

出國報告（出國類別：實習）

智慧型電表基礎建設（AMI）
電表通訊技術之實習

服務機關：台灣電力公司

姓名職稱：李信璋（電機工程監）

派赴國家：義大利

出國期間：103.07.19~103.07.26

報告日期：103.09.01

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：智慧型電表基礎建設（AMI）電表通訊技術之實習

頁數 50 含附件：是 否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話：

台灣電力公司/陳德隆/(02)2366-7685

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話：

李信璋/台灣電力公司/配電處檢驗計量組(業務處用戶供電組)/

主管計量/(02)2366-6694

出國類別：1 考察 2 進修 3 研究 4 實習 5 其他

出國期間：103.07.19~103.07.26 出國地區：義大利

報告日期：103.09.01

分類號/目

關鍵詞：智慧型電表，智慧型電表基礎建設，AMI (Advanced Metering

Infrastructure)，智慧電網。

內容摘要：(二百至三百字)

行政院分別於 99 年 6 月 23 日及 101 年 9 月 3 日核定「智慧型電表基礎建設 AMI 推動方案」及「智慧電網總體規劃方案」，台電公司已於 102 年 6 月完成全國高壓 AMI 布建，102 年度完成 1 萬戶低壓 AMI 電表安裝作業，本(103)年進行 1 萬戶低壓 AMI

通訊調整、整合測試及效益評估作業；由該 1 萬戶低壓 AMI 建置經驗，深深了解 AMI 對通訊網路依賴度高，能否結合或建構安全、可靠且便宜的通訊網路，更是系統成敗之關鍵。

由於各國電業運轉環境及需求各異，且 AMI 相關通訊技術之國際標準尚未完備，故 AMI 之布建應衡量國內主客觀因素及配電環境需求，並參考國外成功建置 AMI 之技術與經驗，蒐集國外 AMI 通訊技術相關資訊，完成我國 AMI 通技技術產業標準制定，以利國內廠商遵循，並與國際接軌。

為了解各國在區域網路 (LAN) 及廣域網路 (WAN) 採用之相關通訊技術建置經驗，使台電公司 AMI 推動能夠順利穩建布建，因此規劃至義大利 RSE(Ricerca sul Sistema Energetico) 研究機構，瞭解其對於 AMI 及 SMART GRID 的研究主軸及計畫內容，另因義大利 ENEL 電力公司已完成義大利全國約 3,000 萬戶低壓 AMI 建置，故亦安排至 ENEL 公司了解其所使用之通訊技術及電表管理系統(MDMS 或稱 AMM)相關應用與未來方針，以作為國內建設 AMI 之參考依據。

本文電子檔已傳至出國報告資訊網

(<http://open.nat.gov.tw/reportwork>)

智慧型電表基礎建設 (AMI) 電表通訊技術之實習

目 錄

壹、實習任務	1
貳、實習緣由及目的	1
參、實習行程	2
肆、實習經過及內容	2
一、7月21日	3
二、7月22日	10
三、7月23日	17
四、7月24日	22
伍、實習心得	48
陸、結論與建議	50
附件	51
一、Enel 之 PLC 技術與其他通訊技術成本比較	51
二、義大利分散式電源現況	51

圖 目 錄

圖 1	RSE 組織架構-----	6
圖 2	本訪問團與 RSE 研究人員合影-----	6
圖 3	ITALY 電價自由化市場結構圖-----	8
圖 4	ITALY 電價自由化之 MGP 市場網頁資訊-----	8
圖 5	義大利電力市場交易室-----	9
圖 6	e-Highway2050 計畫之再生能源整合規劃-----	11
圖 7	e-Highway2050 計畫之延續性說明-----	12
圖 8	e-Highway2050 計畫之參與機構(組織)-----	12
圖 9	e-Highway2050 之工作規劃分工-----	13
圖 10	e-Highway2050 之長期規劃 5 大步驟-----	14
圖 11	GridTech 研究範疇及分工-----	16
圖 12	GridTech 合作伙伴-----	16
圖 13	RSE 智慧電網之技術測試平台參訪-----	19
圖 14	RSE 太陽能光電及變流器測試場域-----	20
圖 15	RSE 聚光型太陽熱能發電系統-----	20
圖 16	RSE 沼氣發電系統-----	20
圖 17	RSE 燃料電池及儲能研究-----	21
圖 18	RSE 智慧電表及家庭能源管理系統-----	21

圖 19	與 Enel 研討照片(一)	22
圖 20	與 Enel 研討照片(二)	23
圖 21	與 Enel 研討照片(三)	23
圖 22	與 Enel 研討照片(四)	24
圖 23	義大利電力市場	25
圖 24	Enel 配電公司基本資訊	26
圖 25	Enel 配電公司 AMI 技術發展大事紀	27
圖 26	Enel AMI 架構圖	28
圖 27	Enel AMI 通信架構圖	28
圖 28	Enel AMI 電表規格	31
圖 29	Enel AMI 電表外觀	31
圖 30	Enel AMI 集中器	32
圖 31	Enel AMI 集中器功能	32
圖 32	Enel 新 AMI 小規模測試系統架構	34
圖 33	Enel 新 AMI 小規模測試系統頁面	34
圖 34	Enel 新 AMI 小規模測試系統讀表程序	35
圖 35	Enel 新 AMI 小規模測試系統場域一讀表情形	35
圖 36	Enel 新 AMI 小規模測試系統場域二讀表情形	36
圖 37	Enel 新 AMI 小規模測試系統場域三讀表情形	36

圖 38	Enel 新 AMI 小規模測試系統場域四讀表情形	37
圖 39	Enel 新 AMI 小規模測試系統場域五讀表情形	37
圖 40	Enel 新 AMI 小規模測試系統場域六讀表情形	38
圖 41	Enel 新 AMI 小規模測試系統場域七讀表情形	38
圖 42	Enel AMI 通訊試驗場域情形(一)	40
圖 43	Enel AMI 通訊試驗場域情形(二)	40
圖 44	Enel AMI 通訊試驗場域情形(三)	41
圖 45	Enel AMI 通訊試驗場域情形(四)	41
圖 46	參觀 Enel AMI 通訊試驗場域 (一)	42
圖 47	參觀 Enel AMI 通訊試驗場域 (二)	42
圖 48	Enel 智慧配電網	44
圖 49	Enel 智慧配電網成效	44
圖 50	Enel AMI 運轉情況	45
圖 51	Enel AMI 運轉成效	45
圖 52	Meter on 統計歐盟智慧電表建置統計	46
圖 53	Meter on 統計歐盟智慧電表建置時程整理	47
圖 54	歐盟 Meter on 智慧電表系統現況討論	47

智慧型電表基礎建設（AMI）電表通訊技術之實習

壹、實習任務

赴義大利實習「智慧型電表基礎建設(AMI)電表通訊技術」，除了解所使用之 AMI 通訊技術外，亦將探討 AMI 電表管理系統 (MDMS 或稱 AMM) 相關應用及未來方針，同時瞭解義大利對於 AMI 及 SMART GRID 的研究方向，以作為國內建設 AMI 之參考依據。

貳、實習緣由及目的

因能源短缺與各國電網逐漸老化，目前世界各國皆正進行節能減碳及改善電網老化工作，並開始進行智慧電網佈建，因此帶動智慧型電表基礎建設（AMI）的發展。

行政院分別於 99 年 6 月 23 日及 101 年 9 月 3 日核定「智慧型電表基礎建設(AMI)推動方案」及「智慧電網總體規劃方案」，台電公司已於 102 年 6 月完成全國高壓 AMI 布建，102 年度完成 1 萬戶低壓 AMI 電表安裝作業，本(103)年進行 1 萬戶低壓 AMI 通訊調整、整合測試及效益評估作業；由該 1 萬戶低壓 AMI 建置經驗，深深了解 AMI 對通訊網路依賴度高，能否結合或建構安全、可靠且便宜的通訊網路，更是系統成敗之重大關鍵。

