時左側面板有許多控制學員台的選項，詳細如下：

1. 執行或回放。
2. 是否為匿名學員。
3. 課程活動選取，如先前「1.處理課程」內容所述，課程選擇有三層：
 - (1) 大資料夾(Unit)
 - (2) 子資料夾(Lesson)
 - (3) 課程活動(Exercise)。
4. 司機員人員選取。
5. 學員台選擇（一組教官台可控制多組學員台，由此選擇控制哪一組）。
6. 選擇起始車站。
7. 開始。

當設定完成即可按下「開始」鍵後，學員台即可開始進行操作，此時教官台可監控學員台的所有狀態，有學員台的實時攝影機，教官台的四個螢幕，由左至右依序為一至四號螢幕，二號螢幕位於教官座位正前方，為設定螢幕，先前設定課程，啟閉學員台均由此螢幕進行，一、三、四號螢幕在學員台未啟動前均為關閉狀態，學員台啟動且課程進行中時，一號螢幕為路線場景，二號仍為設定螢幕，可由此隨時更改天氣條件或增加突發事件，三、四號螢幕為監控螢幕，可監控學員台各項狀態，透過滑鼠點選上方選擇，可任意切換為以下各

畫面：監控學員台的 TCMS 螢幕、HMI 螢幕（顯示車速、把位段位…等）、駕駛台各把手狀態、駕駛座位的實時攝影、車廂內各配電盤的狀態。



圖 72 學員台運轉中畫面

完成駕駛後，教官台可回放學員駕駛的過程，也可自動產生出評價及報告，該模擬器雖然已幾乎是成品，但仍尚未 100%完成，故仍然有出現未預期狀況，如車輛僅能採用 RM(restricted manual)模式，該模式限速 25km/h，超過即自動緊急緊軔，無法進入完全監控模式。另外此模擬器會在學員駕駛當中不斷紀錄其車速曲線、出力狀態、主控把手位置、列車行駛距離、海拔高度，並即時計算能源消耗，如果學員超速或冒進號誌，則會自動記載，而教官則可隨時加入對學員進一步的評論，最後整個駕駛紀錄將自動作圖產出報告。



圖 73 學員報告評價畫面

Lander 的駕駛台操作起來不會有暈眩感或不適，但是在旁觀看者反而會暈眩，原因為場景螢幕顯示的內容，需要坐在駕駛座觀賞才會是正確的立體物件投影點，在其它點觀看會覺得空間被扭曲而造成不適，而整體 fps 值（每秒幀數）可達到 50fps 以上，所以不會產生停頓感，整體畫面算是相當流暢，畫質及擬真度也有達到一定的水準，未來本公司購案完成後，整體品質亦能優於該案。

柒、附件

FGC 2022 年摘要報告小冊子

FGC
Ferrocarrils
de la Generalitat
de Catalunya

SUMMARY REPORT

2022

Activities of FGC

Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya (FGC) is a public company, attached to the Department of Territory of the Government of Catalonia, which operates various railway services, administers infrastructures, and manages tourist services and mountain stations.

During 2022, FGC has continued to make progress in post-pandemic recovery with a significant increase in the number of users of its different lines and tourist services.

Increase in the number of users during 2022

Category	Value	Change
Passengers transported on Metropolitan lines	79.02 M	29.56% ↑
Visitors in Tourism	977,080	11.88% ↑
Passengers transported on the Lleida - La Pobla de Segur line	277,914	34.02% ↑

During 2022, FGC has also improved the satisfaction index, which already had very high scores.

	 SATISFACTION (Satisfaction Index)	 QUALITY (Quality Control Index)	 PUNCTUALITY (Punctuality Index)
Barcelona-Vallès line	78.30 0.90% ↑	98.18 0.80% ↓	99.02 0.62% ↓
Llobregat-Anoia line	76.50 1.06% ↑	98.62 0.44% ↓	98.68 0.45% ↓
Lleida-La Pobra de Segur line	79.80 1.01% ↑	99.61 0.04% ↓	99.41 0.15% ↑

Main actions during 2022:

- **15 new train units** are put into service on the **Barcelona-Vallès** line, doubling the number of trains operating during peak hours between **Barcelona** and **Sabadell-Terrassa**.
- In **Lleida-La Pobra de Segur**, the third train of the line is put into service, with a maximum capacity for 201 people.
- The construction works for the connection of **Barcelona-Vallès** and **Llobregat-Anoia** lines through the extension between **Pl. Espanya** and **Gràcia** stations begin.
- The construction project for the first section of the **new tram** in **Camp de Tarragona**, between **Cambrils** and **Vila-seca**, is awarded.
- In **Boí Taüll**, the surface lift of **Puig Falcó** has been launched.
- New panoramic viewpoints are installed in **La Molina**, **Vall de Núria** and **Port Ainé**.

