

出國報告（出國類別：考察）

參訪義大利羅馬菲烏米奇諾李奧納 多達文西國際機場 出國報告

服務機關：交通部

桃園國際機場股份有限公司

姓名職稱：劉資深工程師岳哲

汪工程師(四)劭陽

藍工程師(四)仕宇

王工程員柏鑑

派赴國家：義大利羅馬

出國期間：114 年 5 月 15 至 5 月 22 日

報告日期：114 年 7 月 31 日

公務出國報告提要表

出國目的	參訪義大利羅馬菲烏米奇諾李奧納多達文西國際機場
服務機關	桃園國際機場股份有限公司
出國人員	劉岳哲、汪劭陽、藍仕宇、王柏鑑
人員職稱	資深工程師、工程師(四)、工程師(四)、工程員
出國類別	☐ 實習(訓練) ☐ 其他(☐ 研討會 ☐ 會議 ☒ 考察、觀摩、參訪 ☐ 進修)
出國地區	義大利羅馬
出國期間	114.5.15~114.5.22
報告日期	114.7.31
關鍵詞	羅馬、羅馬機場、電力系統、行李系統、空側道面、航空地面燈光、先進目視導引、太陽能系統、ESG 永續發展
報告書頁數	48 頁
報告內容摘要	參訪考察鄰近標竿機場空側道面設施整建及維護、地面燈光設施與維護、跑道大型整建與刨鋪規劃、災後復原經驗及相關技術、航廈新穎設施及 ESG 永續發展應用等議題，藉由與標竿機場互相交流學習，精進臺灣桃園國際機場空側維護品質、設施韌性及管理作為。

目錄

<u>公務出國報告提要表</u>	1
壹、 目的	4
貳、 過程	5
一、 羅馬機場簡介	6
二、 營運中心及辦公大樓	11
三、 空側設施	23
四、 航廈設施	48
五、 電力系統	94
六、 淨零碳排	100
參、 心得與建議	114

壹、 目的

近年來，本公司為推動淨零碳排，積極發展太陽能及儲能以推動綠能發展，設施設備方面，亦積極推動電力系統、行李系統、先進目視導引系統、燈光設施維護、及跑道鋪面等設備更新，以持續提升本機場服務品質，並延伸至現代化設計之機場服務，故需汲取世界各機場規劃及整建經驗，亦有利於未來機場各項規劃及工程順遂推動；考量義大利羅馬菲烏米奇諾李奧納多達文西國際機場為歐洲先進標竿機場之一，且近期已完成大型太陽能系統建置、儲能系統建置、先進目視導引系統及燈光系統更新等，對於本公司刻正規畫之太陽能系統、儲能系統現況極為相似，是桃園機場學習的對象，故安排參訪羅馬機場。

	
辦公大樓外觀	辦公大樓門口獎項展示處
	
辦公大樓一樓門禁管控處	工作人員辦公空間

本次參訪簡報地點：羅馬機場管理公司（ADR）辦公大樓一樓

貳、 過程

日期	行程
114.5.15 第 1 天	去程：23:45 出發 搭乘華航 CI75 班機前往義大利羅馬國際機場
114.5.16 第 2 天	去程：07:55 抵達義大利羅馬國際機場 交流討論：先進目視導引系統 實地參訪：先進目視導引系統參訪
114.5.17 第 3 天	實地參訪：空側設施參訪 (跑道、空側充電樁、滑行道、停機坪)
114.5.18 第 4 天	實地參訪：航廈設施參訪 (停車場、電梯及電扶梯、無障礙設施)
114.5.19 第 5 天	交流討論：營運中心、行李系統 實地參訪：營運中心、太陽能及儲能系統參訪
114.5.20 第 6 天	交流討論：電力系統、綠能發展 實地參訪：機場公司辦公大樓、特高壓變電所
114.5.21 第 7 天	回程：11:00 出發 搭乘華航 CI76 班機返回臺灣桃園國際機場
114.5.22 第 8 天	回程：05:40 抵達臺灣桃園國際機場

一、羅馬機場簡介

(一) 羅馬機場介紹

義大利羅馬菲烏米奇諾李奧納多達文西國際機場為義大利首都機場，為義大利最繁忙機場，亦是歐洲前 20 大機場之一，2024 年旅客量達到 4,920 萬人次，並於 2025 年獲得 Skytrax 五星級機場獎項，並獲得全世界最佳機場第 8 名；羅馬機場於 1961 年啟用，目前有 4 個航廈：T1、T2（整建關閉中）、T3、T5，並有 3 條跑道投入營運，每日航班起降次數約 1,000 班次，年貨運處理量約 18 萬公噸。

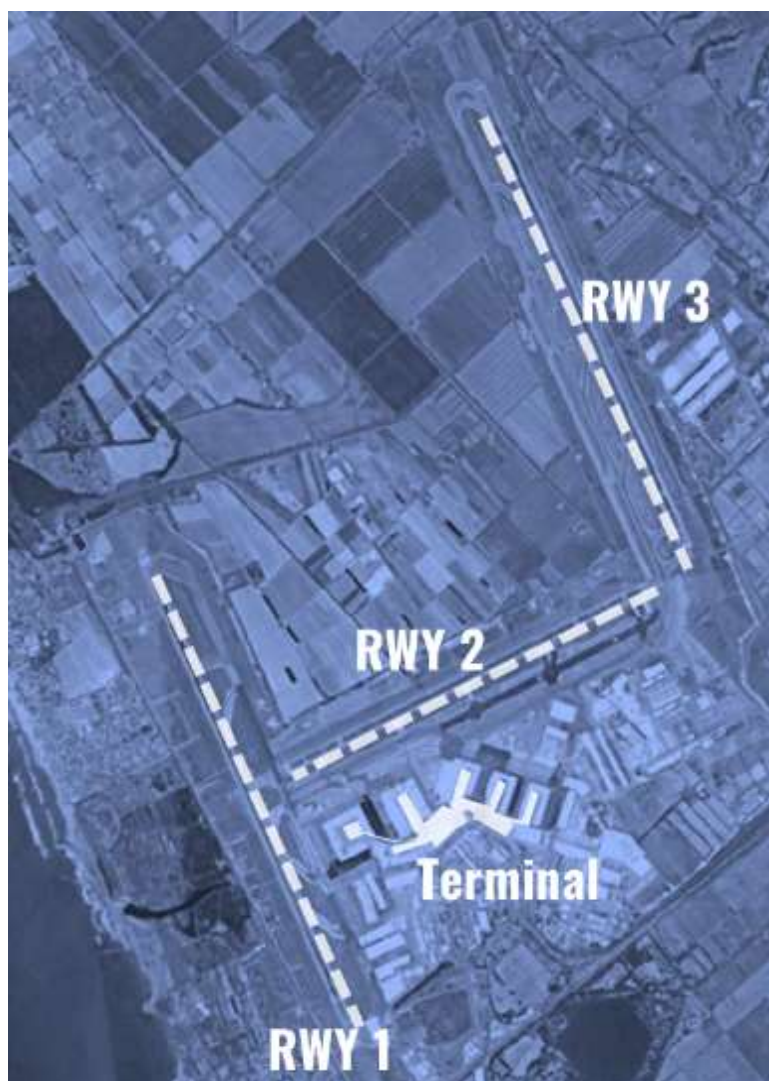


圖 1.1 義大利羅馬機場空照圖



圖 1.2 羅馬機場獎項圖

(二) 羅馬機場公司簡介

Aeroporti di Roma S.p.A. (ADR 羅馬機場公司) 為義大利大型基礎設施公司 Atlantia Group (現稱 Mundys) 的子公司，該 Mundys 集團也持有多個歐洲與南美的機場與高速公路資產，ADR 成立於 1997 年，主要負責營運及管理義大利羅馬菲烏米奇諾機場 (FCO) 及錢皮諾機場 (CIA)，該公司年營收約 10 億歐元，員工人數約 3,500 人 (含外包與合作單位)，未來更規劃 2023 至 2030 投資超過 80 億歐元，主要用於機場擴建、綠能與數位基礎建設，其公司化經營方式與桃機公司相仿，其總部設於義大利羅馬菲烏米奇諾機場，並與義大利航空總部共構辦公大樓。

羅馬機場公司主要工作內容如下：

項目	說明
 機場營運	管理航廈設施、航班排程、地勤協調、跑道維護等
 商業開發	機場免稅店、高端精品、餐飲、廣告空間等商業招商
 數位創新	推動智慧機場計畫：自助報到、自動登機門、行李追蹤
 永續發展	發展綠能基礎設施、碳中和、環保運輸
 基礎建設	擴建航廈、新建跑道、智慧停車場系統

ADR 採取典型的大型基礎設施營運公司結構，分為：

1. 董事會：負責整體策略與決策，主要由執行長（CEO）、主席（Chairman）、各領域代表（財務、工程、航空管理等）組成。

2. 主要高階管理層分工：

職稱	職責
CEO（行政總裁）	負責公司整體營運與策略推動
CFO（財務長）	控制預算、財報、投資、資金調度
COO（營運長）	監督機場日常營運、跑道管理、旅客服務與維運
CTO（技術長）	主導設施工程、機場擴建、新建跑道與建築開發
Chief Sustainability Officer（永續長）	專責碳中和、綠能專案、環保政策
Chief Digital Officer（數位長）	發展智慧機場系統、資料平台、AI 應用
Chief Commercial Officer（商業長）	商場招商、免稅商店、品牌合作、餐飲開發
HR Director（人資總監）	組織管理、人才培訓與內部文化建設

3. ADR 內部部門與職能分工：

部門	職責
機場營運部（Airport Operations）	● 飛機起降協調 ● 地勤與行李系統監管 ● 航廈設施管理（如登機門、候機室）
安全與保安部（Security & Safety）	● 航空安全與機場保全 ● 與義大利國家警察合作進行乘客管制與突發應變
基礎建設與工程部（Engineering & Infrastructure）	● 建設新航廈、跑道、停機坪、捷運系統等 ● 支援長期投資計畫（如 2030 擴建案）
商業發展部（Retail & Commercial Development）	● 招商（品牌、餐飲、服務） ● 設計旅客購物動線與體驗
數位與創新部（Digital Transformation）	● 推動自助登機、生物辨識安檢 ● 開發智慧流量預測平台 ● 管理 ADR App 與資料雲端系統
永續與 ESG 部（Sustainability & ESG Affairs）	● ESG 指標監控 ● 碳排放管理與報告 ● 永續材料採購與供應鏈評估
旅客服務與品牌部（Customer Experience & Brand）	● 管理顧客滿意度、投訴系統 ● 優化旅客服務流程（如快速通關、語言支援）

ADR 旗下還有數個子公司與合作單位：

子公司 / 單位	功能
ADR Infrastrutture	專責工程建設與技術開發
ADR Assistance	特殊需求乘客協助與行動支援服務
ADR Security	機場安全與監控
ADR Mobility	管理停車場、接駁車、綠能交通系統

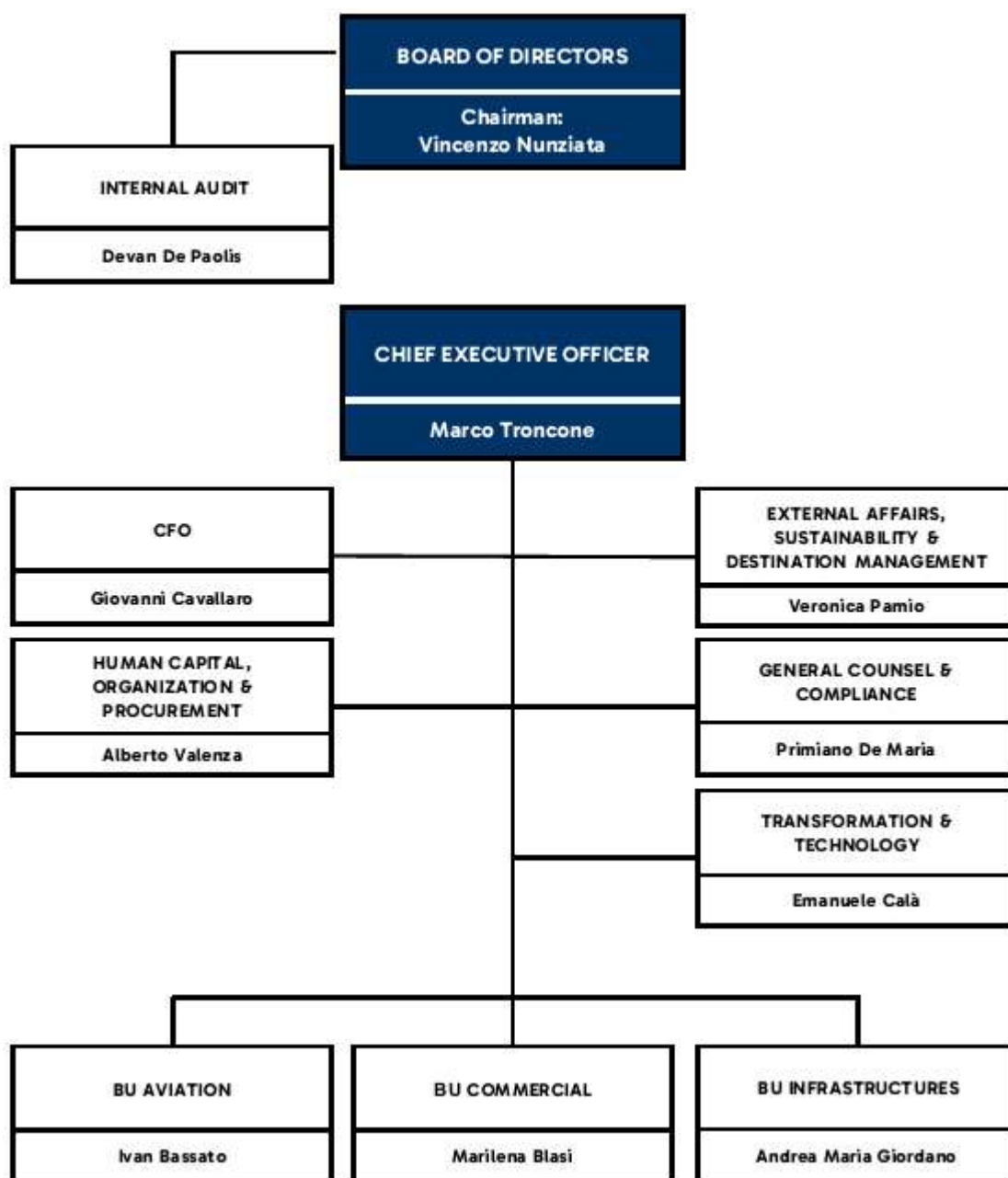


圖 1.3 羅馬機場公司組織架構

(三) 小結

ADR 羅馬機場公司多項權利及管理手段，包含航點航線安排、駐點辦公室配置等，搭配供需原則，有效管理整體羅馬機場營運，另羅馬機場公司旗下投資數間子公司及跟歐盟學術單位合作，可支援先進智慧化設備及發展淨零碳排等目標。

二、 營運中心及辦公大樓

(一) 營運中心簡介

羅馬機場營運中心（APOC）位於羅馬機場空側 T1 及 T3 間，裡面席位包含航務監控席、資通設備（ICT）監控席、基礎設施監控席、行李系統（BHS）監控席、保安監控席，另外該區亦配置緊急應變中心及會議室，可於發生緊急災害時，快速召集所有類別之監控席位開會並協調整合各單位，有效解決各項任務，本次參訪適逢新任教宗上任，來自各國重要元首及代表皆在此時到訪，這時由營運中心執行長帶頭召開會議及統整各方資訊及監控。