此次至義大利 RSE(Ricerca sul Sistema Energetico)研究

機構及 Enel 電力公司探討 AMI 及智慧電網技術發展，並深入瞭解義大利現在 AMI 使用之通訊技術、運作情況及未來方針，且與 Enel 電力公司交流有關 AMI 推動經驗及台灣面臨問題，Enel 電力公司對於台電公司未來 AMI 布建階段深表合作意願，惟台電公司仍須考量符合相關採購法規才可能進行合作。

參、實習行程

起始日	迄止日	實習機構	所在國家城市
1030719	1030720		往程
1030721	1030724	義大利 RSE(Ricerca sul Sistema Energetico)研究機構及 Enel 電力公司	義大利米蘭
1030725	1030726		返程

肆、實習經過及內容

本實習行程於 103 年 7 月 19 日（星期六）出發，7 月 26 日（星期六）返國，期間主要與義大利智慧型電表基礎建設（AMI）及智慧電網之研究機構 RSE 及電力公司 Enel 共同研習，以深入瞭解義大利 AMI 電表通訊技術與推動現況，探討電表管理系統（MDMS 或稱 AMM）相關應用及未來方針，並確認 RSE 研究未來邁向智慧電網的推動與整合方式，以作為國內建設智慧電表與智慧電網之參考依據。

綜合研習重點係有關 AMI 及智慧電網的推動，依研究機構 RSE 及電力公司 Enel 反應，義大利對 AMI 的具體效能，仍僅限於讀表，而其他需量反應整合上，考量義大利備載容量高，故需量反應措施僅止於研究階段，並未正式大量運用。而且在 AMI 通訊技術標準方面，義大利係使用窄頻 PLC “Meters and More” 通訊技術，該技術係由 Enel 電力公司自行研發之技術，目前也成立了「Meters and More」國際非營利協會，該協會共有 42 個會員(包含電表廠商、PLC 通訊晶片廠商、電力公司、研究機構及相關產業廠商)，負責“Meters and More”通訊協定的研訂與推動。

另外 RSE 研究機構自行或與歐洲相關研究機構針對「電網系統擴展及市場化」、「智慧電網」、「操作及運轉計畫」、「電力市場解決方案」、「能源效率」及「智慧電表」等各面向進行研究，在實習的過程中，RSE 研究機構針對各研究專題精心準備相關簡報資料及說明發展重點，並與我方交流推動經驗，茲整理 7 月 21 日~7 月 24 日每日實習交流重點摘錄如下：

一、7 月 21 日

(一)實習行程

1. 地點：義大利米蘭 RSE 研究機構

2. 義方會談人：E. Ciapessoni, Diego Cirio, and Paolo Mora.

3. 實習交流議程摘要：

- RSE 研究機構簡介
- Italy 電業自由化概述
- 台灣智慧電網及智慧電表相關研究及布建現況說明

(二)實習簡介

1. RSE 研究機構簡介

RSE 研究機構(公司)已有 70 年的歷史，但要介紹 RSE 研究機構(公司)前，必須由 CESI(Centro Elettrotecnico Sperimentale Italiano)先說起，1956 年義大利電力公司和機電廠商業者合資成立測試實驗室 CESI，並建立一套可遵循體制，以研究義大利電網之統一標準。在 1962 年能源國營化計畫成立 Enel 電力公司，Enel 電力公司以收購股權的方式將 CESI 納入集團中並成立 CESI 公司，且鼓勵 CESI 公司進行輸電、配電等研究，以提供國際市場測試服務、認證服務及技術研究與顧問服務。

義大利電力市場在 1962~1999 年間採用綜合電業之經營模式，但自 1999 年開始推動電力市場自由化後，於 2000 年前後開始電力體制改革，先將 CESI 公司之研究部門整合

為研究中心，2005 年間再將該研究中心轉型成立 CESI SEARCH 公司，2006 年 ENEA 公司(義大利國營之研發公司)持有 CESI SEARCH 公司 51%股權，2009 年 4 月 CESI SEARCH 公司正式納入 ENEA 公司之中，並改名為 ERSE 公司，【原來的 CESI 公司於 2009 年 7 月間改由 GSE 公司(是一家電力服務管理公司)持有】，ERSE 公司於 2010 年 7 月改由 GSE 公司持有且再次更名為 RSE 公司(Ricerca sul Sistema Energetico, RSE SpA)，目前人力約 350 人，投入義大利電力能源(大到電廠建置，小到家庭研究皆有投入)等專案研究，並專門承辦義大利經濟部的電力系統與能源研究專案計畫。

RSE 組織架構如圖 1 所示，包含行政單位及研發部門 2 大體系，研發方案包含能源系統、發電技術、輸配電技術及永續能源發展等。RSE 參與之計畫繁多，可由其網站(<http://www.rse-web.it/home.page>)獲得相關資訊。本次實習交流由 RSE 之 Energy System Development 部門的 Emanuele Ciapessoni 博士為窗口，協助行程連絡溝通事宜，同時安排與 Enel 配電公司(Enel Distribuzione)相關人員討論其智慧電表與智慧電網之應用與經驗。圖 2 所示為

實習交流成員(含中山大學盧副校長展南、台電調度處蕭組長純育、台電業務處李信璋及工研院陳研究員翔雄等)與RSE接待代表合影。

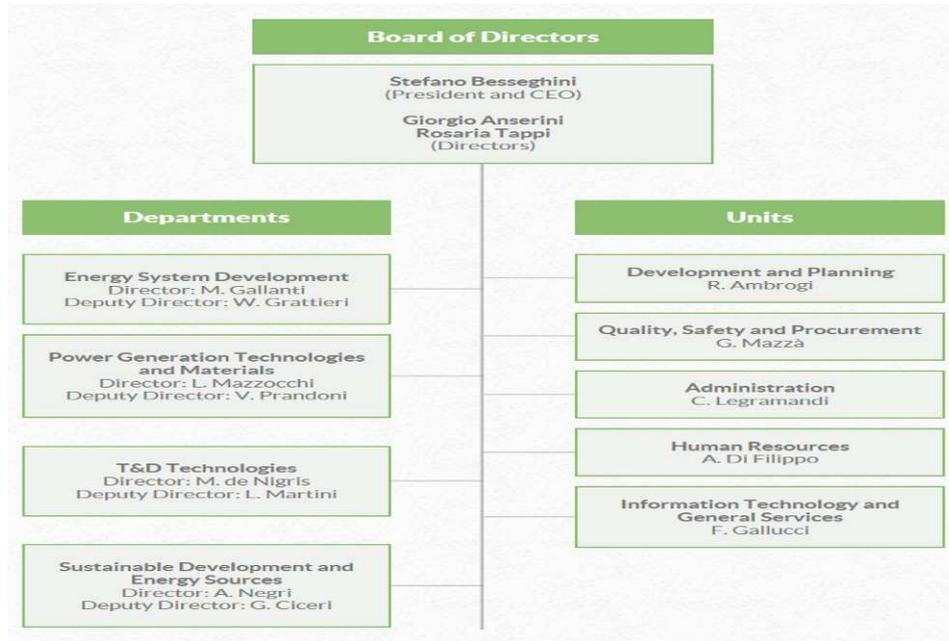


圖 1 RSE 組織架構



圖 2 本訪問團與 RSE 研究人員合影

2. Italy 電業自由化概述

義大利配合歐盟輸電網市場規範等協議要求下，於 1999 年制訂法源及開始實施電業自由化，以盡可能客觀與公開透明的方式促進發電業及購/售電之自由競爭，並確保經濟有效的穩定供電與服務品質。圖 3 所示電力市場競價機制平台主要由負載用電市場資料紀錄(MPE)及用戶負載合約(MTE)等兩大層面進行市場競價，就負載用電市場資料紀錄(MPE)而言可分為日前電力市場(MGP)、日內負載(MI)及可配合「Terna」輸電公司調度之負載(MSD)等合約期負載；就用戶負載合約而言，用戶負載合約包含基本負載、尖峰負載及月-季-年等負載合約等負載管理制度，並有一系列的負載議約調整規則；而可參與市場競價制度並非一般小家戶，必須有一定的負載規模及相關負載控制 IT 設備等。另外與 RSE 經驗交流後得知可於網頁 (<http://www.mercatoelettrico.org/En/Default.aspx>) 取得相關資料參考，如圖 4 所示。