Note: compared to 2021
↑ increase ↓ reduction ↔ remains the same

Mobility

Metropolitan lines		
Passengers transported on the Barcelona-Vallès line (M€)	57.08	27.90% ↑
Passengers transported on the Llobregat-Anoia line (M€)	21.94	34.10% ↑
Tonnes transported	654,440	34.98% ↑
Activity revenues (M€)	63.82	29.80% ↑
Lleida - La Pobra de Segur line		
Passengers transported	277,914	34.02% ↑
Activity revenues (M€)	0.49	32.75% ↑
Tourism		
Exploitation of Montserrat		
Funicular visitors	247,897	79.80% ↑
Rack railway visitors	385,354	103.20% ↑
Activity revenues (M€)	5.20	100.00% ↑
Alt Llobregat Tourist Railway		
Visitors	17,860	6.10% ↓
Activity revenues (M€)	0.10	9.00% ↓
Gelida Funicular		
Passengers transported	4,361	9.40% ↑
Activity revenues (€)	3,923	12.41% ↑
Tren dels Llaços		
Visitors	5,820	33.60% ↑

Tourism

Vall de Núria		
Rack railway visitors	213,558	24.50% ↑
Visitors in winter (ski passes)	30,801	93.30% ↑
Activity revenues (M€)	3.60	28.60% ↑
La Molina		
Visitors in winter (ski passes) ⁽¹⁾	321,338	75.70% ↑
Visitors in summer	26,589	18.80% ↓
Activity revenues (M€)	5.98	68.61% ↑
Spot and Port Ainé		
Visitors in winter (ski passes)	199,490	62.40% ↑
Activity revenues (M€)	2.90	80.10% ↑
Parc Astronòmic del Montsec		
Visitors	31,234	27.80% ↑
Activity revenues (M€)	0.34	41.7% ↑
Vallter ⁽²⁾		
Visitors in winter (ski passes)	74,469	115.60% ↑
Visitors in summer	5,328	30.40% ↓
Activity revenues (M€)	1.01	62.90% ↑
Boí Taüll ⁽³⁾		
Visitors in winter (ski passes)	148,734	143.90% ↑
Activity revenues (M€)	2.46	115.80% ↑

(1) Includes the ski passes combined with Alp 2500.

(2) Station operated by Vallter SA, a company in which FGC has a majority shareholding.

(3) Station operated by Actius de Muntanya SA, a company owned by FGC.



Economic management

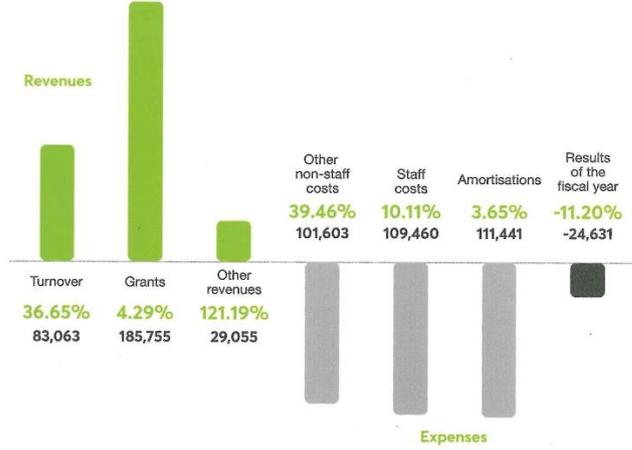
The 2022-2026 Programme Contract outlines the economic and financial relations of the Department of Territory of the Government of Catalonia and FGC, as well as the companies within the Group, and establishes mechanisms and criteria to provide FGC with adequate financing for its objectives.

In 2022, the net amount of turnover of FGC has increased by 36.65% to 83.06 million euros.

18.18% ↑
297,873
Thousands of € in economic value created

14.13% ↑
140,476
Thousands of € in investments allocated to FGC's supported infrastructures and services

Profit and loss account
(Thousands of euros)



SUMMARY REPORT

2022

Financial taxonomy

The main goal of the EU taxonomy is to harmonise the criteria for determining whether an economic activity is considered environmentally sustainable, with the aim of facilitating sustainable investments.

The Passenger interurban rail transport activity contributes 100% to climate change mitigation.

The Infrastructure for rail transport contributes 100% to climate change adaptation.