圖 2.1 羅馬機場營運中心外觀



圖 2.2 羅馬機場營運中心組職分布圖

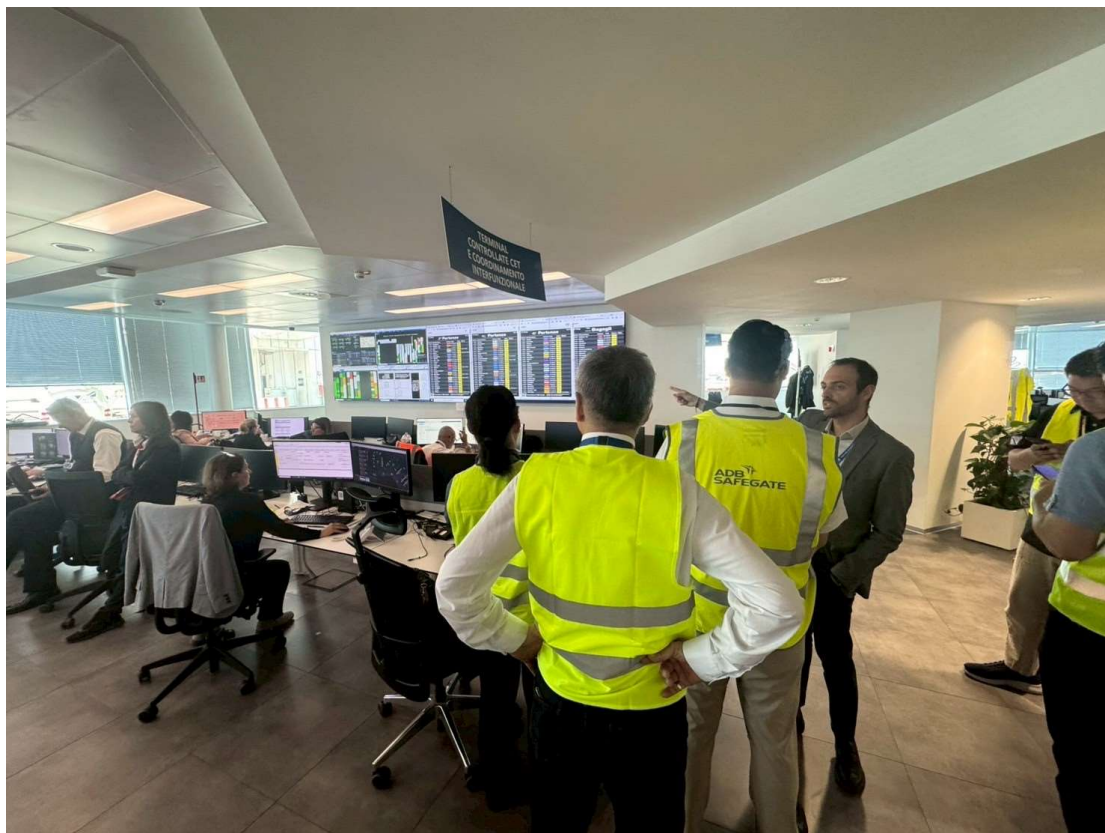


圖 2.3 航務監控席

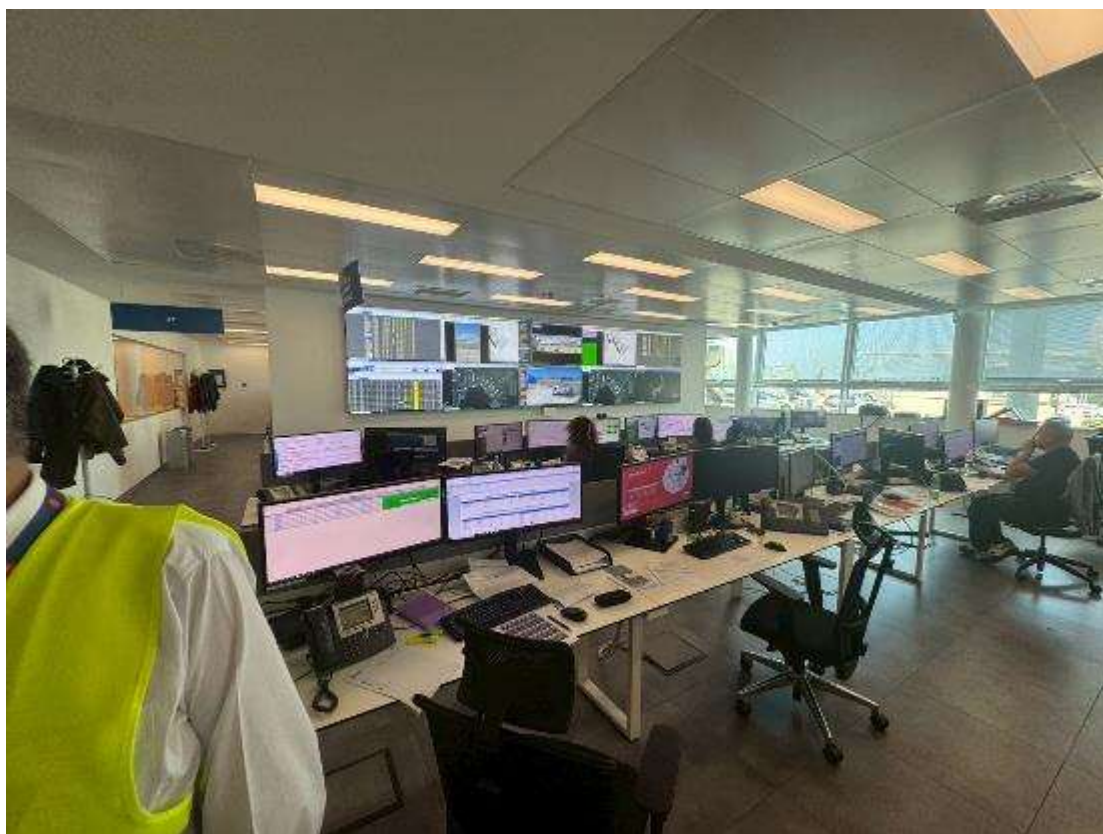


圖 2.4 航務監控席及資通設備（ICT）監控席



圖 2.5 基礎設施監控席



圖 2.6 跑道燈光系統監控

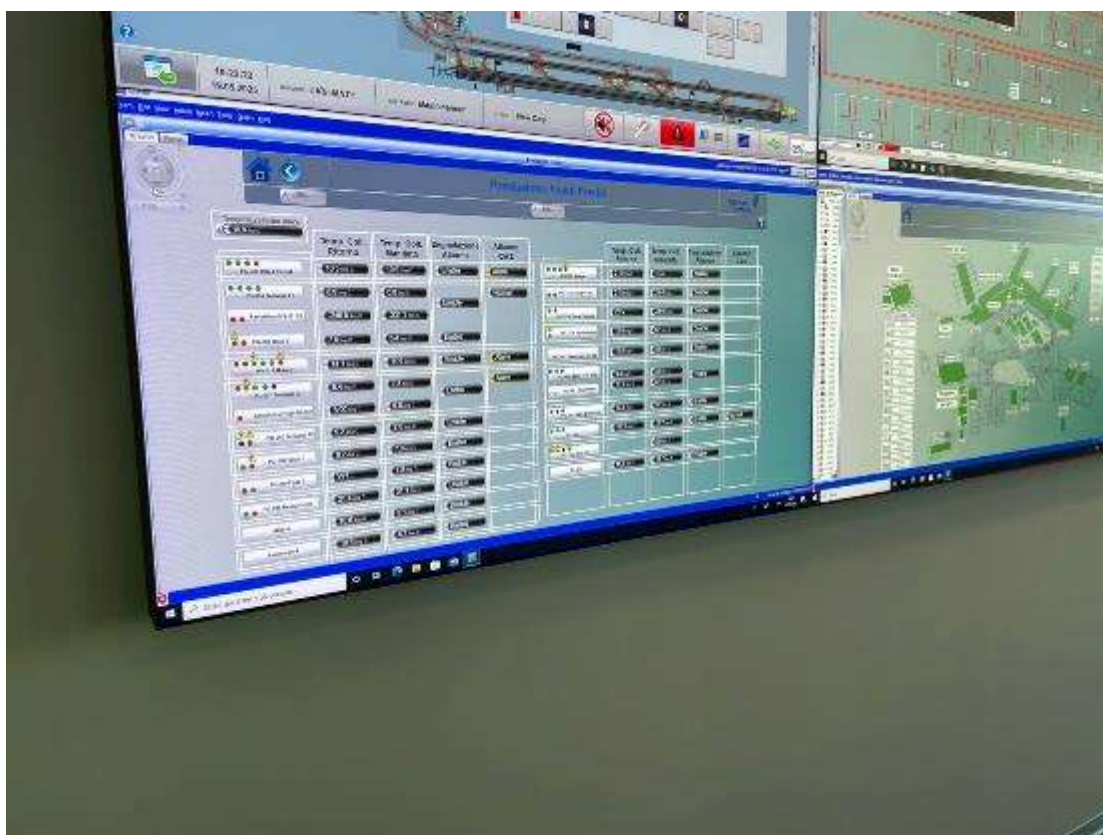


圖 2.7 先進目視導引系統監控



圖 2.8 電力系統系統監控



圖 2.9 空調系統監控



圖 2.10 行李系統調度中心（BHS CCR）

（二）辦公大樓

羅馬機場公司（Aeroporti di Roma SpA）總部位於於義大利羅馬菲烏米奇諾機場，並與義大利航空總部共構辦公大樓，其位置處於進出羅馬機場之高速公路旁，距離航廈約 2 公里，員工來往航廈或各園區，主要皆靠巡迴園區之電動巡迴巴士，辦公室內採通透型門禁管制，辦公室採歐美國家較流行之共用辦公桌方式，每人皆配置 1 台工作筆電，辦公室內環境設置許多休息區及小型討論區，亦有配置數間小型會議室，可以提供員工許多討論空間交流。



圖 2.13 與羅馬機場公司辦公大樓共構之義大利航空辦公大樓



圖 2.14 羅馬機場公司辦公大樓門禁管制



圖 2.15 羅馬機場公司辦公大樓訪客專用門禁卡



圖 2.16 辦公大樓入口處放置近期各項獎章

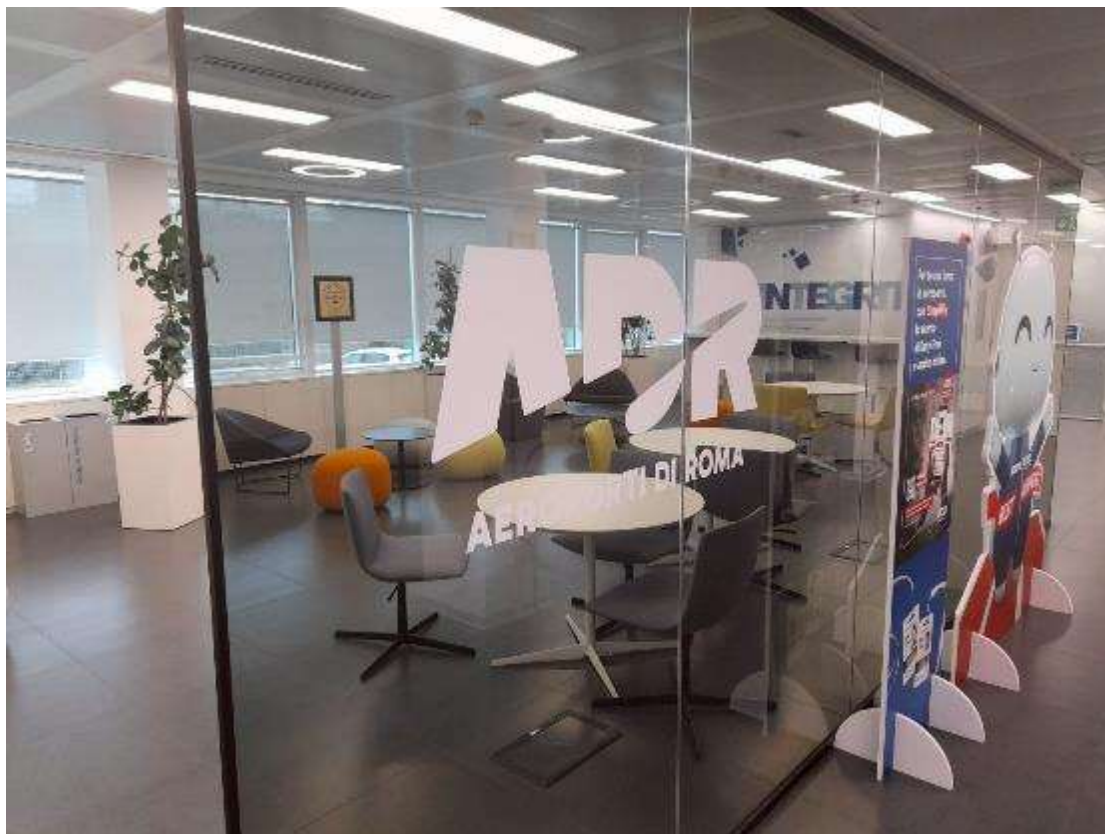


圖 2.17 員工休息區



圖 2.18 辦公室內隨處可見小型討論區



圖 2.19 辦公空間



圖 2.20 本次交流訪談會議室



圖 2.21 來往航廈之巡迴巴士站

(三) 小結

本次參訪羅馬機場公司辦公大樓，落實嚴格門禁管控，參觀證須經由專屬通道進出，其入口處擺放各項獲獎獎章，除可凝聚公司共識，亦可有效行銷機場。

另外辦公室內的空間，採用共享辦公空間的方式，整體空間感通透，並大量使用玻璃取代門板，會議室配置變色玻璃，可維持開會隱私，辦公區域內設置多處休息室及小型討論空間，再搭配每人 1 台筆電，可有效增進工作效率，建議未來本公司辦公大樓可採用類似設計。

三、 空側設施

(一) 空側基礎設施

羅馬機場進出空側管制區需要辦理臨時證，不過其臨時證設計非常優良，會將臨時證相關資訊登錄在卡片上，提供進出時航警核對，另外進入管制區安檢時，其進出機台有導入人臉辨識功能，代表進入管制區，除刷卡認證外，亦須人臉辨識之雙重認證，不過羅馬機場並不會管制離開管制區，所以可以很方便離開管制區。



圖 3.1 進入羅馬機場空側管制區臨時證



圖 3.2 進入羅馬機場空側管制哨

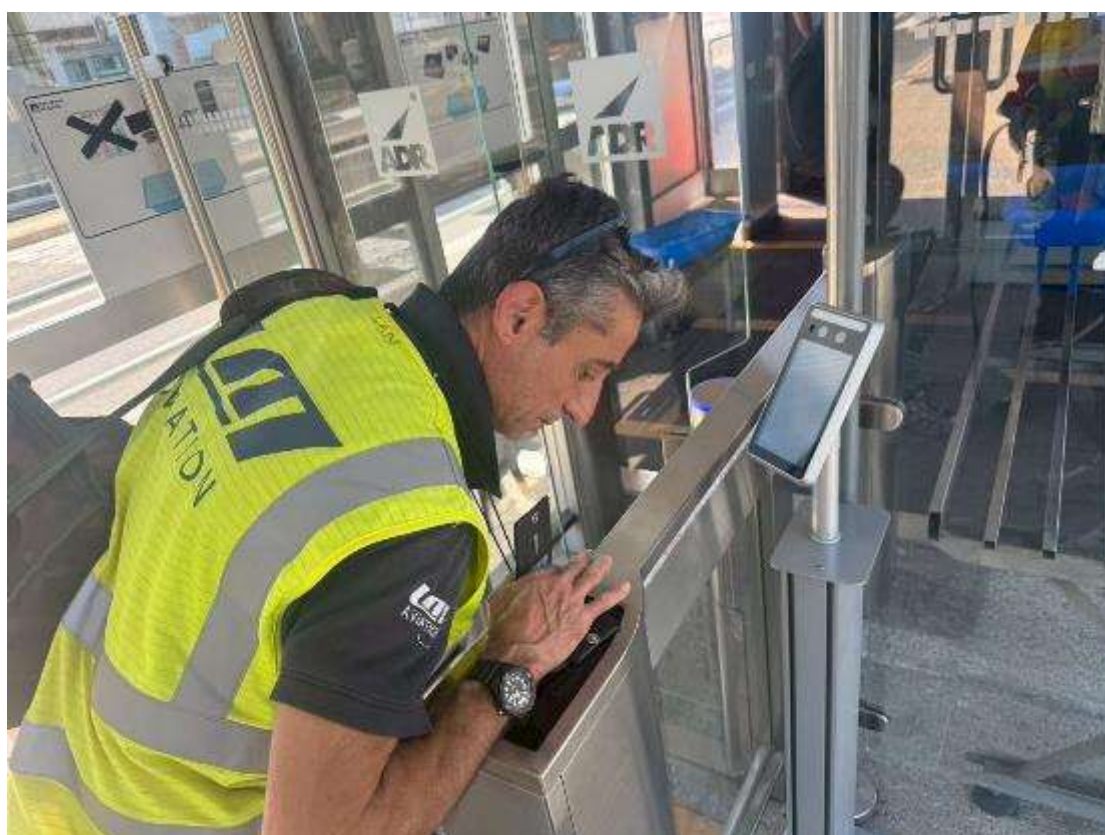


圖 3.3 進入羅馬機場空側管制區需刷卡+人臉辨識

羅馬機場場面標線可以看得出來歲月使用痕跡，而且場面亦有排水溝設計，不過靠螺絲平整化，來降低輪胎刺破風險，另外行人有規劃多處行人行走標線，避免頻繁人車爭道。



圖 3.4 空側勤務道路狀況

羅馬機場場空側勤務道路周邊水溝溝蓋採用預鑄吊放式，排水格柵係採金屬鑄鐵表面披覆塗料方式設置，格柵周邊是金屬溝框並以瀝青混凝土材質填充隔柵及溝框周邊，以跟其周邊瀝青混凝土材質之鋪面銜接，並於溝蓋上留設 2 處安裝吊鉤，便於快速維修更換。另因產品皆為預鑄且尺寸統一，有利管理單位批量採購備品，並於必要時直接進行汰換更新，提高維護效率，如本國有類似產品可納入空側維護參考採用。