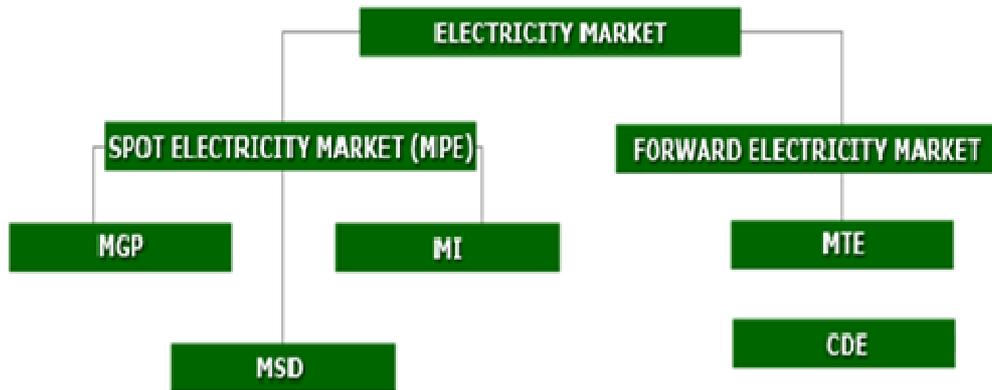


圖 3 ITALY 電價自由化市場結構圖

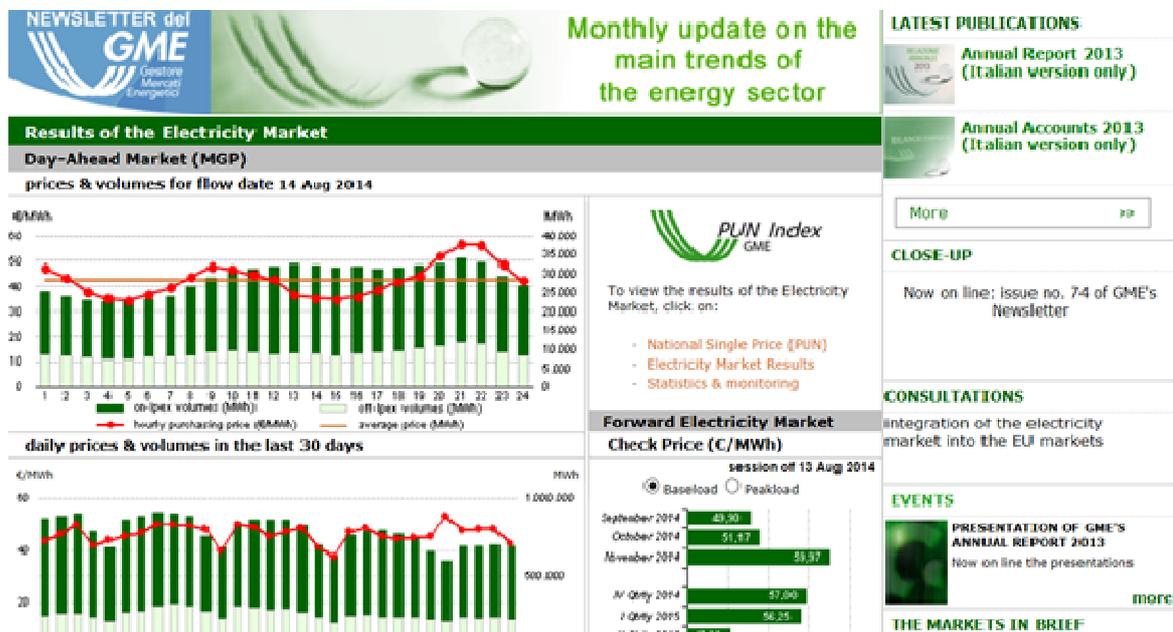


圖 4 ITALY 電價自由化之 MGP 市場網頁資訊

另外在義大利等 7 個歐盟國家目前針對區域電價制度 (PCE) 進行討論，希望採用日前電力市場概況 (MGP)，透過一個公式可以計算歐洲電力市場交易價格，以建立一體化的歐洲電力交易市場，以增加流通性、效率和社會福利。依參考資料瞭解義大利電力市場交易建置在充份公開透明且重視

資訊安全的平台上，提供參與者、GME、TERNA 等相關訊息交流。圖 5 所示義大利電力市場交易室現場備有軟、硬體設備負責進行投標、開票、市場資訊等進行競標作業，然而參觀者可以申請進入“觀眾區”，從中可以看到交易室大屏幕上顯示其電力市場交易數據等透明化資訊作業。

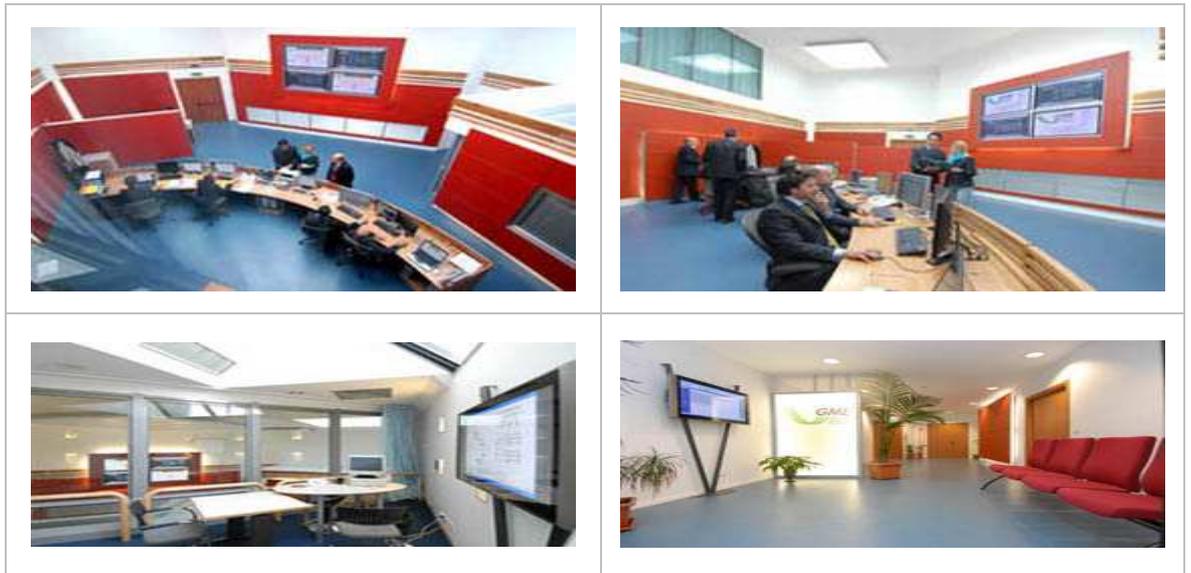


圖 5 義大利電力市場交易室

二、7月22日

(一)實習行程

1. 地點：義大利米蘭 RSE 研究機構
2. 義方會談人：Massimo Gallanti, Gianluigi Migliavacca, Angelo L' Abbate.
3. 交流議程摘要：
 - e-Highway2050 介紹
 - European GridTech project: overview and preliminary results

(二)實習簡介

赴 RSE 研究機構了解歐盟減碳目標及智慧電網計畫，目前歐盟已訂定 2030 年及 2050 年之減碳目標，預計 2030 年電力部分之減碳目標為 54%~68%，以便回到 1990 年之排碳量，而 2050 年預計之減碳目標為 80%~95%。經口頭交流瞭解，基於歐盟輸電網安全及能源安全考量下，歐盟有許多智慧電網合作研究計畫正在執行，自 2006 年開始做了 32 個專案計畫其中僅 19%已執行完成，因此不是每個智慧電網合作研究計畫都可達到預期效益或目標。以下介紹幾個代表性計畫：