Taxonomy-aligned environmentally sustainable activities:

	Proportion of Turnover	Proportion of CapEx ¹	Proportion of OpEx ²
Passenger interurban rail transport	81.06%	38.94%	53.79%
Infrastructure for rail transport	13.25%	44.67%	40.62%
Total	94.31%	83.62%	94.41%

¹ Investments in fixed assets / ² Operating expenses

Participatory budgeting

During 2022, FGC has carried out the second edition of the Participatory Budgeting, which allows stakeholders the opportunity to choose where to allocate 0.50% of the company's investment budget.

MAIN FIGURES

15 external selected projects with
391 votes and a budget of
477,060 €

7 internal selected projects with
669 votes and a budget allocation of
183,295 €

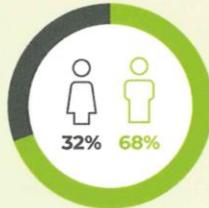
Our team

During 2022, FGC's workforce has increased by 4.06%, 1.83% in men and 9.15% in women, reflecting the company's commitment to achieving gender parity.

However, the gender pay gap has increased by one point, mainly due to our policy of promoting internal talent in a still male-dominated workforce. For this reason, our commitment is to identify and promote leadership and managerial skills among all women within the company.

Furthermore, FGC has joined the **Diversity Charter**, a European decalogue that entities and institutions voluntarily sign to showcase their commitment to promoting diversity and inclusion in the workplace.

FGC has been granted the Women in Rail award, in the category of best initiative against harassment.



FGC's team*

Employees as of 31 December

Employees	2,125	4.06%	↑
Men	1,445	1.83%	↑
Women	680	9.15%	↑
Employees with permanent contracts	75.48%	17.50%	↑
Gender pay gap	5.60%	1	↑
Training hours	103,132	26.77%	↑

Accident rate

Frequency rate

Metropolitan lines	26.96	22.26%	↓
Tourism and Mountain	146.28	22.37%	↓
Other Railway Services	6.20	3.13%	↓

Incident rate

Metropolitan lines	4.72	66.25%	↑
Tourism and Mountain	25.63	66.21%	↑
Other Railway Services	1.09	59.22%	↑

Severity rate

Metropolitan lines	0.62	3.13%	↓
Tourism and Mountain	6.13	59.22%	↑
Other Railway Services	0	100%	↓

*The data does not include data from investee companies

Towards climate action

FGC's 2030 Climate Action Agenda includes a list of actions, framed within the Climate Action Commitments promoted by the Government of Catalonia and signed by the organisation.

The tourism division of FGC has drawn up the **2030 Climate Action Plan**, as a result of the commitment made at the Glasgow Declaration of COP26. The plan encompasses five axes to effectively address the challenge of climate change: measuring, decarbonising, regenerating, collaborating and financing.

FGC has become one of the first 16 companies in the global railway transport sector, and the first one in Spain, to have its **direct emissions reduction targets** validated by the **Science Based Targets Initiative**.

Water consumption (m³)

Mobility	38,037	15.50%	↑
Tourism	900,052	4.70%	↑

Waste (t)

Mobility	815.38	44.66%	↑
Tourism	417.41	28.78%	↑

Greenhouse gas emissions (GHG) tCO₂eq

Difference in % compared to emissions in 2018

Scope 1: Direct emissions	7,028.52	5.93%	↓
Stationary combustion (natural gas, diesel fuel C, LPG, biomass and geothermal)	1,318.56	11.13%	↓
Mobile combustion (own auxiliary fleet, mobile machinery, trains and locomotives))	4,665.57	0.64%	↓
Fugitive emissions from refrigeration gases (stationary installations and mobile machinery)	1,044.37	19.12%	↓
Process emissions (acetylene consumption)	0.02	97.56%	↓
Scope 2: Indirect emissions	0	100%	↓
Scope 3: Other indirect emissions	65,482.25	29.59%	↓
Total emissions	72,510.77	49.21%	↓

The consumption of renewable energy sources is close to 85% of the total consumption, as the electricity purchased by FGC is sourced from 100% renewable energy.

90% of waste is recovered at the industrial facilities of the Metropolitan lines.



Aware and committed company



Accessibility

100% of stations and trains of FGC are accessible for people with reduced mobility.

During 2022, pilot tests of the **voice guidance system NaviLens** are conducted at Vallparadis Universitat and Europa | Fira stations.



Train of learning

Participation of **1,716 students**, out of which **762** have been awarded **scholarships** by FGC.



Socially and environmentally responsible procurement

Contracts with social and/or environmental clauses	437	18%	↑
Contracts without social and/or environmental clauses	93	26%	↑



Civility

Alerts for cases of incivility	4,625	30.88%	↑
--------------------------------	--------------	--------	---