另詢問現場工程師，現場地勤及維護工作人員是否會因水溝吊鉤預留孔或護蓋周邊銜接不平整部份進行安全通報，經工程師說明此處並非旅客使用區域，地面工作人員皆受過相關訓練了解空側作業跟設施狀況，不認為此狀況應是安全通報的內容。



圖 3.5 空側勤務道路上之排水溝



圖 3.6 接駁機坪鋪面狀況較差



圖 3.7 空側勤務道路標線

停機坪剛性板塊區塊採柔性鋪面瀝青混凝土方式修復，與本機場相同。



圖 3.8 空側停機坪



圖 3.9 空側停機坪使用及管線埋設痕跡

羅馬機場停機坪安全線內皆受該機場塔台管制(地面席)，無論停機坪內是否有航機使用，進入停機坪作業單位皆應獲得塔台許可，係該機場對於空側安全文化之體現。



圖 3.10 空側停機坪參訪及討論



圖 3.11 空側人行道標線

羅馬機場高桅桿燈及多數立桿型設備皆採架高水泥墩方式，除可以達到所需高度及隱藏設備，亦可有效保護設備避免空側作業車輛造成的損壞，另外有些轉彎處採圓形設計，可以降低轉彎車輛碰撞之風險，建議這些做法可以多應用在桃機公司未來設計。



圖 3.12 架高之高桅桿燈水泥墩



圖 3.13 圓形設計之架高水泥墩

(二) 空側跑道、滑行道基礎設施介紹

羅馬機場目前共有 3 條營運使用跑道，分別為 RWY16R/34L(長度 3,902 公尺、瀝青混凝土鋪面)、RWY16L/34R(長度 3,902 公尺、瀝青混凝土鋪面)及 RWY07/25(長度 3,307 公尺、瀝青混凝土鋪面)，主要以 RWY16R/34L 及 RWY16L/34R 作為營運使用，RWY07/25 作為側風等特殊情形使用，使用頻率較少。

本次參訪羅馬機場空側，亦有許多配置跟桃園機場相仿，包含環場道路的配置、燈光系統的紅白屋、界圍的 CCTV 監視管控，不過也有很多非常有特色設計，其中羅馬機場有設置跨越跑道之勤務道路，且柱子採用圓形簍空設計；另外在空側場域還配置汽電共生專用的瓦斯站，有效利用各式能源達到永續之目標。



圖 3.15 羅馬機場環場道路



圖 3.16 跑道燈光紅白屋



圖 3.17 界圍 CCTV



圖 3.18 跨越跑道之地下勤務道路



圖 3.19 汽電共生瓦斯站

(三) 羅馬機場專用混凝土預拌廠

為了穩定羅馬機場各項維護、改建或新建工程等專案計畫，羅馬機場(Aeroporti di Roma S.p.A)由該公司機場建設部門(Pavimental S.p.A)創立子公司 ADR Infrastrutture SpA，並由羅馬機場 100%持股營運，於羅馬機場空側設置專用預拌混凝土廠，並自有相關營造專用機械及設備，以提供機場維護、改建及機坪作業等專業服務。

另為落實永續發展及回收資源有效利用，該公司於機場鋪面使用之材料，經營造機械銑刨、破碎之混凝土等營建廢棄物，該公司皆於可利用範圍內重新進行篩選再利用。



圖 3.20 空側自設預拌混凝土拌合廠



圖 3.21 預拌混凝土分類置料區



圖 3.22 預拌混凝土廠營造機械



圖 3.23 自有混凝土預拌車維修

(四) 鋪面檢測及管理

羅馬機場鋪面管理系統依其評估特性進行分類，概分為 4 大類，分別為結構評估(Structural Evaluation)、目視評估(Visual Evaluation)、功能性評估(Functional Evaluation)及表面摩擦(Surface Friction)，評估管理指標如下：

1. 結構評估(Structural Evaluation)：採用落種饒度檢測(HWD：Heavy Falling Weight Deflectometer)。
2. 目視評估(Visual Evaluation)：採用鋪面狀況指標(PCI：Pavement Condition Index)。
3. 功能性評估(Functional Evaluation)：採用國際粗糙度指標(IRI：International Roughness Index)及波音平整度指標(BBI：Boeing Bump Index)。
4. 表面摩擦(Surface Friction)：摩擦係數檢測(BSN：Braking Slip Number)。

PAVEMENT MANAGEMENT SYSTEM



圖 3.24 羅馬機場鋪面管理系統 APMS 管理指標分類

(五) 空橋及岸電設施

羅馬機場採用 Jetway 空橋，並強制要求使用橋氣橋電，另就接駁機坪設置岸電設施，提供無空橋停靠之客機仍能使用電力及空調，而不用開啟客機本身之 APU。



圖 3.25 羅馬機場空橋



圖 3.26 羅馬機場空橋加入廣告效益



圖 3.27 固定空橋逃生溜滑梯



圖 3.28 橋氣採鋼管連接方式



圖 3.29 羅馬機場岸電設施

(六) 先進目視導引系統

羅馬機場之先進目視導引系統採用 ADB Safegate 系統，並有兩個世代之機型於羅馬機場營運，其採用雷達偵測方式，除可有效提升精準度，亦可毫無失誤判斷機型，也不會受天候因素影響，妥善率可維持 100%，附加功能包含飛機左右標線對齊、緊急停止按鈕、螢幕多重提醒功能警示、航空障礙物（FOD）偵測等。

該系統由 ADB Safegate 原廠提供設備及系統上支援，並在操作系統介面上持續優化及提供 24 小時原廠維護工作。



圖 3.30 先進目視導引系統維護組織圖



圖 3.31 第一代先進目視導引系統



圖 3.32 第二代先進目視導引系統進場畫面



圖 3.33 第二代先進目視導引系統飛機停妥架輪檔提醒畫面

(七) 行李系統

羅馬機場之行李系統為臨時加入訪談，僅就書面進行交流，該系統採用李奧納多集團之行李系統，於羅馬機場配置 400 個報到櫃台、25 個輸送帶轉盤、超過 20 公里輸送帶、5 套分揀機系統、及超過 70 台斷層掃描儀，不過羅馬機場承辦人員表示，現行行李系統已無法負荷旅客量，再加上系統也無法再擴建，希望參考桃機經驗優化整體系統，故未來預計參訪桃園機場交流行李系統相關議題。



圖 3.34 行李系統配置圖

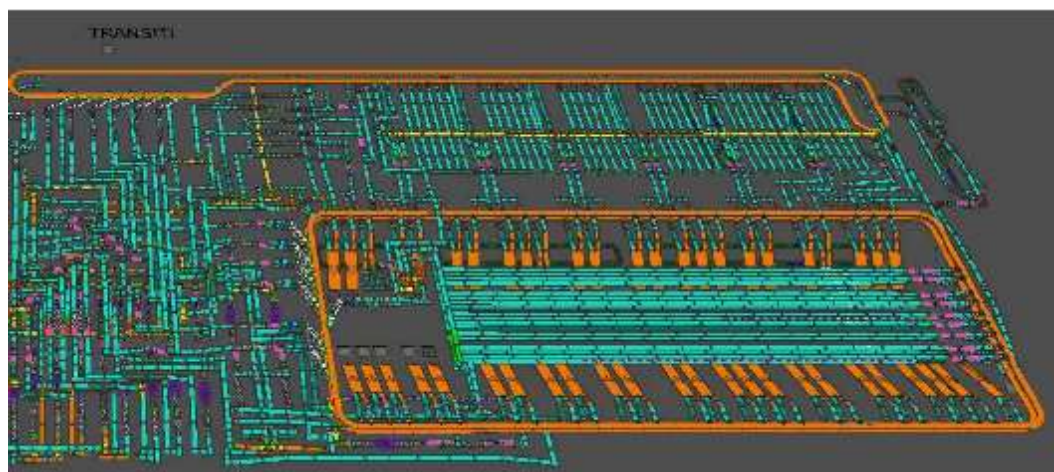


圖 3.35 行李系統監控畫面



圖 3.36 行李系統資料統計畫面

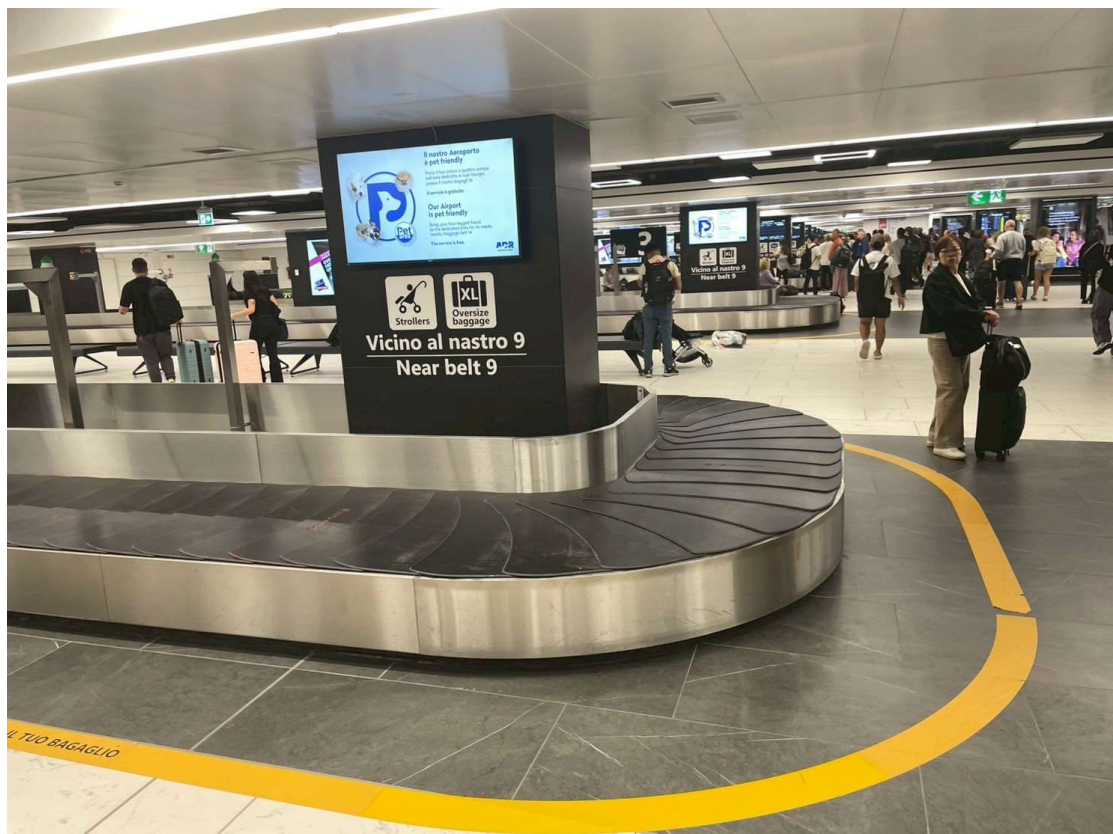


圖 3.37 行李轉盤

(八) 航空地面燈光系統設施



圖 3.38 場面燈具數量統計

燈空地面燈光設施)(含助航設施)主要有變電站、UPS（不斷電系統）、發電機組、恆流調節器、無線電輔助設施 ILS、VOR 及單燈控制與監控系統。

設施數量之統計：

- 1、跑道與滑行道燈（AGL）：8,440 盞
 - (1) 跑道 16R/34L + 滑行道 Alpha：2,090 盞
 - (2) 停機坪：2,440 盞
 - (3) 跑道 16L/34R + 滑行道 Delta & Charlie：1,170 盞
 - (4) 跑道 07/25 + 滑行道 Bravo：2,740 盞
- 2、高桅桿燈：125 座
- 3、航空障礙燈（Obstruction Light）：204 盞
- 4、指示牌（Signs）：300 座
- 5、單燈控制（ALCMS / ILCMS）：5,312 點
- 6、鳥害驅離系統：119 組
- 7、CCR 調節器：196 台

上述燈具與系統主要確保飛機於夜間或低能見度時起降作業安全無虞，監控系統可即時掌握每一組燈的運作狀況，確保機場操作安全。

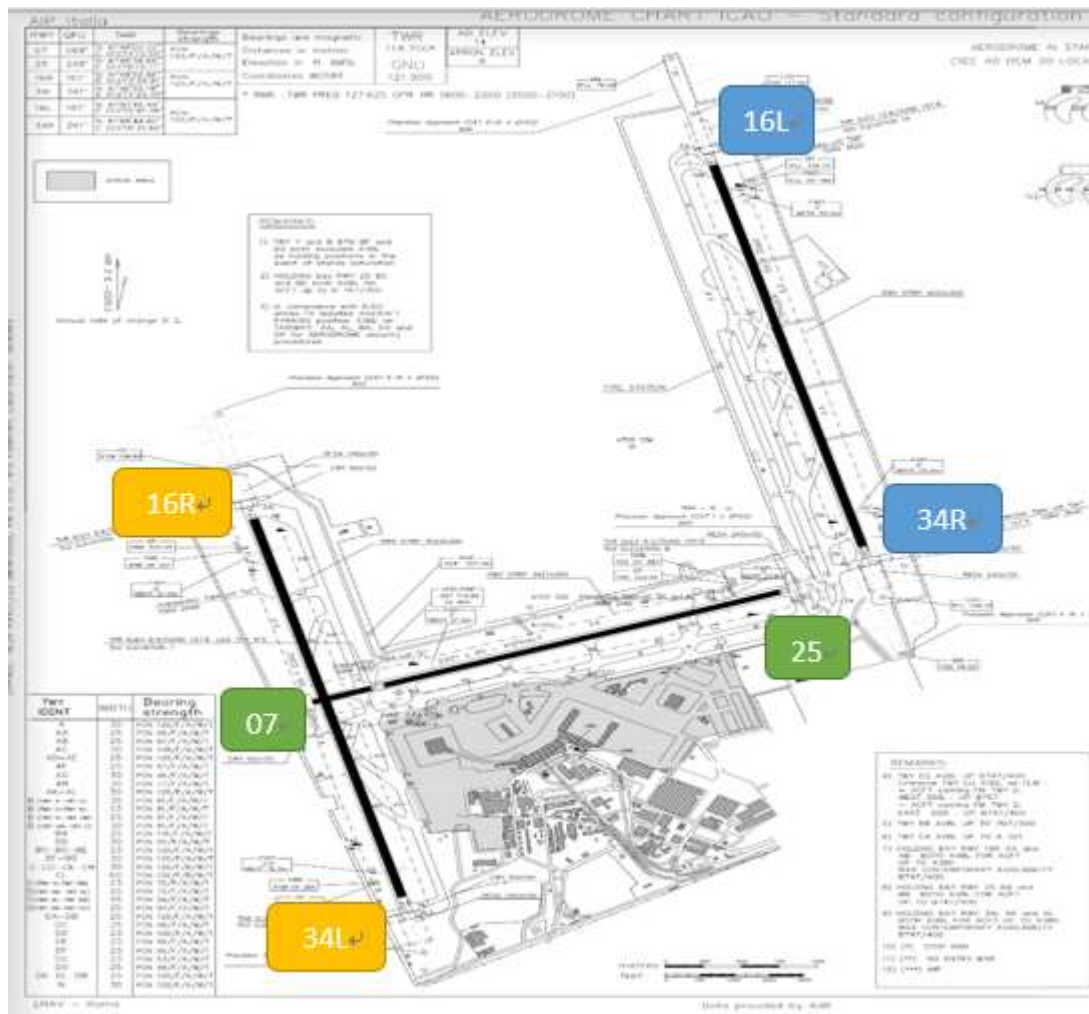


圖 3.39 羅馬機場航行資料彙編(AIP)