1. e-Highway2050

歐盟為加強電網互聯及鼓勵不同地區之再生能源併網，因此推動 e-Highway2050 計畫，可參考如圖 6 所示，依地區特性整合風力發電、太陽光電系統、生質能發電及波浪發電等再生能源併入歐盟電網中，而圖 7 所示為整個計畫是延續 TYNDP、Visions 2030 等計畫，進而朝向 e-Highway 2050 目標前進，如圖 8 所示目前已有 28 個參與機構(組織)。

Renewable Energy Sources (RES) development by 2050:

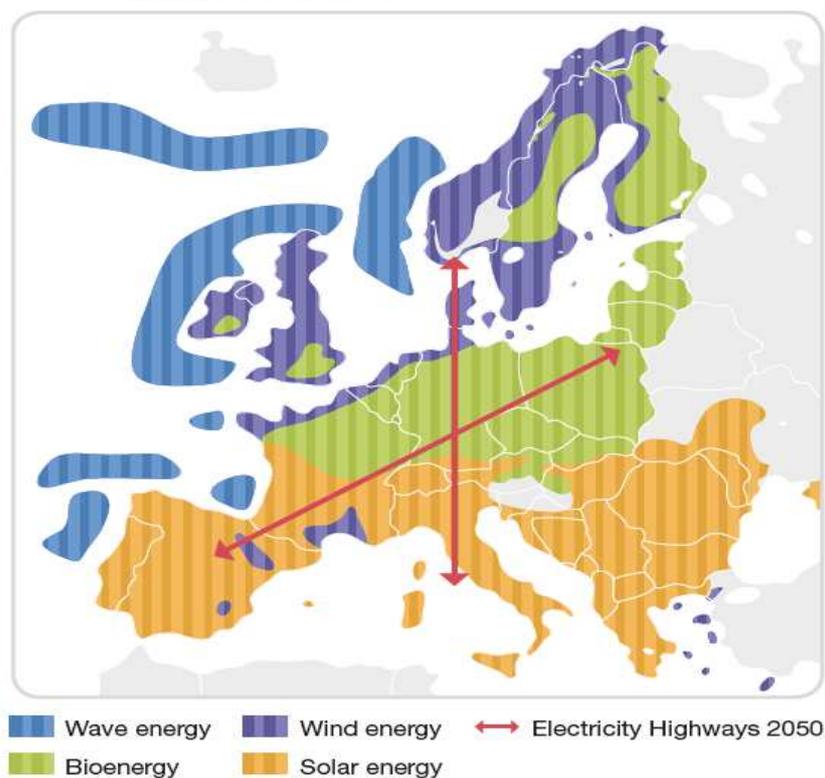


圖 6 e-Highway2050 計畫之再生能源整合規劃

Towards 2050:

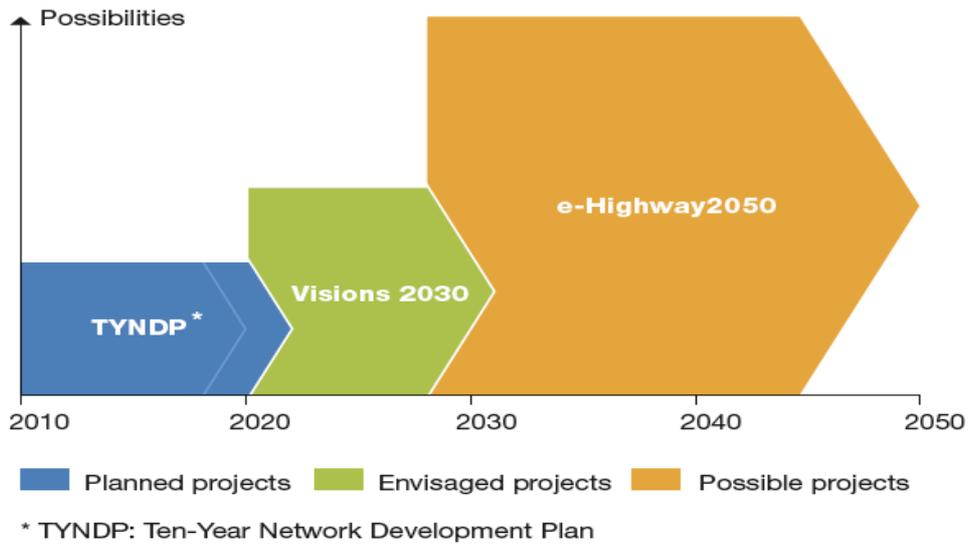


圖 7 e-Highway2050 計畫之延續性說明



圖 8 e-Highway2050 計畫之參與機構(組織)

如圖 9 所示，e-Highway2050 計畫分為 10 個工作群組 (Work Packages, WP1~WP10)，WP1 為計畫總則，WP2~WP6 及 WP8~WP9 分別為 2050 電網情境架構、技術研究、社會經驗

效益、實際運作、EHS 統計管理、研發規劃、傳播等，WP7 為資方範疇，最後透過 WP10 進行管理及整合。

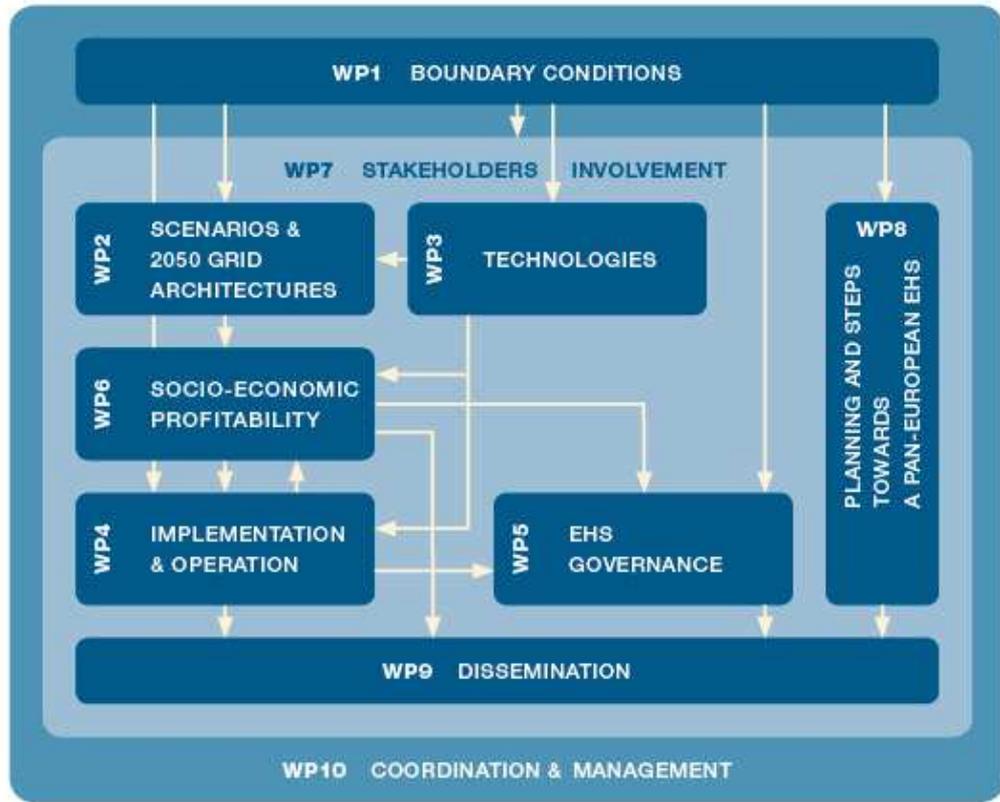


圖 9 e-Highway2050 之工作規劃分工

圖 10 所示為 e-Highway2050 長程規劃之 5 大步驟說明，由於該計畫為長期計畫，因此在計畫的一開始花 1 年的時間研擬 5 大步驟及情境，包含能源供需情境研究、在地能源/電力情境研究、負載潮流模式、電網架構組合分析、規劃架構建置等，依負載需求、在地特性及電網可行性綜合分析，以務實評估電網建構。主要目的在建立歐盟強大互聯電

網，以利取得更經濟的再生能源併網，以及促進增加歐盟對再生能源的使用率，畢竟歐洲石化能源需由中東輸入，而天然氣也是需從俄羅斯進口，因此自主化再生能源極受到歐洲重視。

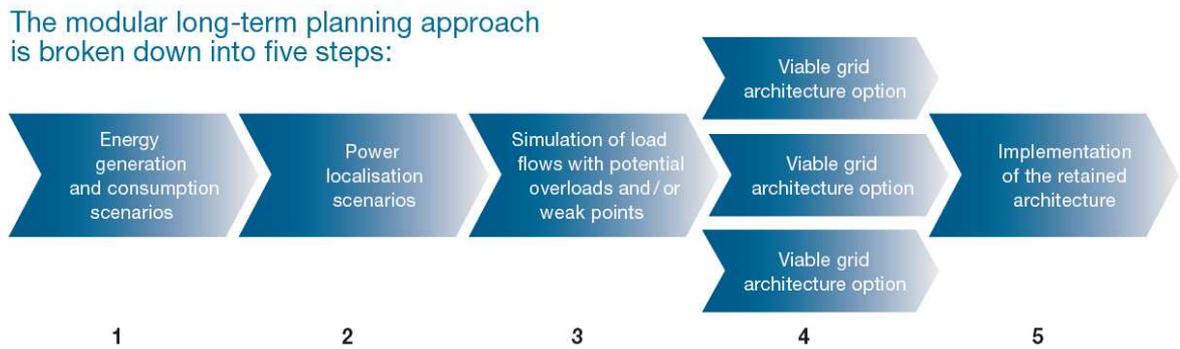


圖 10 e-Highway2050 之長期規劃 5 大步驟

2. European GridTech project: overview and preliminary results

GridTech 研究計畫主要目的為協助消除輸電線技術障礙，包含執照、認證、規範、融資、社會認可(環評)等，該計畫也投入再生能源市場及整合配電網路市場等，亦包含電業自由化的日前市場、日內市場等競價機制研究，供不同 TSO(含區域型、國家型、跨區型等)評估參考。GridTech 研究計畫也瞭解 7 個歐盟國家在 2020、2030 及 2050 年之發展目標可能有些微差距，因此透過不同的情境分析以滿足不同

需求。整體分析過程尚需投資者(電業)、發展(大方向)目標、市場參與者(大用戶)等綜合檢視評估修正，以確保計畫務實可行。

圖 11 所示為 GridTech 研究架構，主要由 EEG、RSE、Comillas 等 14 個研究機構及合作伙伴(如圖 12)共同協助研析包含非技術性障礙、再生能源市場需求效益、歐盟觀點大型再生能源與儲能效益預測、國家觀點大型再生能源與儲能效益預測等項目，進而提出相關建言，以利歐盟智慧電網及再生能源發展。面對歐盟不同國家需求，GridTech 研究計畫研擬多種情境分析，其項目包含技術成熟性、由上而下的歐盟政策目標、由下而上的歐盟各個國家的不同環境需求等。另為提高再生能源使用及符合經濟效益問題，GridTech 研究計畫除配合許多歐盟輸電計畫(EU30+、輸電網高速公路)，亦將不同情境之效益分析納入市場參與者(用戶)與電網投資者(電力公司)之需求意見，綜合檢視後進而提出政策建言，以利務實檢視政策適切性。

GridTech 研究計畫為增加再生能源併入歐盟輸電網路之能力，其技術研究項目包含陸域型及離岸型風機、大型太陽光電(集中型及分散式)、抽蓄儲能發電系統及壓縮空氣儲

能系統等再生能源及儲能系統研究，另外輸電網路及線路補償技術研究亦為提升再生能源併網之電力品質技術研究，如高壓直流輸電(HVDC)、彈性交流輸電系統(FACT)、相移變壓器/功因補償器(PST)、廣域監控系統(WAMS)、需量管理技術(DR)等，並進行相關效益分析，以供歐盟參考。

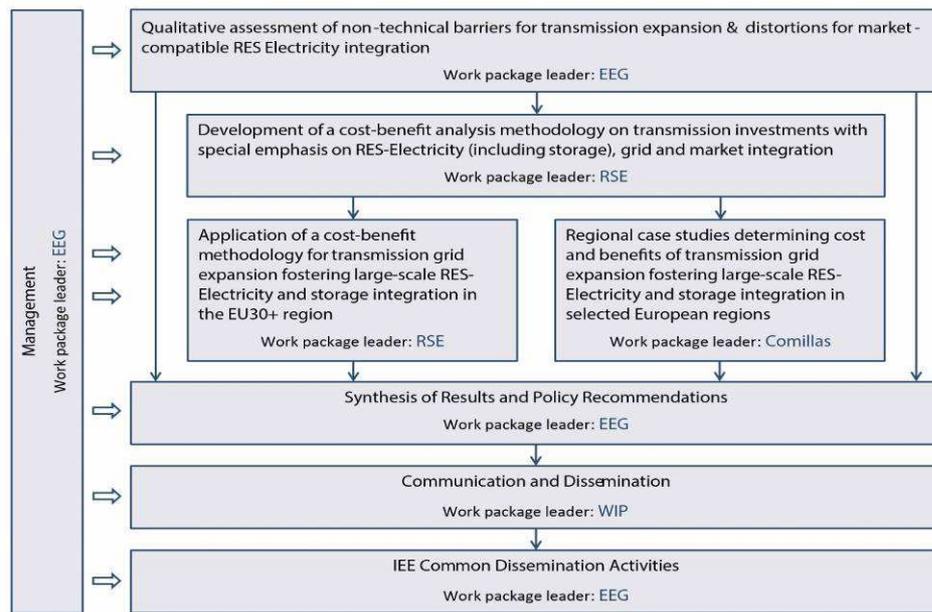


圖 11 GridTech 研究範疇及分工

	EEG (Energy Economics Group) - TUWien (Vienna University of Technology) Vienna, Austria		BSERC (Black Sea Energy Research Centre) Sofia, Bulgaria
	RSE (Ricerca sul Sistema Energetico) Milan, Italy		ESO (The Bulgarian Electricity System Operator) Sofia, Bulgaria
	ITT (Institute for Research in Technology) - Comillas Pontifical University Madrid, Spain		IET (Institute for Energy and Transport) - JRC (Joint Research Centre) Petten, The Netherlands
	WIP Renewable Energies Munich, Germany		EUREC (The Association of European Renewable Energy Research Centres) Brussels, Belgium
	EnBW (EnBW Energie Baden-Württemberg AG) Karlsruhe, Germany		TenneT Amstelveen, The Netherlands
	EirGrid Dublin, Ireland		Terna Rete Italia Rome, Italy
	Organic Power Cork, Ireland		Verbund Vienna, Austria

圖 12 GridTech 合作伙件

三、7月23日

(一)實習行程

1. 地點：義大利米蘭 RSE 研究機構
2. 義方會談人：D. Moneta, P. Gramatica, S. Guastella, and E. Micolano
3. 交流議程摘要：
 - RSE Smart Grid labs 實驗室參訪

(二)實習簡介

RSE 為國際頂尖之研發機構，迄今執行過電網技術研究、測試、應用及效益評估等計畫繁多，就技術而言 RSE 建置這多電網技術，並整合成 DER (Distributed Energy Resources)測試實驗平台及相關技術如圖 13~18 所示。其中包含

1. 發電設備(Generators devices):包括 PV、CHP Gas Micro turbine、CHP Internal Combustion Engine、Solar Thermal Plant、Mini Wind Generator、Diesel Generator。
2. 儲能系統(Storage systems):包括 Redox Flow Battery、Lithium Ion Battery #1, #2、NaNiCl Batteries、Lead VRLA Batteries
3. 負載(Loads):包括 Resistive/Inductive Controllable

Load、Capacitive Load。

4. 其它設備: Bi-directional Inverter、DC Microgrid、Domotical House、EV Recharge Stations。
5. 其他應用:如家庭能源管理系統(HEMS)。