羅馬機場 3 條跑道概述如下：

1. 跑道 16L – 34R：長度為 3902 公尺，寬度為 60 公尺，主要進場/離場跑道之一。
2. 跑道 16R – 34L：長度為 3902 公尺，寬度為 60 公尺，次要進場跑道 / 有時也作為平行離場。
3. 跑道 07 – 25：長度為 3307 公尺，寬度為 45 公尺，較少使用，備援或側風時使用。

依 ICAO 分類標準，羅馬機場使用的航空地面燈光配置如下：

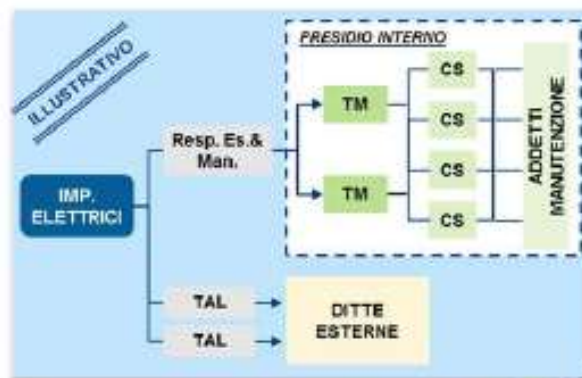
跑道編號	ICAO 分類	FCO 跑道地帶內燈光配置
16L/34R	CAT II/III	跑道邊燈、中線燈、著陸區燈、進場燈、跑道警戒燈、停止線燈跑道頭末端燈等
16R	CAT II/III	
34L、25	CAT I	
07	ICAO SALS (簡易進場燈光系統)	

補充：

- 1、16L/34R 為主跑道，16 端具備完整 CAT III 燈光，適用於能見度極低的條件，如濃霧下的自動著陸。
- 2、16R/34L 作為平行主跑道，16 端也同樣具備 CAT III 配置。
- 3、07/25 位於場區側邊，因周邊限制、交通量及用途較低，多用於風向變化或維修調度，因此配置為簡易進場燈光系統。

PEOPLE

- ✓ **Internal Staff:** inspection and monitoring.
- ✓ **Contractors:** specialist maintenance and fault response.



ADR

圖 3.40 燈光供電系統維運人員的組織架構示意

以燈光供電系統(負責供電與相關配電設備)維護組織架構示意圖為例，主要分內部駐點(為機場內部的專屬維運駐點，有組長、隊長(如同領班)、維修人員；外部公司(指的是外部承包商)，包含技術維修供應商，協助處理更專業的設備修復工作。內外部溝通協調係由「營

運與維護負責人」(如同燈光科)為整個系統的指揮中樞，負責協調內部與外部的合作。

(九) 小結

羅馬機場空側設施如防撞水泥墩、汽電共生、設置自有混凝土攪拌廠等優良設計，建議本公司可評估導入，另外其行李系統，雖負荷量不足，但系統設置完善，搭配模擬軟體輔助，有效降低維護人力，後續可以參考桃園機場行李應變處置作為，導入其模擬軟體，有助於優化其系統。

四、 航廈設施

(一) 航廈各便利設備設計

羅馬機場航廈內設計了許多便利配備，垃圾桶設計分成 3 類型式，並提供手提行李推車、設置 ATM、提供租借行動電源、飲用水、無障礙諮詢機台、行李包膜機台等，另外有項最便利的設計，就是羅馬機場設置非常多座椅休息區，尤其行李提領區設置許多座位，可以讓旅客坐著休息等行李。



圖 4.1 航廈垃圾桶

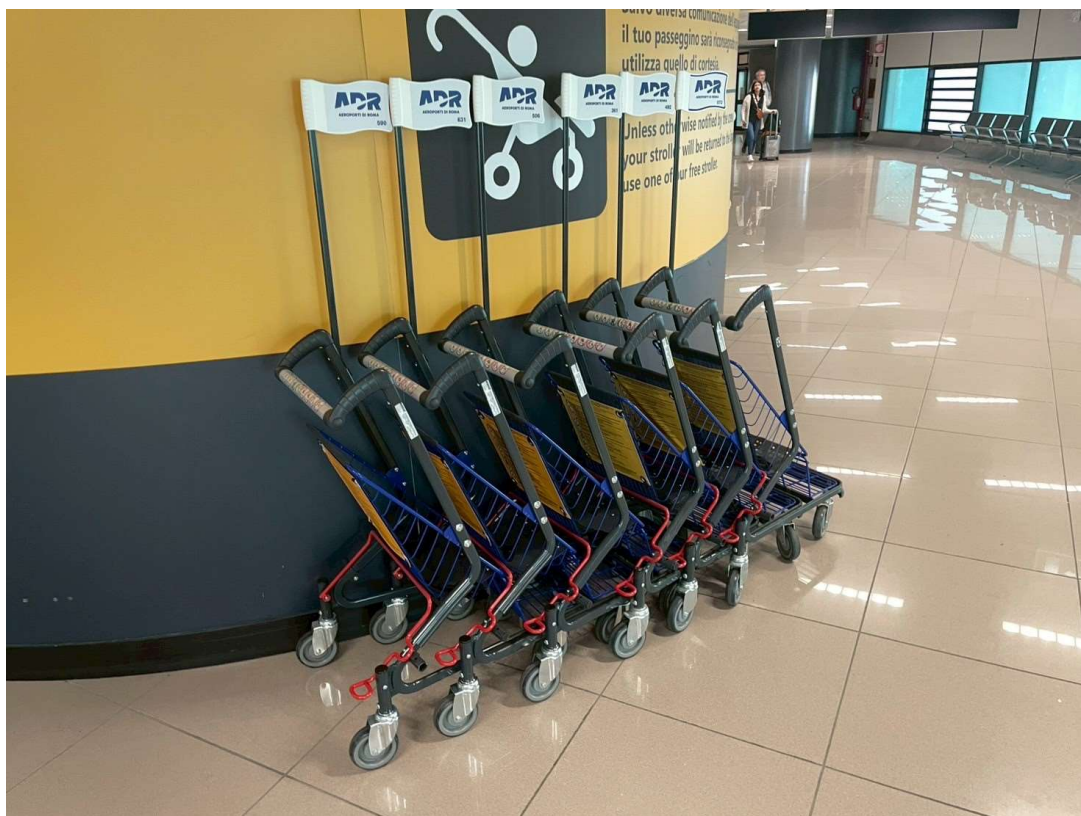


圖 4.2 航廈隨身行李推車



圖 4.3 航廈管制區內設置 ATM



圖 4.4 行李提領區設置座位休息區



圖 4.5 羅馬機場公司提供免費行動電源租借服務



圖 4.6 羅馬機場公司提供免費飲用水服務



圖 4.7 無障礙旅客協助服務機台



圖 4.8 航廈座位休息區提供萬國插座及 USB TYPE A&C 插座



圖 4.9 提供行李包膜服務機台

(二) 航廈裝潢設計：

羅馬機場航廈設計採用與桃機 T3 相仿設計，挑空及大面積玻璃窗，並利用天井有效增加航廈內的通透性，比較值得注意的是，義大利天氣炎熱，所以航廈玻璃窗採取雙層設計，利用中空大範圍空氣阻絕外界熱緣，不過羅馬機場塔台就設計比較怪異形狀，看的出來是注重功能性之塔台。



圖 4.10 羅馬機場塔台



圖 4.11 管制區透過挑空及天井設計，使整體航廈空間明亮



圖 4.12 羅馬機場 T3 出境大廳採挑空及大面積玻璃帷幕設計



圖 4.13 羅馬機場 T3 出境大廳採挑空及大面積玻璃帷幕設計



圖 4.14 玻璃帷幕採雙層中間空氣阻熱設計



圖 4.15 羅馬機場 T1 出境大廳亦採挑空及大面積玻璃帷幕設計



圖 4.16 出境車道防撞設施採座椅設計



圖 4.17 服務台放大標誌設計

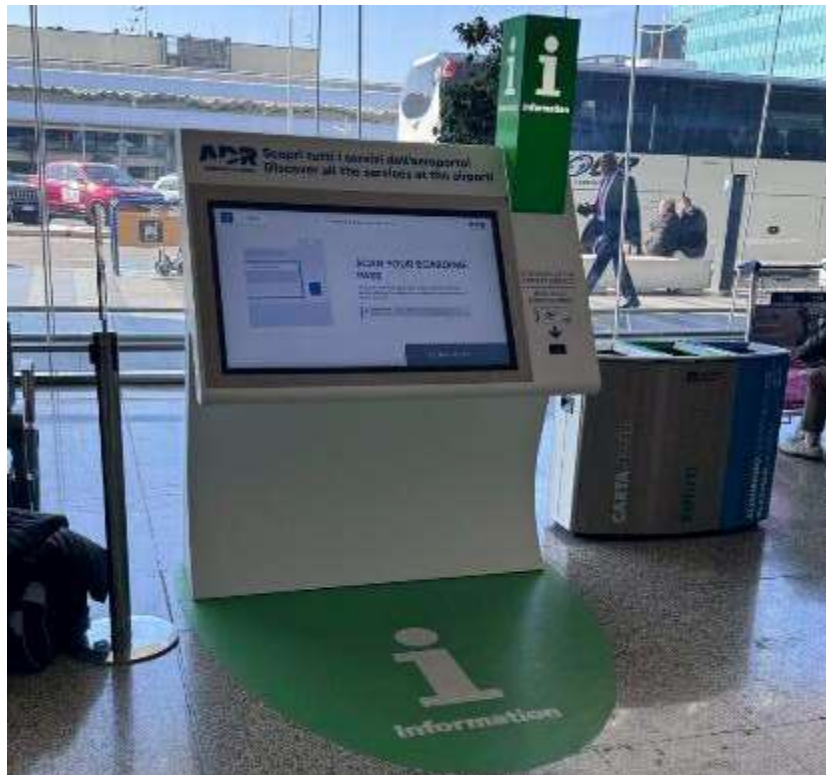


圖 4.18 服務諮詢機台

航廈內施工亦跟桃機一樣需申請施工告示單，並採用高圍籬隔絕，避免旅客無故闖入或影響營運。

PROIEZIONE TEMPORANEO - TENDAGN CHTF

Contratto: AUTOMATI ITALIA SPA

Dirigente dei lavori: ING. DARIO DOTI 347810000

Responsabile dei lavori (22/01/00 e s.m.): ING. DARIO DOTI

Coordinatore della sicurezza per l'esecuzione dei lavori (22/01/00 e s.m.): ING. DARIO DOTI

Ingegnere: ARTIGIANIULLO - P. L. L. BARRI

Capo cantiere: ALESSANDRA FALZINI

Responsabile servizio prevenzione: ALESSANDRA FALZINI

Subappalti:

1. CRAM
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

Data inizio lavori: 14/05/2025

Data fine lavori: 17/05/2025

ASK FOR MORE

ADR
AEROPORTO DI ROMA

圖 4.19 施工告示單



圖 4.20 現場施工圍籬

航廈出境大廳 4 樓，除了有美食街及旅客休息區外，亦提供航空公司簡易辦公櫃台及小型辦公室，可以提供旅客即時服務，另外出境大廳提供多張桌台，可以供旅客書寫文件使用。



圖 4.21 出境大廳出入口處皆擺放電子螢幕地圖



圖 4.22 出境大廳提供無障礙旅客專用服務區



圖 4.23 出境大廳多處提供書寫桌台並結合出風口



圖 4.24 美食街自助機台



圖 4.25 4 樓美食街



圖 4.26 出境大廳 4 樓提供大面積旅客休息區並提供充電及廣告服務



圖 4.27 出境大廳 4 樓提供航空公司簡易辦公櫃台



圖 4.28 出境大廳 4 樓提供航空公司小型辦公室

羅馬機場航廈亦設置大量裝置藝術，除體現羅馬李奧納多達文西等意象外，現場擺放多座藝術複製品，完整體現羅馬歷史意義。



圖 4.29 T1 及 T3 間放置噴泉裝置藝術



圖 4.30 T3 出境大廳達文西裝置藝術



圖 4.31 航廈內擺放多座藝術複製品裝置藝術



圖 4.32 登機廊廳擺放西洋棋裝置藝術



圖 4.33 行李提領區設置裝置藝術並結合座椅

航廈周邊主要為一般旅客接送車道，聯外交通以鐵路及巴士為主，巴士站設置於入境車道前方專用區，有效分流一般車輛，停車場、鐵路車站、機場駐站單位辦公大樓、航廈之間設置空中走廊，結合電動走道，可以讓旅客快速往返各機能站點。



圖 4.34 各機能設施分布各區以空中走廊連接

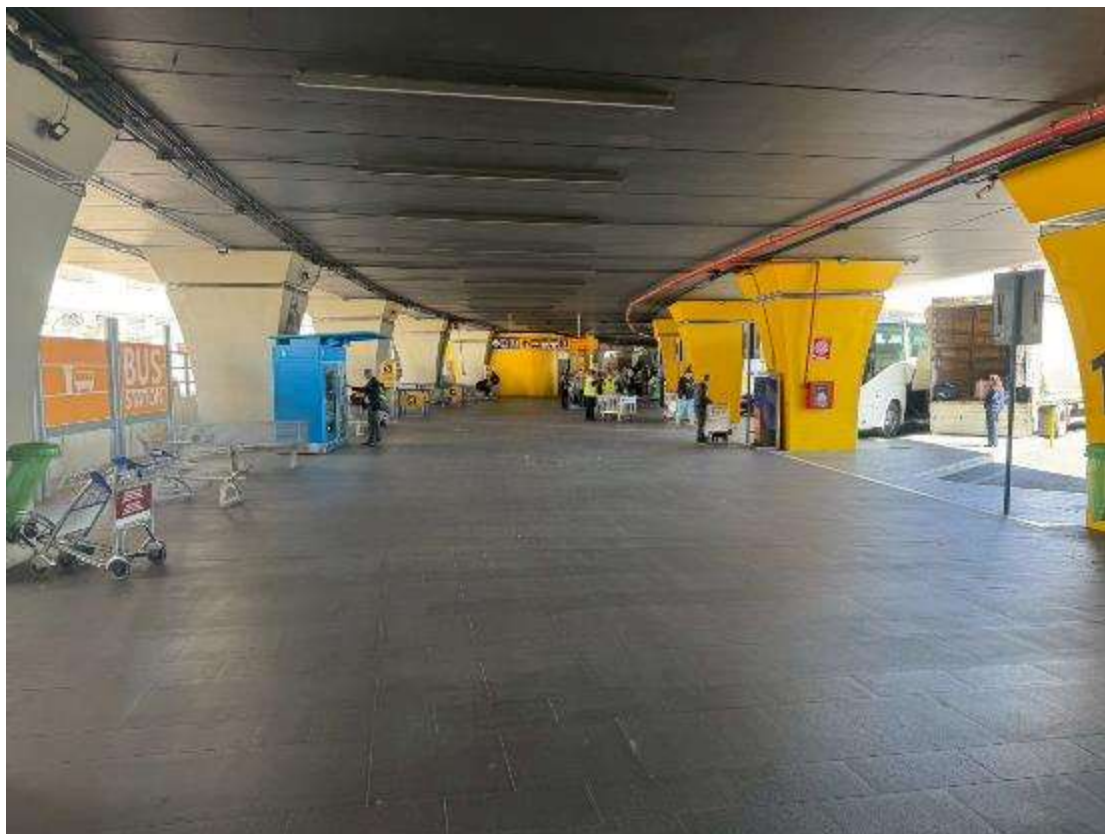


圖 4.35 入境車道設置巴士專用區



圖 4.36 室外設置吸菸區

(三) 航廈基礎設施設計：

羅馬機場航廈內多採電扶梯及大量電梯執行上下移動，電坡道僅設置於登機長廊，另外其電扶梯及電坡道均設置立柱結合顯示資訊幕，提供旅客較好之識別。



圖 4.37 航廈電扶梯



圖 4.38 航廈電梯



圖 4.39 電坡道

羅馬機場燈光設計其實比較隨興，各式燈具都有，甚至設置位置有不統一之情形，大部分管線及天花板，都採工業風設計，不過仍會儘量注重美觀以隔柵裝飾，除可兼顧美觀，亦可注重防火及維修。