圖 13 所示為 RSE 智慧電網技測試平台說明，測試項目包含 34kW 的太陽光電系統、10kW 的太陽熱能發電系統、100kW 的微渦輪發電機系統、90kW 的液流電池儲能系統、96kW 的燃料電池、8kW 的小水力發電系統、3kW 的小風力發電系統、69kW 的電池儲能系統、90kW 的模擬負載、6kW 的高效率復循環發電機(CHP)、智慧電家測試場及一處智慧電網/微電網監控室。

圖 14 所示為 RSE 太陽光電測試場域，其中已長期進行太陽光發電系統技術測試，測試太陽能模組材料之發電特性及耐候性，以及太陽能換流器之功能及運轉穩定性，且該場域亦提供不同廠家進行測試使用。

圖 15 所示為 RSE 聚光型太陽熱能發電系統，主要採用聚光型太陽熱板蒐集太陽熱能，再配合微汽輪機原理，推動旋轉電機轉動發電，其中紅色圈圈部分即為微汽輪機之旋轉發電核心。

圖 16 為早期發展的沼氣發電系統，其原理與火力發電

類似，相關應用如微渦輪機、農業/林業廢棄物之再生能源發電機。

圖 17 為 RSE 燃料電池及儲能研究，所參觀的 2 種儲能系統為研究上常見的，現今研究多為整合性應用，而材料技術上的研究多為單體小尺寸材料性研究。

圖 18 所示為 RSE 智慧電表及家庭能源管理系統，主要由 Enel 公司建置智慧電表系統後，其智慧家庭能源管理系統及家庭自動化題目同步進行技術研究測試，其研究範疇有將智慧電表資料，透過 PLC 通訊技術傳到家庭中能源閘道器 (GateWay) 轉成無線 Zigbee 信號與家電互通，整合測試家庭能源管理系統及家庭自動化研究議題。

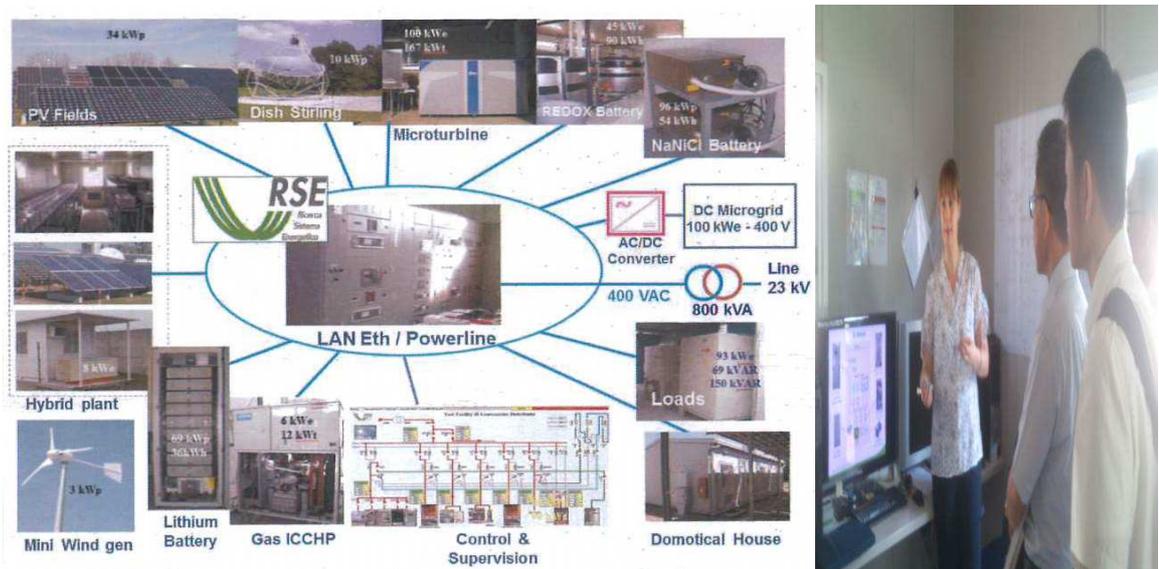


圖 13 RSE 智慧電網之技術測試平台參訪



圖 14 RSE 太陽能光電及變流器測試場域



圖 15 RSE 聚光型太陽熱能發電系統



圖 16 RSE 沼氣發電系統



圖 17 RSE 燃料電池及儲能研究

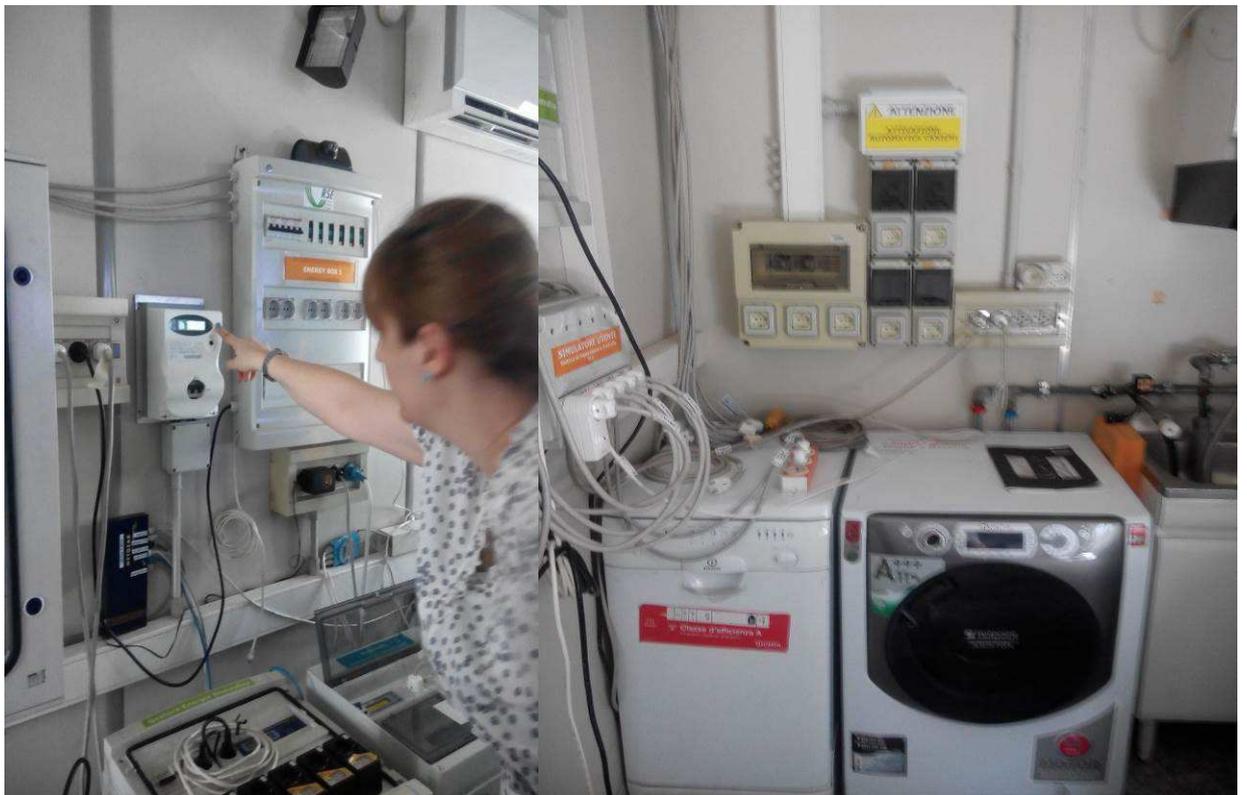


圖 18 RSE 智慧電表及家庭能源管理系統

四、7月24日

(一)實習行程

1. 地點：義大利米蘭 RSE 研究機構
2. 義方會談人：Francesco Marini, M. Briccola (Enel)
Giusseppe Mauri, Michele Benini
3. 交流議程摘要：
 - Enel AMM project
 - Meter on 之 smart meter project

(二)實習簡介

1. Enel AMM project

研討情況如圖 19-22 所示。



圖 19 與 Enel 研討照片(一)



圖 20 與 Enel 研討照片(二)