圖 4.40 行李提領區燈光配置



圖 4.41 航廈樓梯兩旁燈條設計



圖 4.42 航廈四處可見特殊燈條設計



圖 4.43 航廈低矮區會以燈條搭配小型嵌燈設計



圖 4.44 航廈出風口採工業風裸露設計



圖 4.45 天花板採簍空洞洞板設計



圖 4.46 航廈部分天花板採工業風格搭配橫式格柵



圖 4.47 航廈部分天花板採工業風格搭配橫式格柵



圖 4.48 航廈內多數插座皆設置保護裝置



圖 4.49 航廈內多數電纜架裸露設置情形



圖 4.50 航廈內多數電纜架裸露設置情形



圖 4.51 航廈內報到櫃台淺色調設計

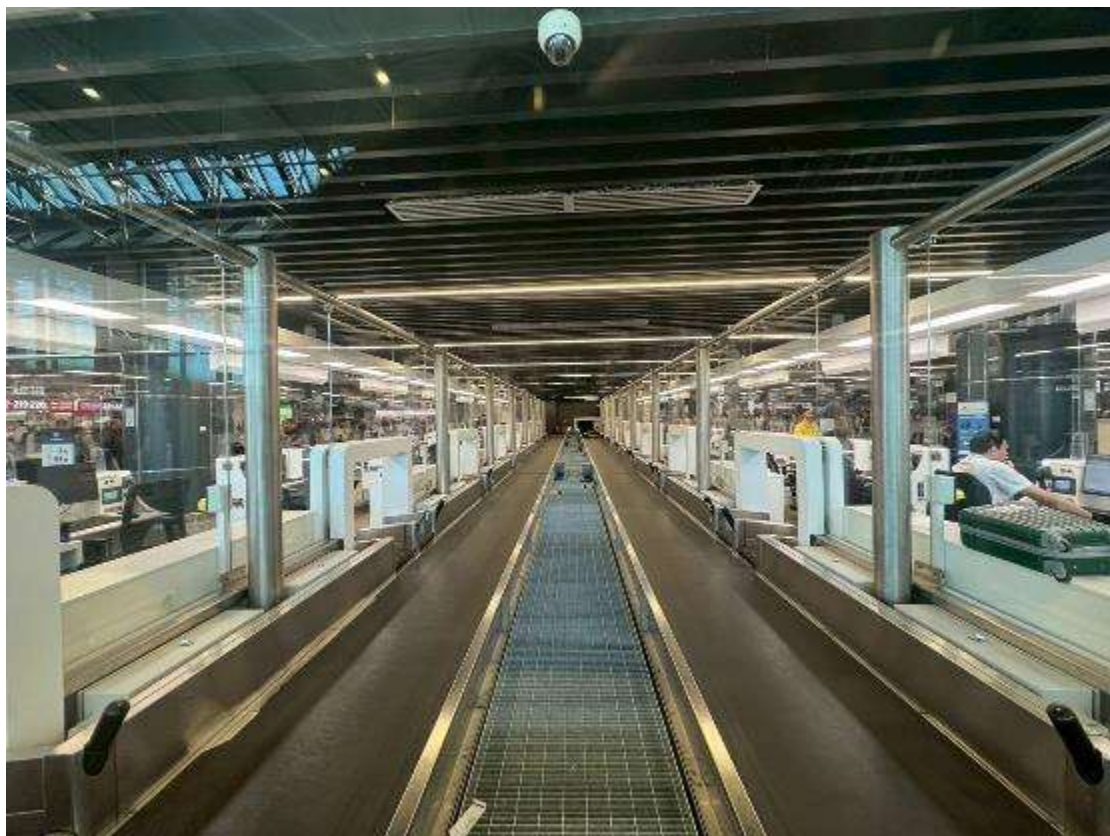


圖 4.52 報到櫃台採雙輸送帶低矮配置，中間預留維修空間

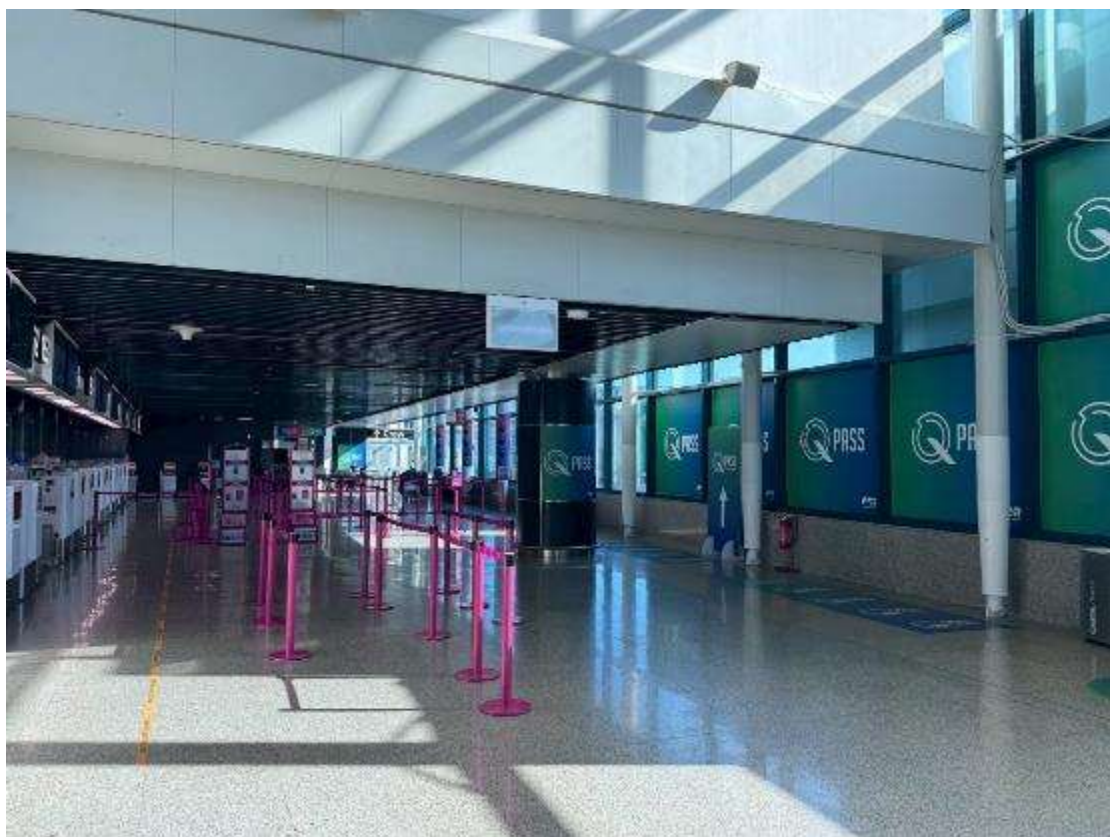


圖 4.53 報到櫃台排隊區使用 Q-LINE



圖 4.54 航廈隨處可見滅火器



圖 4.55 消防逆止閥亦採工業風設計

羅馬機場航廈內地板多採深淺不同材質磁磚配置，除可防滑外，亦可有美觀效果，另外針對無障礙設施，設置導盲磚提供不同需求旅客使用。



圖 4.56 航廈內地板多採深淺不同材質磁磚配置



圖 4.57 樓梯亦配置深淺不同材質磁磚



圖 4.58 航廈內設置導盲磚

羅馬機場有 1 座衛星廊廳，提供 Skybridge 電車方式與 T3 進行連接，不過較特別的地方是，該電車採出入境同一車廂方式辦理，故每次車輛到站後，都需工作人員執行車廂清空作業，這樣設計其實較不佳，原則還是出入境不同車相會是較好做法。



圖 4.59 衛星廊廳電車車站



圖 4.60 衛星廊廳電車上車情形



圖 4.61 電車內部設計

羅馬機場設置非常便利自動通關，除義大利本國人可使用外，亦提供歐盟及 6 個國家使用，台灣亦是其中之一，並且為有效分流，還限制可自動通關旅客，強制走自動通關，避免冗長排隊。



圖 4.62 自動通關排隊處



圖 4.63 自動通關設備

(四) 廁所設計：

羅馬機場廁所設計有符合近期國際流行趨勢，門口設有大型標誌，並儘量以綠化植栽牆提升溫馨感，廁所內多以木製天花及清水模牆面呈現，洗手台採三合一配置（水龍頭、給皂機、風乾機），並設有兒童友善洗手台，馬桶及小便斗就中規中矩，亦有設置兒童友善馬桶及小便斗，羅馬機場比較有特色處在小便斗區有設置 Q-LINE 拉線，當清潔人員清潔完畢後，會將 Q-LINE 拉起禁止旅客使用，應是給清潔劑處理之時間，但禁止旅客使用造成蠻多不便的。



圖 4.64 廁所門口大型標誌



圖 4.65 廁所門口設置綠化植栽牆

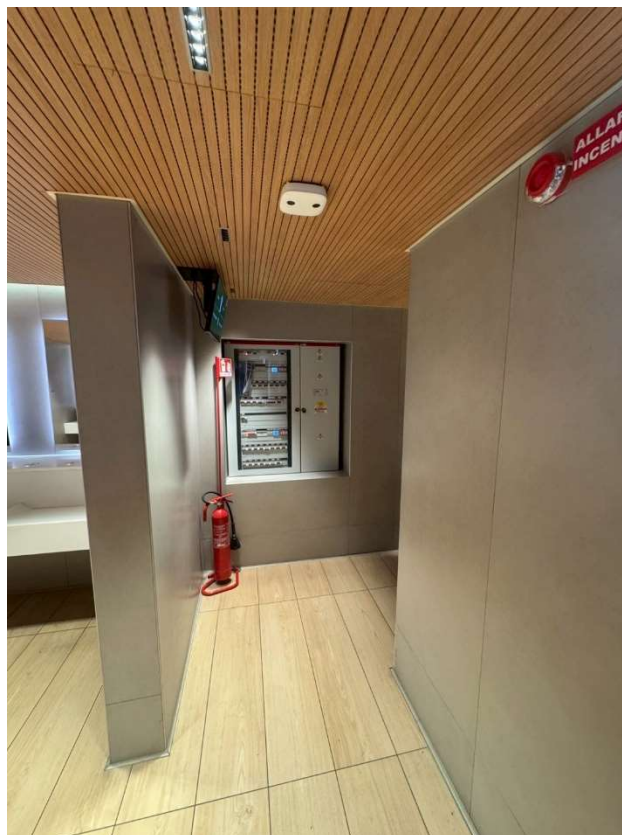


圖 4.66 廁所用電盤設置於門口並配置滅火器



圖 4.67 洗手台採三合一配置（水龍頭、給皂機、風乾機）



圖 4.68 設有兒童友善洗手台



圖 4.69 兒童友善洗手台亦有標示



圖 4.70 部分廁所配置兒童友善馬桶



圖 4.71 小便斗區

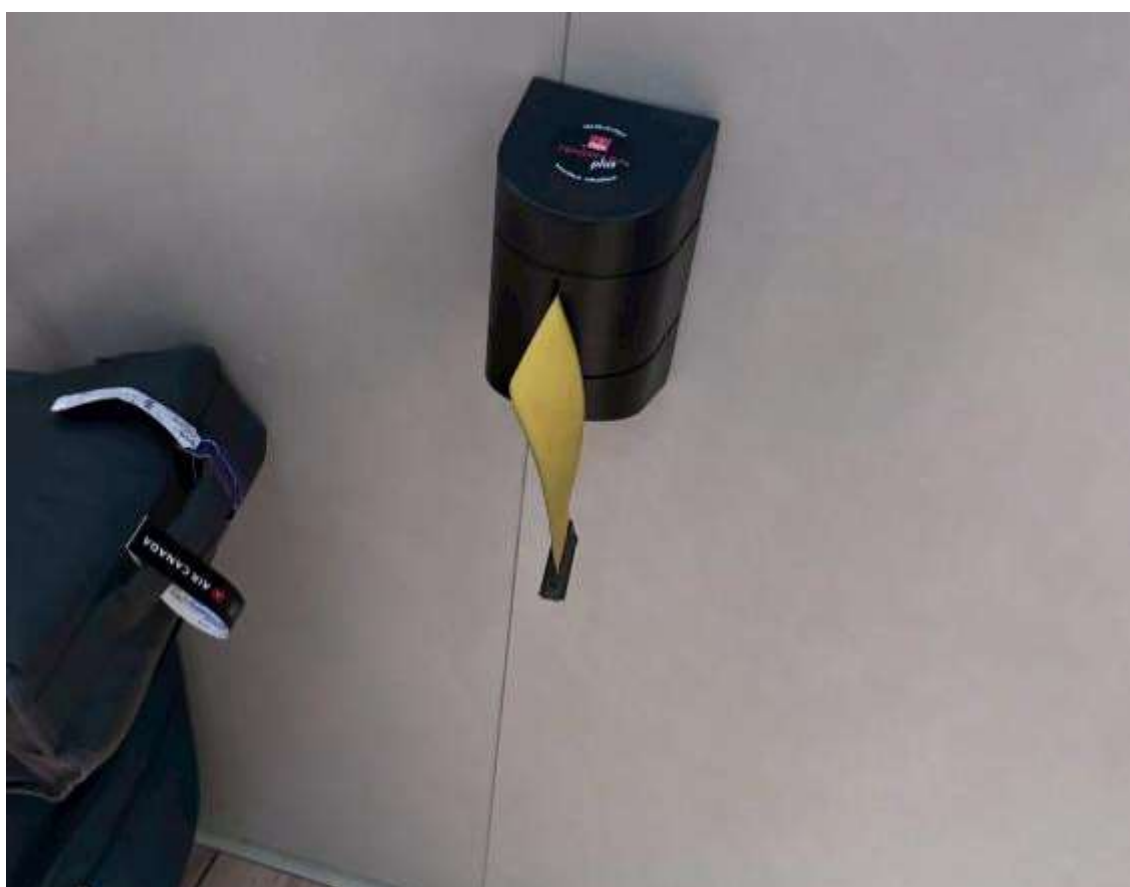


圖 4.72 小便斗區旁 Q-LINE 拉繩

(五) 標誌設計：

羅馬機場航廈內標示設計多以反差色調安排，並以圖形為主，文字為輔，LED 燈箱標示與一般標示皆很多，惟一般標示多輔以明亮照明，判斷上都可以淺顯易懂，另外整體也善加利用各區域，牆面設置多處廣告，挑高區域設置大型廣告螢幕，隨處亦可見電子螢幕引導旅客，有些商業模式建議我們可以多學習。