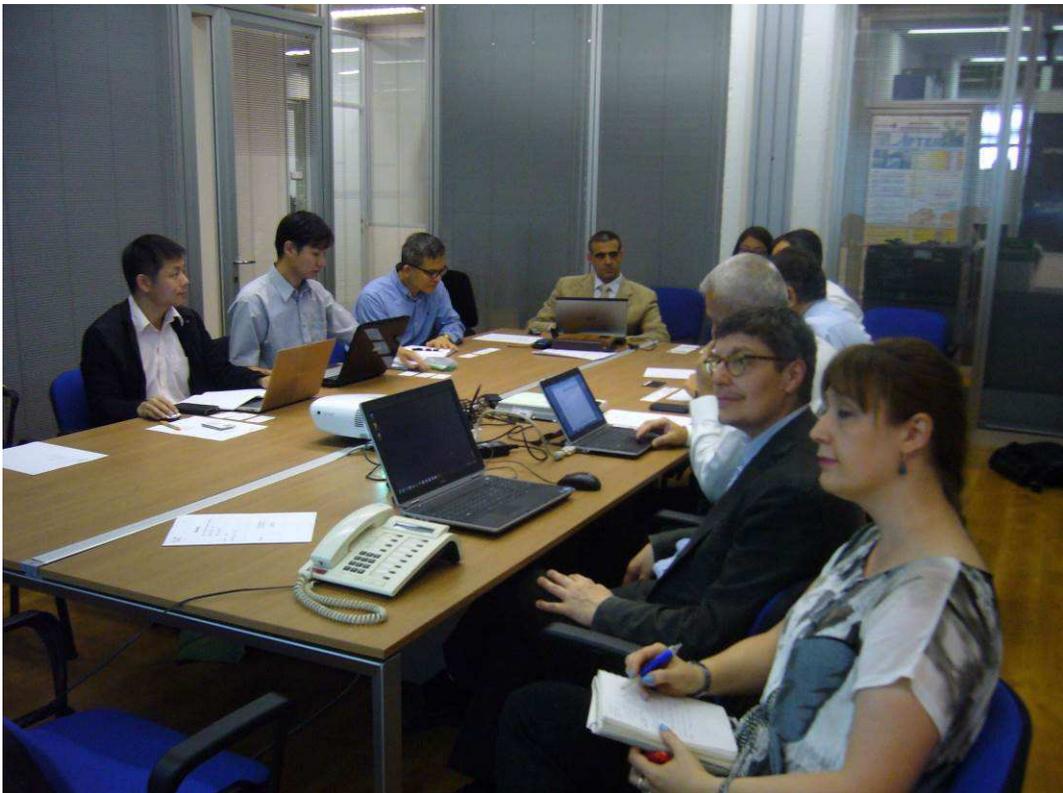


圖 21 與 Enel 研討照片(三)



圖 22 與 Enel 研討照片(四)

Enel 電力公司原與台電一樣是國營綜合電業，惟 1999 年義大利開始實施電力市場自由化，Enel 電力公司被分割為「Enel Produzione」發電公司、「Enel Distribuzione」配電公司及「Enel Energia」電力銷售公司，且發電、配電及電力銷售市場屬自由化市場，Enel 電力公司面臨其他公司的競爭，然而輸電網路則另外成立「Terna」輸電公司，負責全義大利輸電網路維運工作，Terna 公司係由義大利政府特許經營(詳如圖 23 所示)，另外 Enel 電力公司研究試驗部門則成立了 CESI 公司。



圖 23 義大利電力市場

Enel Distribuzione 配電公司共分為 4 個營運區域及 11 個營運部門，共有 2,159 個主變電站，438,300 個配電變壓器，用戶數達 3,170 萬戶，安裝 3,430 萬具電表，其中 90% 是單相電表，10% 是三相電表，且在 2011 年全面換裝為 AMI 電表(如圖 24 所示)。

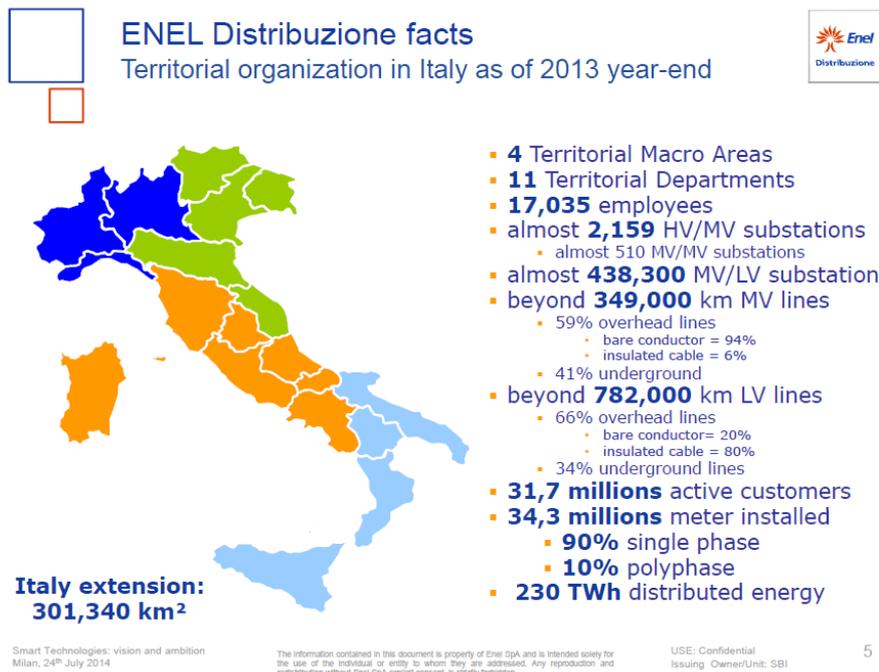


圖 24 Enel 配電公司基本資訊

Enel Distribuzione 配電公司為發展 AMI/AMR 自我技術，於 1990 年開進行相關測試計畫，1998 年間開始自行研發窄頻 PLC “Meters and More” 通訊技術、確認通訊架構及成立執行組織，後續又開發與建置 AMM 系統，至 2010 年開始進行 AMM 系統與智慧電網整合，同時針對 AMI 電表也開發新一代產品，並以 AMI/AMM 為基礎，逐漸兼顧「工作管理」、「資產規劃管理」及「智慧電網」等面向，使其除了是配電公司外，同時也是一個 AMI/智慧電網的廠商(如圖 25 所示)。