圖 4.73 顏色配置明顯並以圖片為主標誌



圖 4.74 自動通關及行李提領區標誌

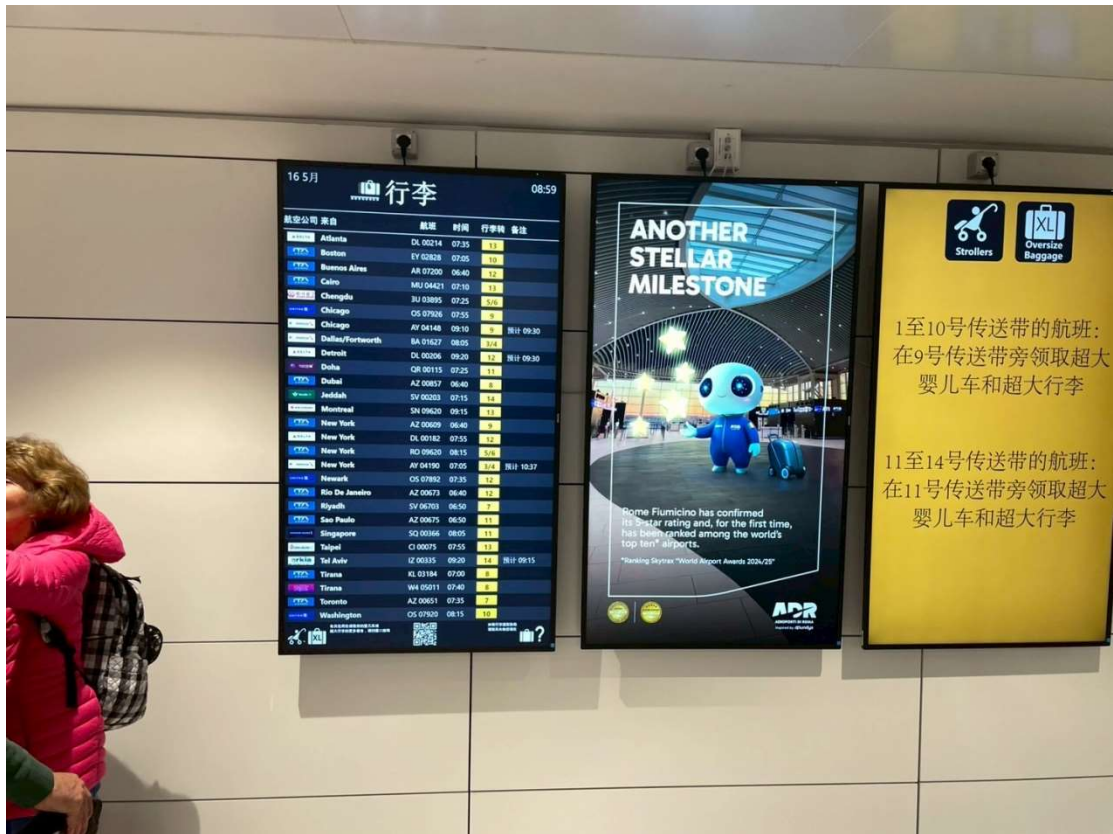


圖 4.75 行李提領區設置行李轉盤、廣告、及宣導電子螢幕



圖 4.76 一般標誌設置於燈光明亮處



圖 4.77 航廈隨處可見地圖顯示電子螢幕

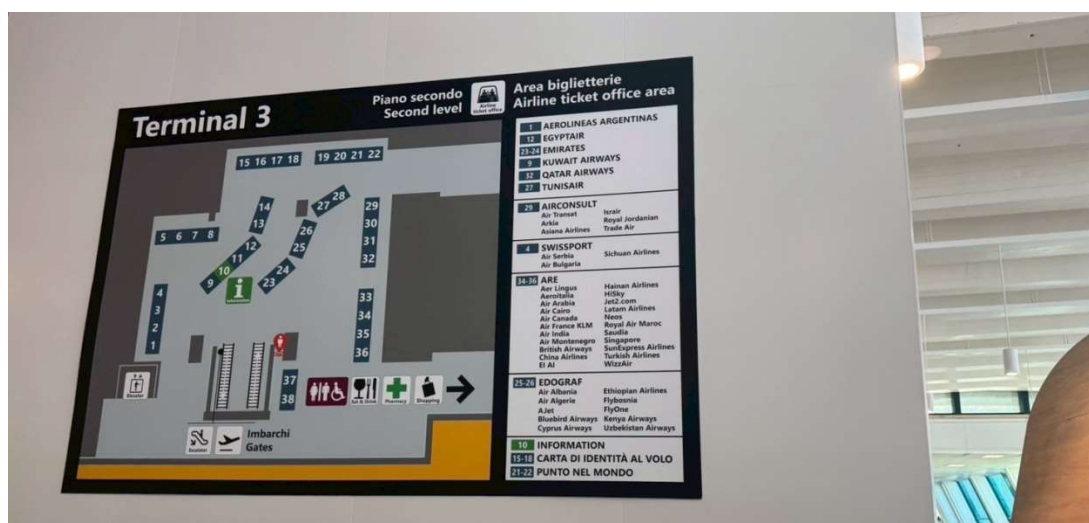


圖 4.78 航廈內隨處可見牆壁張貼地圖



圖 4.79 戶外標誌設置防鳥刺



圖 4.80 航廈內廁所斗大標誌



圖 4.81 電車月台牆面張貼標誌引導



圖 4.82 航廈內善加利用牆面打廣告



圖 4.83 善加利用扶梯上下牆面打廣告

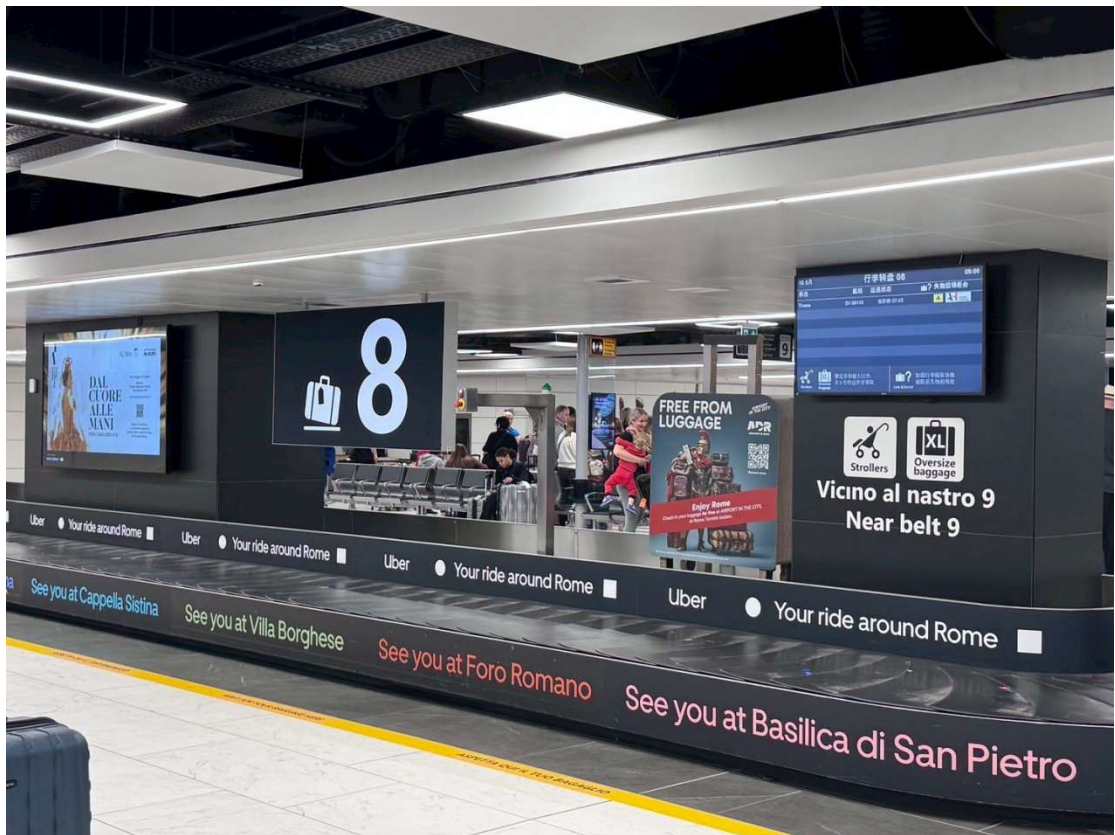


圖 4.84 行李提領區大標誌



圖 4.85 行李提領區牆面標誌引導大件行李區

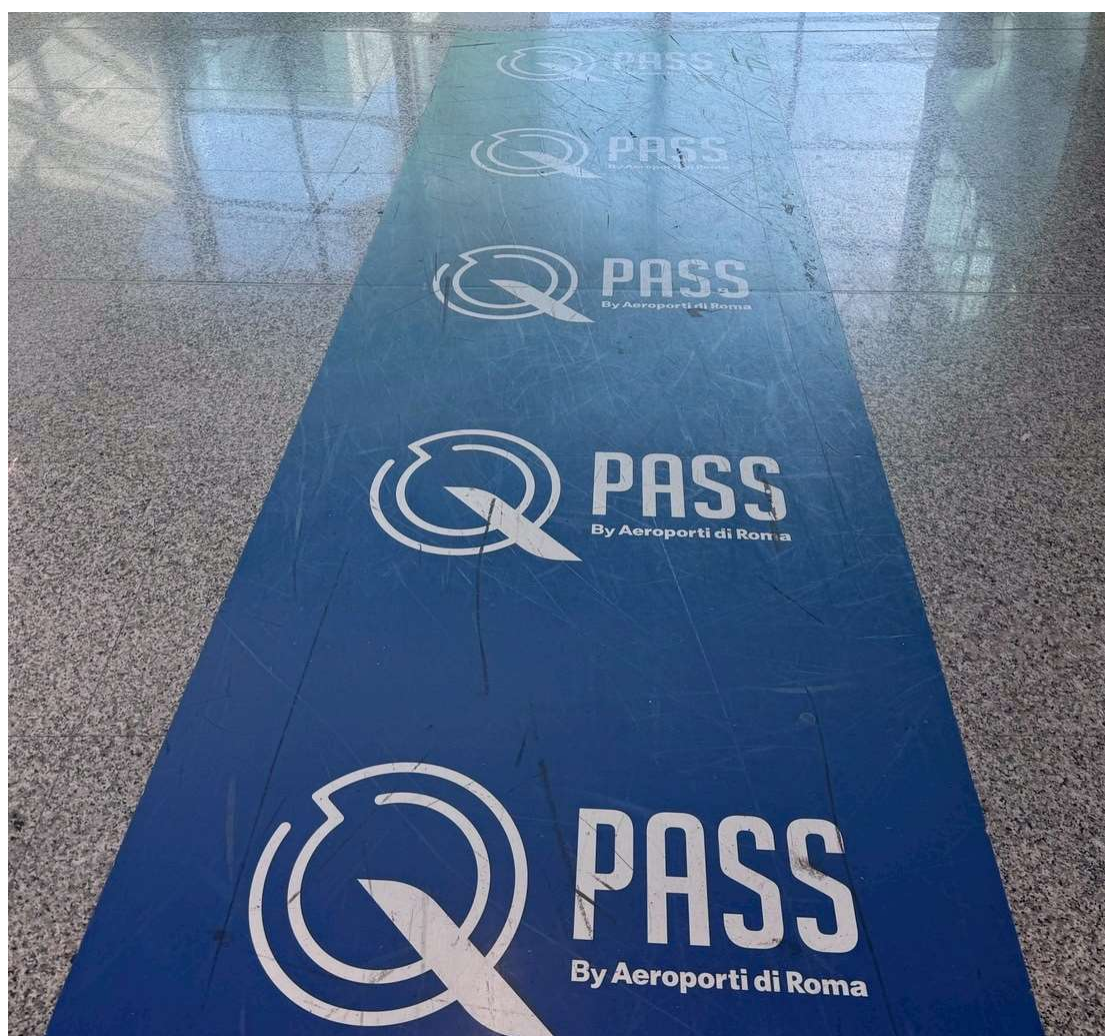


圖 4.86 善加利用地板標誌引導



圖 4.87 出境車道以電子螢幕引導旅客

(六) 小結：

羅馬機場航廈設施及裝修皆有其風格及美學，並兼顧設施設備之實用性及方便性，如工業風天花板設計，除可方便維護檢修外，外觀設計亦能維持美觀，另航廈內隨處可見共享共用空間，能體現出整體公用資源需共享之態度。

五、 電力系統

羅馬機場電力系統與桃機相仿，皆是特高壓變壓成高壓，在分散至各小型變電站後再降壓成低壓，其特高壓變電所位在管制區外，ADR 辦公大樓旁，為遠端監控之無人變電所，在電力事故上，優先採取轉供方式，由設備監控席直接操作，重要基礎設備亦配置足夠發電機及不斷電系統，確保重要設備供應無虞，不過義大利電力基本上非常穩定，不曾發生電力事故，再加上羅馬機場公司落實原廠建議之保養方式及生命週期，設備皆採預防性汰換，有效提升供電穩定度。

有關電力維護方面，全場電力系統羅馬機場公司僅 1 位承辦人負責，外包商也僅有 2 個外包商，分別是負責電力監控系統之德國西門子公司及負責所有電力設備維護之義大利電力維護公司，由此可見以如此稀少人力進行維護，其設備穩定度及妥善率算是非常高。

項目	羅馬機場	桃園機場
供電來源數量	1	2
變電所數量	1	3
特高壓等級	150kV	161kV
高壓等級	20kV	11.4kV
變壓器數量	4	5
低壓等級	400V/230V	380V/220V/110V
承辦人數量	1	13
外包商數量	2	5

表 5.1 羅馬機場及桃園機場供電比較



圖 5.1 羅馬機場主變電所



圖 5.2 羅馬機場主變電所簡單門禁管制



圖 5.3 羅馬機場主變電所 150kV GIS



圖 5.4 羅馬機場主變電所 150kV GIS



圖 5.5 GIS 150KV XLPE 電纜



圖 5.6 電力監控系統盤體



圖 5.7 羅馬機場 4 組主變壓器



圖 5.8 主變壓器採油浸式變壓器，並配置 SF6 滅火設備



圖 5.9 避雷設備為設置法拉第籠方式

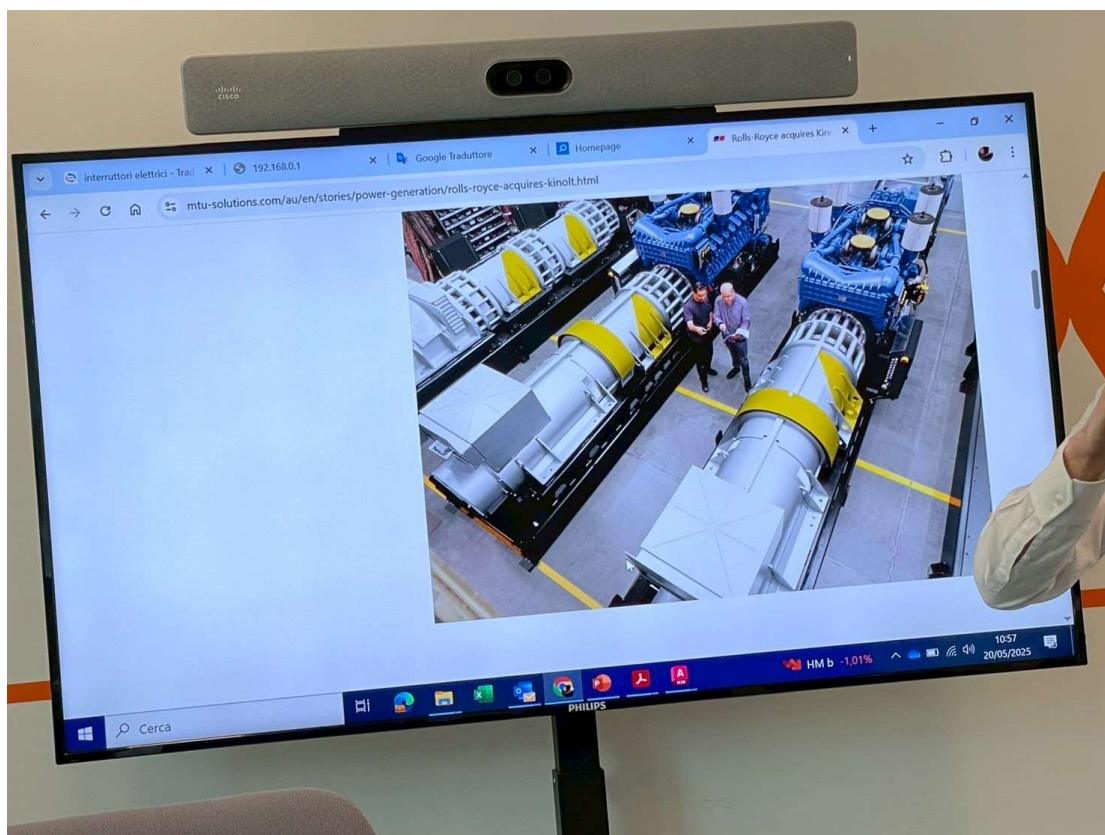


圖 5.10 跑道燈光專用動態式柴油發電機

六、 淨零碳排

(一) 羅馬機場淨零目標：

羅馬機場公司宣示 2030 年達到淨零目標，比歐盟宣示 2050 年提早約 20 年，目前羅馬機場採取導入 ISO50001 及 ACA 能源管理、太陽能系統、儲能系統、推廣電動車及廣設充電樁、再生電池使用、低碳建材、SAF 及生質柴油應用，利用眾多手段以 2030 淨零碳排為目標。

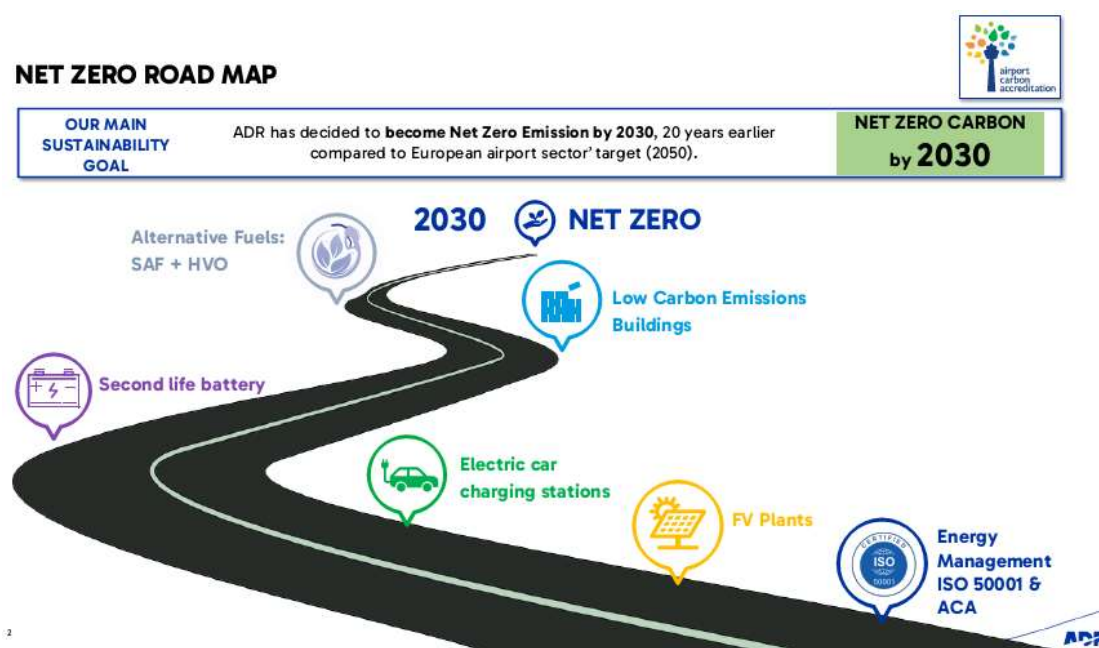


圖 6.1 羅馬機場淨零願景

(二) 能源議題：

羅馬機場已導入能源管理系統，並已取得 ISO50001 及 ACA 等級 4+認證，未來持續朝等級 5 邁進，另外羅馬機場亦導入 SAF，並強制要求添加入航機燃油中，預期可降低 60%至 90%二氧化碳排量，生質柴油 HVO 部分，配合歐盟整體策略，已取消超級柴油供應，僅供應生質柴油供柴油車輛及發電機使用。

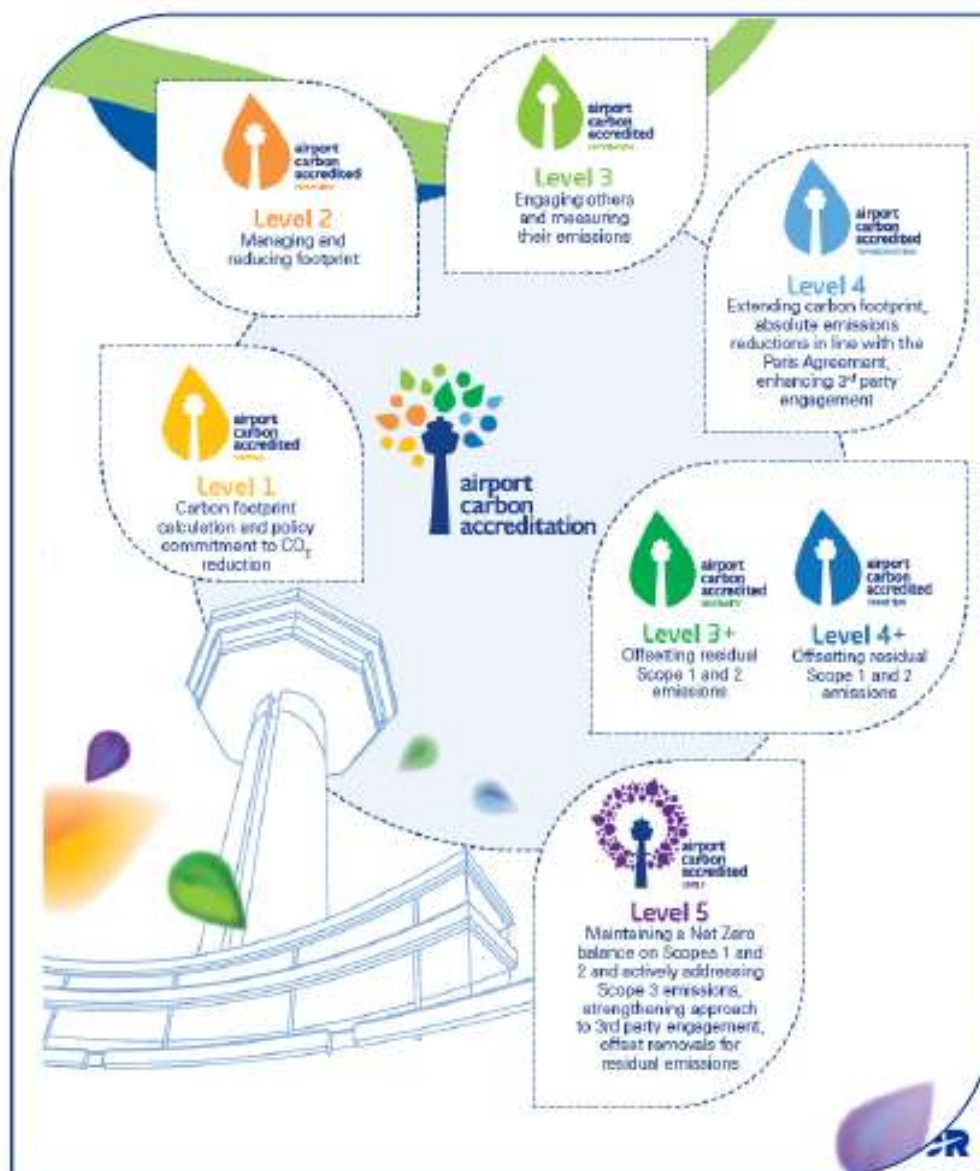


圖 6.2 ACA 等級目標



New tank at FCO for HVO storage and supply

圖 6.3 羅馬機場生質柴油儲油槽

(三) 太陽能系統：

羅馬機場於 2025 年初啟用了跑道東側（距離跑道僅 140 公尺），長達 2.5 公里，總面積達 9.7 萬平方公尺的大型太陽能發電系統，該設施由義大利國家電力公司(Enel)與電力基礎建設公司(Circet)共同設計與建造，設置容量 22MWp，並配置 164 組逆變器及 10 座昇壓站；另外機場停車場亦建置車棚式太陽能系統，提供零星電源供應。



圖 6.4 羅馬機場跑道旁太陽能系統空照圖



圖 6.5 太陽能系統離跑道距離示意圖

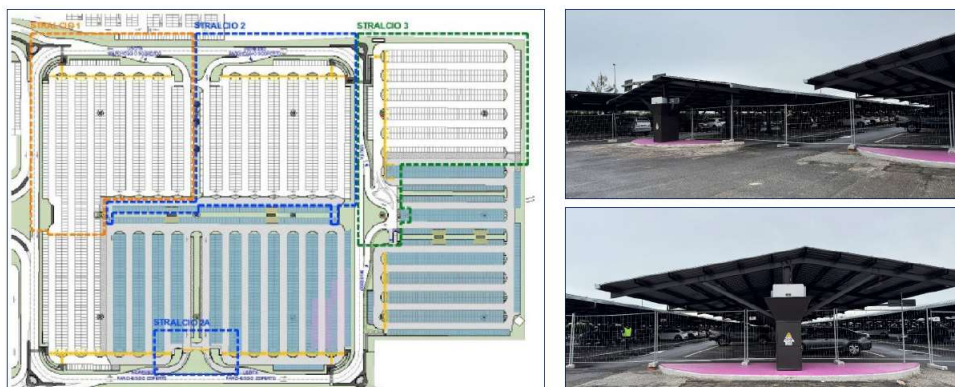


圖 6.6 羅馬機場停車場設置車棚式太陽能系統



圖 6.7 羅馬機場跑道旁太陽能系統設置向陽面



圖 6.8 太陽能板仍有些微反光情形



圖 6.9 太陽能板設置高度仍能容納 1 人身高



圖 6.10 太陽能板設置緊鄰跑道，惟高度略低於跑道



圖 6.11 太陽能板廠牌資訊



圖 6.12 太陽能系統昇壓站



圖 6.13 停車場設置車棚式太陽能



圖 6.14 停車場設置車棚式太陽能

(四) 儲能系統：

羅馬機場公司為達到 2030 淨零目標，與義大利國家電力公司 (Enel)及德國弗勞恩霍夫協會(Fraunhofer)合作設置儲能系統，並採用回收再生電池，將廢棄電動車其蓄電量仍有 90%以上之鋰電池回收再利用於場內儲能系統，除可落實永續外，亦可加速淨零推動進程。

主辦單位	羅馬機場公司(ADR)
協辦單位	義大利國家電力公司(Enel) 德國弗勞恩霍夫協會(Fraunhofer)
合作時間	2022-2027
功率(MW)	2.5
容量(MWH)	10

表 6.1 儲能系統資訊

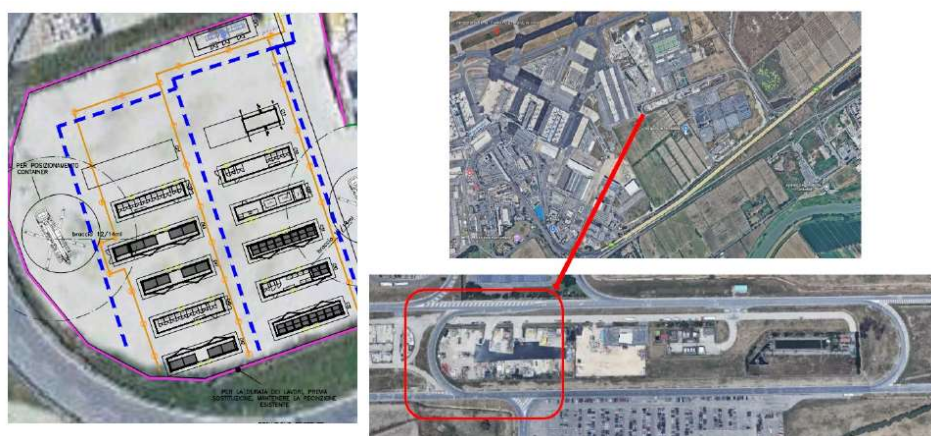


圖 6.15 儲能系統位置圖



圖 6.16 儲能系統現場照

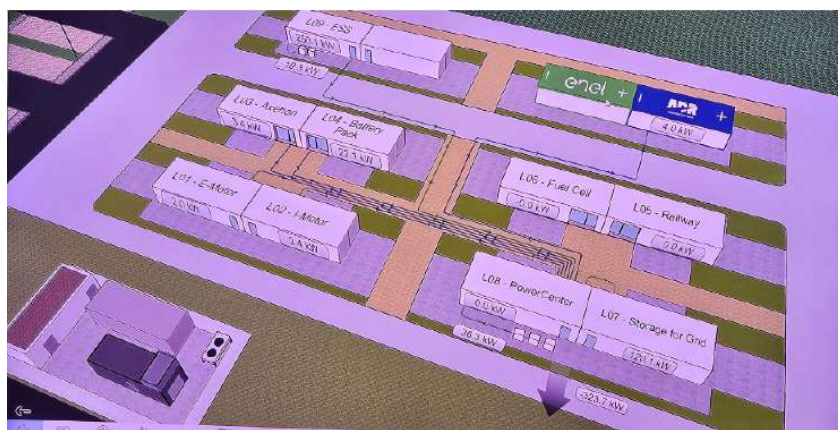


圖 6.17 儲能系統模擬圖



圖 6.18 儲能櫃內部配置情形



圖 6.19 儲能櫃塗鴉顯示意象

(五) 電動車及充電樁：

羅馬機場為推動電動化，於場內廣設 400 座以上快慢充充電樁，尤其空側場域已運行多台電動裝備車輛，包含電動拖車頭、電動小客車、電動裝卸車、電動航機拖車等，就算無法電動化之車種，即採用油電混合方式取代，另為方便救災及凸顯績效，各式裝備車輛皆會張貼其動力型式，以利即時判斷車輛動力種類。



圖 6.20 羅馬機場提供快充充電樁(1 座 3 槍設計)

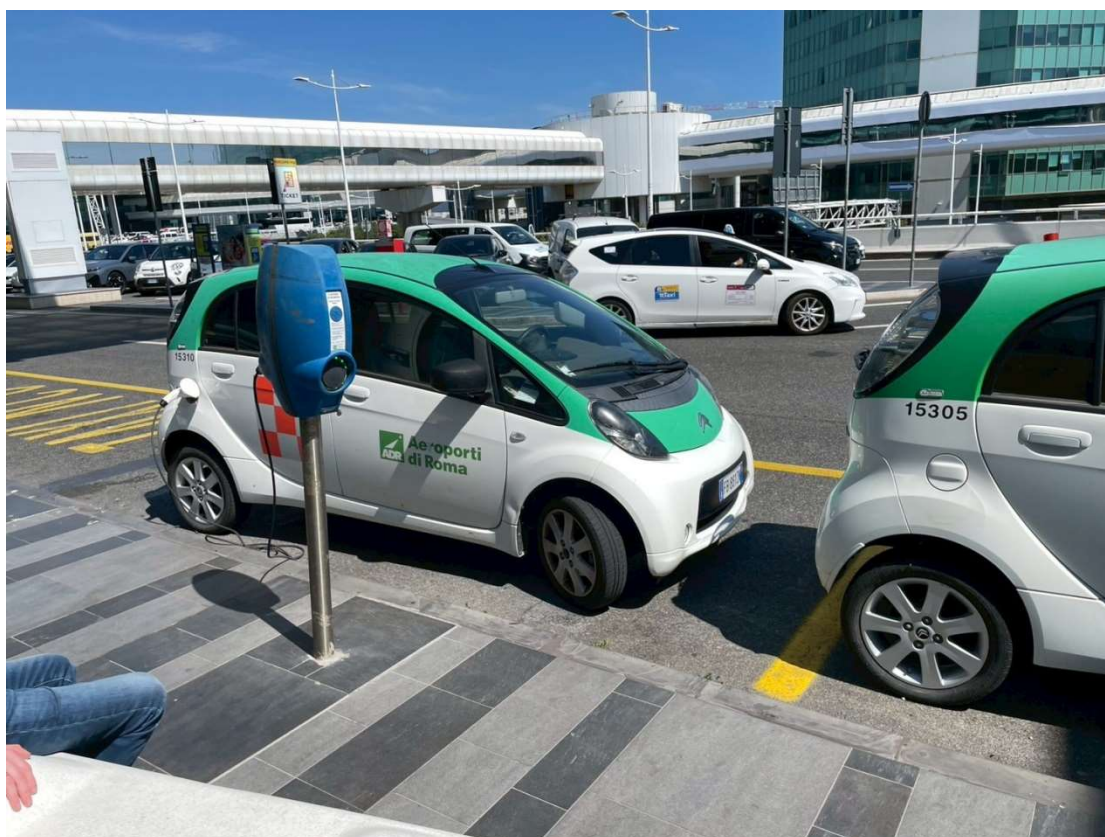


圖 6.21 出境車道提供慢充充電樁

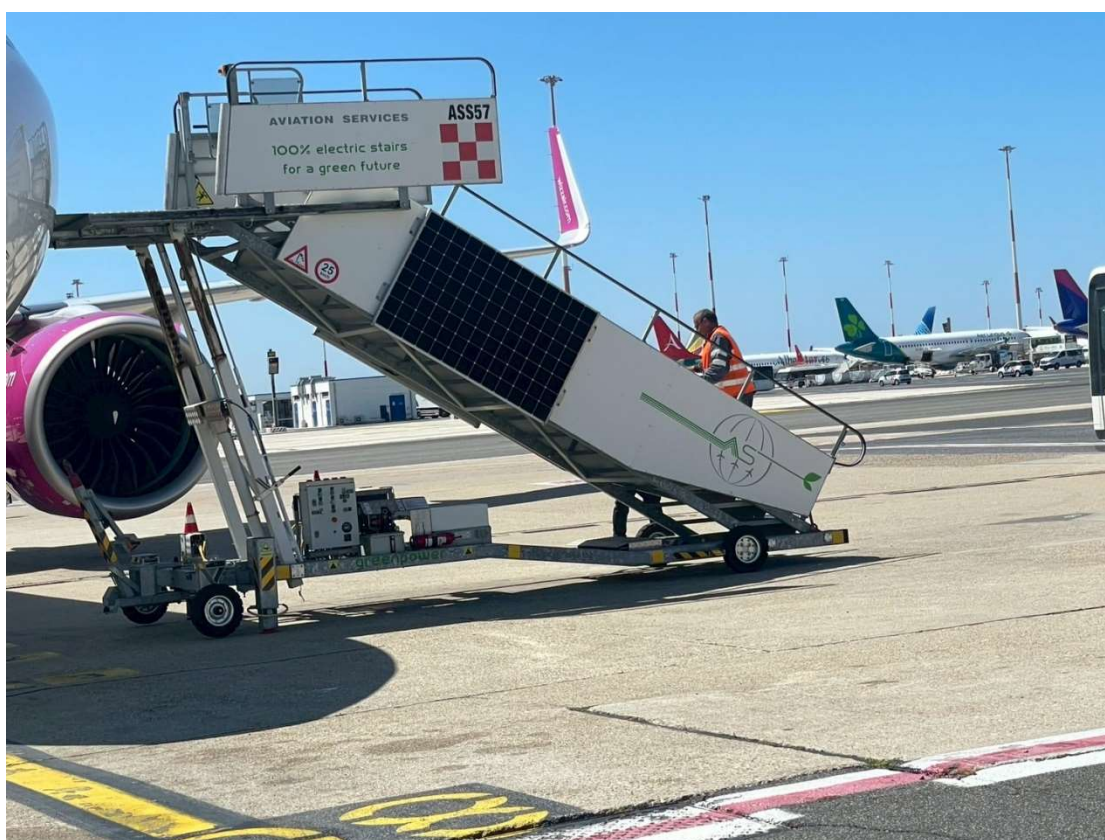


圖 6.22 100%綠能扶梯車(配置太陽能板)



圖 6.23 電動航機拖車



圖 6.24 大型電動拖車頭

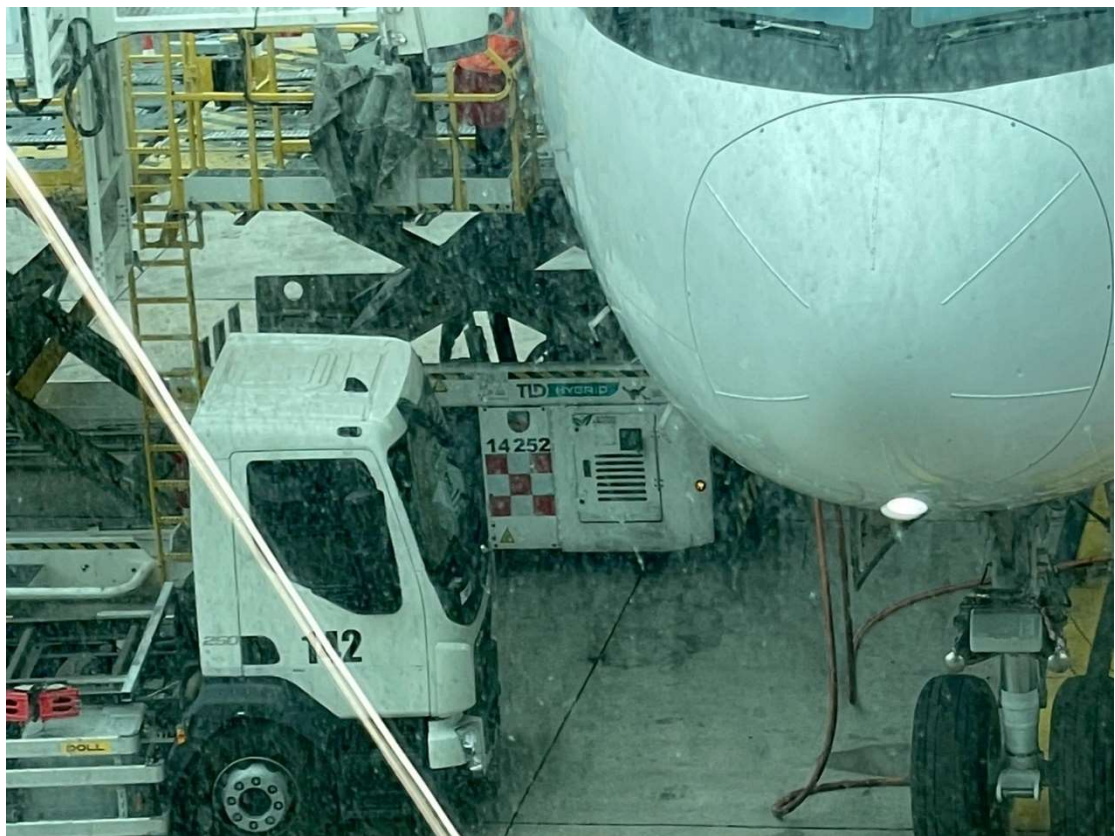


圖 6.25 油電混合裝卸車

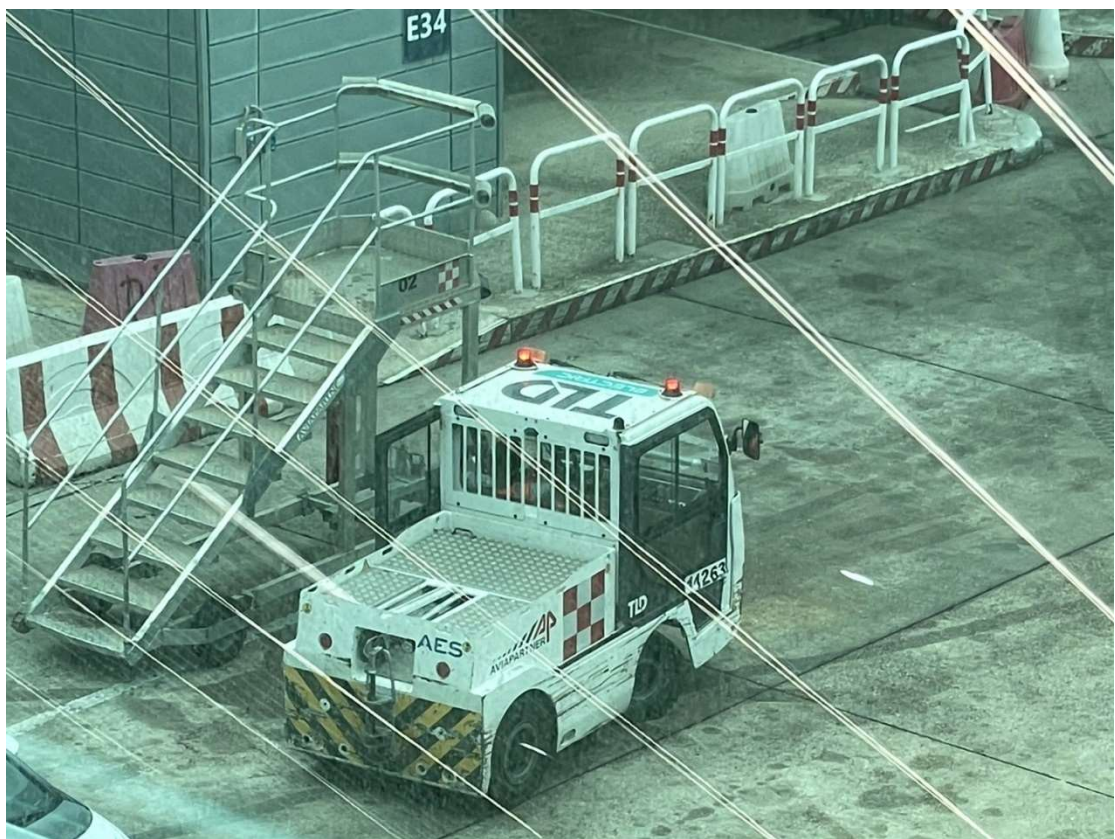


圖 6.26 電動拖車頭

(六) 小結

本次參訪主要交流議題為綠能相關議題，羅馬機場配置大面積太陽能系統，搭配其日照時間長，可以提供機場一半以上電源，後續羅馬機場規劃繼續擴建太陽能，以達成淨零碳排目標，但考量太陽能發電之特性，羅馬機場透過儲能系統儲存電力，並搭配再生回收電池的方案，除可將電池廢棄物再利用，亦可達到儲存備援電力之目的，不過羅馬機場並非所有綠能設施都有其效果，其中試辦之風力發電設備，因發電效果不彰，且造成嚴重噪音問題，已廢棄無法使用，但仍可見羅馬機場公司一直持續就淨零碳排努力，且不放棄任何能源的應用。



圖 6.27 停車場廢棄之風力發電設備

參、心得與建議

本次赴義大利羅馬機場參訪行程雖然緊湊，卻收穫良多。此次為桃園國際機場公司首次與羅馬機場公司（ADR）進行面對面實質交流，雙方就綠能發展、設施管理及營運整合等多項議題進行討論及交換意見，對於我們是一次難得的經驗。此次參訪讓我們深刻體會羅馬機場在永續經營與智慧化轉型上的前瞻思維及超前部署，對我們未來的 T3 及 R3 規劃與發展具有高度參考價值。

首先，羅馬機場辦公空間與營運設施整體設計明確體現義大利式的浪漫及效率。其內部大量採用工業風設計風格，不僅以裸露天花板與明管結構降低維修難度，也保有極高的空間識別度與視覺感受，這種設計對維護人員而言相對友善，未來桃機在其他新建案設計時，可參考導入類似思維，突破傳統將管線包覆於天花板內的做法，以提升後續維護效率，但考量台灣人文風情及美感接受上是否可以完全適用，值得考慮深思。

其次，在辦公與營運整合方面，羅馬機場現行的 APOC（機場營運協調中心）模式值參考採用。其營運中心將各部門資源集中於同一場域內運作，形成高效率的橫向協作機制，能夠即時反應現場溝通、快速解決問題，真正做到「大事化小、小事化無」。此類營運協調中心模式，或許可納入桃機未來 AOCC 規劃中，強化資訊整合與應變速度。

在智慧化通關服務方面，羅馬機場已開放外國旅客使用自動通關

設備，不僅加快旅客動線，也紓解人工查驗壓力。對照桃機現況，建議後續可比照羅馬機場逐步開放外籍旅客使用，並參考羅馬機場以國家分類引導旅客使用，除能立即縮短整體入境時間，更可提升整體入境效率與國際競爭力。

電力系統方面，羅馬機場已達成「無人變電站」，透過自動監控與遠端操作系統減少人力配置，並提高電力設備的即時監控能力，電力設備皆採用歐洲當地製造設備，並嚴格落實預防性汰換，故其電力系統可達到近乎 100% 妥善率。

有關航空地面燈光的部分，在這次參訪羅馬機場過程中所獲得的資料，讓我們對其該機場航空地面燈光系統之維護管理機制有了初步了解，機場作為國際航空運輸的重要節點，燈光系統的穩定與即時維護對飛航安全至關重要，透過資料內容，讓我們對機場在專業分工與系統整合上的嚴謹與效率有更深刻體會，在人力配置方面，機場採取了內部人員與外部承包商協同合作的方式，內部人員主要負責日常的巡查與監控工作，確保各項系統運作正常，而外部廠商則擔任專業維修與故障應變的角色，處理技術性較高的問題，這種雙層次的管理模式不僅能即時應對突發狀況，也提高了維護的專業度與反應速度，尤其資料所提到的（內部駐點），其架構清晰，由經理統籌指揮，並設有多名類似領班角色與維修人員共同作業，形成完整的工作鏈，同時，內部駐點與外部技術單位間也有良好溝通與分工機制，整體維運體系展現高度組織化與專業性。

透過這次的參訪，我們更加認識到一座國際機場在燈光系統管理上的複雜性與嚴謹流程，無論是設備本體的分佈、即時監控系統（如

ALCMS/ILCMS)、還是人員配置與維修責任的劃分，皆展現出歐洲主要機場在基礎設施維運上的高標準，這樣的管理模式與現行桃園機場管理模式相似，更加深我們對目前桃園機場燈光團隊維修責任的劃分之做法是正確可行，以該實務應用與制度設計上，無疑對未來備標及履約管理是一項極具啟發性的學習。

此行收穫最深、最令人印象深刻的是羅馬機場在推動「淨零碳排」與綠能發展上的明確作為與成效。該機場在跑道周邊大規模設置太陽能板，結合當地日照優勢，已能提供大量場區用電，並採用回收電池作為儲能設備，進一步實現能源循環利用。另方面，其嘗試推動風力發電雖面臨噪音與效率挑戰而停用，但其積極探索與勇於嘗試的精神，展現了羅馬機場追求綠能多元化的務實與勇氣，此部分對桃機推動永續機場策略亦具啟發性。未來除可評估太陽能板於 E 滑行道鄰近空地設置的可行性外，亦可參考羅馬機場之儲能租賃與電池回收模式，引進再生能源與儲能服務商參與，降低建置成本與維運風險，加速邁向國際淨零碳排標準。

整體而言，羅馬機場的設計邏輯、管理模式及永續作為都讓人深受啟發，尤其在實用性與創新之間取得良好平衡，兼具歐洲機場的效率與人本精神。此次參訪不僅有助於拓展國際視野，更有助於桃機在下一階段 T3 及 R3 維護發展中找到可行的參考策略方向，希望日後雙方可持續保持交流，共同促進國際機場永續治理與智慧轉型的進步。