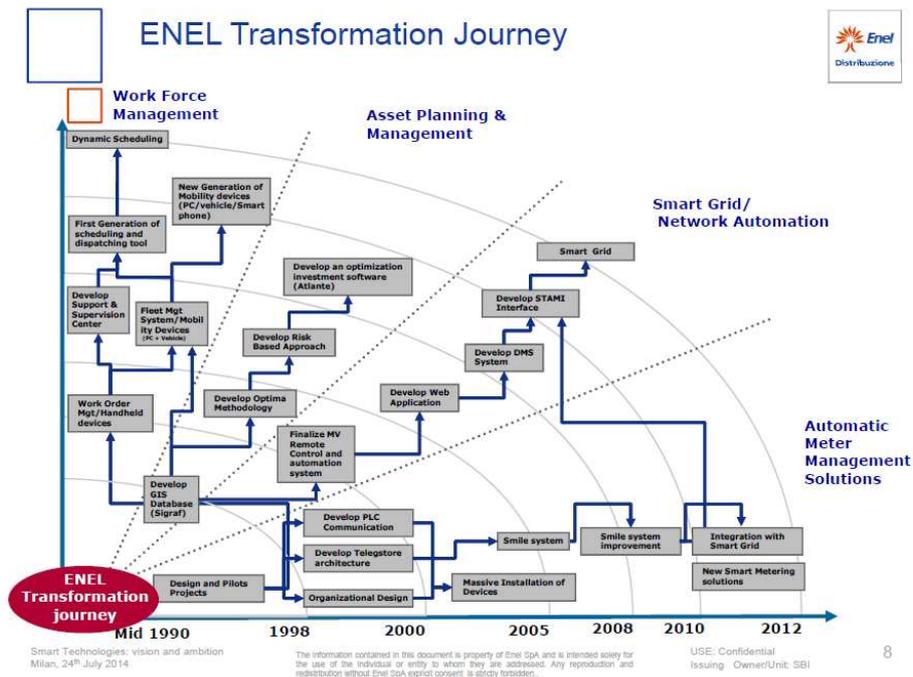


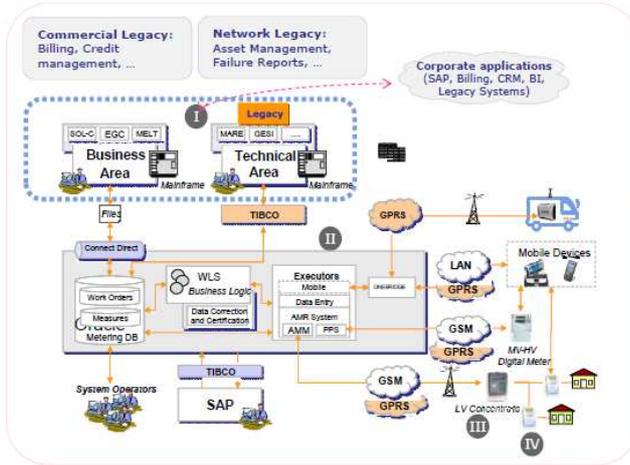
圖 25 Enel 配電公司 AMI 技術發展大事紀

Enel Distribuzione 配電公司之 AMI/AMM 通訊架構為集中器安裝在配電變壓器二次側，而集中器至電表間之區域網路 LAN 端使用窄頻 PLC “Meters and More” 通訊技術，而 AMM 系統控制中心至集中器間之廣域網路 WAN 端，使用電信業者之 GPRS/GSM 通訊網路，AMM 系統所蒐集到的資料會提供給電費 Billing 系統及資產管理系統等進行後續運用（如圖 26-27 所示）。

Enel 電力公司本身並沒有電信事業子公司，所以 Enel 須與電信業者透過契約取得較優惠的費率，惟每年支付的電

信費用仍然高達好幾百萬歐元。

Overall Architecture



Overall Solution architecture :

- I The solution is integrated with **Commercial legacy**: Billing, Credit Mgmt & **Network Legacy**: Asset Mgmt, Failure Reports
- II The **AMM** that remotely manages the meters placed at customer premises
- III The **LV-C (Low Voltage Concentrator)**, installed in every Medium Voltage Substation (one concentrator per transformer), manages bi-directional communication: towards the Remote Metering management system (through public wireless telco network) and towards the electronic meter (through Power Line).
- IV The electronic **Meter**

Enel Smart Metering solution
Milan, 24th July 2014

The information contained in this document is property of Enel SpA and is intended solely for the use of the individual or entity to whom they are addressed. Any reproduction and redistribution without Enel SpA's explicit consent is strictly forbidden.

USE: Confidential
Issuing: Michele Salaris IR/TER

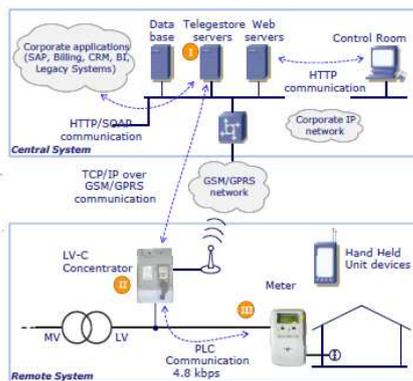
圖 26 Enel AMI 架構圖

Telecommunication & Protocols: General overview



TCP/IP support is used in communication between concentrator and Electronic Meter Management System (AMM - Main Station)

The LV concentrator manage the communication in both directions: towards the Remote Metering Central System via Public Telecommunication Network & toward the Electronic Meters via private Distribution Line Carrier Powerline Communication



The Remote Metering System communicates via the public telecommunication network (GSM, PSTN & Satellites) with a LV concentrator installed in every MV Station

Integrated (I.e. equipped with breaker) electronic meter, provides metering, contract management and PLC communication functions

Enel Smart Metering solution
Milan, 24th July 2014

The information contained in this document is property of Enel SpA and is intended solely for the use of the individual or entity to whom they are addressed. Any reproduction and redistribution without Enel SpA's explicit consent is strictly forbidden.

USE: Confidential
Issuing: Michele Salaris IR/TER

圖 27 Enel AMI 通信架構圖

集中器至電表間之區域網路 LAN 端所使用之窄頻 PLC “Meters and More” 通訊技術是一種斷電後就無法傳輸的 PLC 通訊技術(目前台電公司所使用的窄頻 PLC “G3” 通訊技術是斷電後仍可傳輸之技術),故 Enel 的 AMI 系統並無斷電偵測功能,倘發生故障停電時,AMI 系統無法協助判斷故障區域,只能靠配電自動化系統及用戶電話通報確認停電範圍。另 “Meters and More” PLC 通訊技術資料傳輸率最高可達 9,600 bps,惟最佳的傳輸速率為 4,800 bps,每具電表內的 PLC 通訊模組也是中繼器 Repeater,集中器最多透過 7 個 Repeater 蒐集 1.4 公里內之電表,惟每具集中器與電表間或電表與電表間距離不得超過 200 公尺。

針對窄頻 PLC “Meters and More” 通訊技術,目前也成立了「Meters and More」國際非營利協會,該協會共有 42 個會員(包含電表廠商、PLC 通訊晶片廠商、電力公司、研究機構及相關產業廠商),負責“Meters and More” 通訊協定的研訂與推動,同時進行互通性測試驗證,驗證項目包含網路層、資料鏈結層及實體層,不同通訊晶片/模組廠商所生產的「Meters and More」PLC 通訊晶片/模組通過互通性測試驗證後,就可以相互溝通及資料傳輸,若未通訊

互通性測試驗證，僅相同通訊晶片/模組可以相互溝通及資料傳輸。

Enel 所使用的電表也是自行開發(如圖 28-29 所示)，主要分為單相及三相電表二大類，電表故障率低，每年約有 0.3%的電表發生故障，電表工作溫度為 $-25^{\circ}\text{C}\sim+70^{\circ}\text{C}$ ，最長使用壽命約 15 年(該 15 年係由 Enel 自行進行老化及耐候等相關試驗推估，並未經國際專業機構認證)，電表具有防竊電設備，該防竊電設備係磁簧開關，當有人打開電表接線盒時就會使該開關動作，進而產生電表事件(台電公司所裝用之低壓 AMI 電表除具有相同設備及功能外，亦會在電表顯示幕上顯示電表開啟之 ICON)。

Enel 的集中器都裝設在配電變壓器低壓側(如圖 30-31 所示)，其中有 60%裝設在配電室內，40%裝設於電桿上，當有告警訊息(如通訊斷線、電表被開啟、電表故障等)發生時，集中器將立即上傳至控制中心進行後續處理，除此之外，集中器還具有管理韌體升級、時間同步、預付等功能，同時可暫存 2,048 具電表最新一筆讀表資料(累計用電度數等資料)。



Low Voltage Electronic Meter Types



Type	Description	Certifications
 CERM1	Single phase 60A 230V meter with latching relay	MID Certified
CERM2	Single phase 60A 127/230V meter with latching relay	MID Certified
CERM3-I	Single phase 100A 230V meter with latching relay	IEC Certified
CERM3-E	Single phase 100A 230V meter with latching relay	MID Certified
 CERT1	Polyphase 80A meter equipped with latching relay	MID Certified
CERT3-I	Polyphase 100A meter equipped with latching relay IEC	IEC Certified
CERT3-E	Polyphase 100A meter equipped with latching relay MID	MID Certified
 CERS3	Polyphase meter for semidirect connection (current transformers). Used for power higher than 30 kW, up to 400 kW.	IEC Certified MID Certified

Meter expected lifetime: >15 years
Meter failure rate: < 0,3 % / year

Enel Smart Metering solution
Milan, 24th July 2014

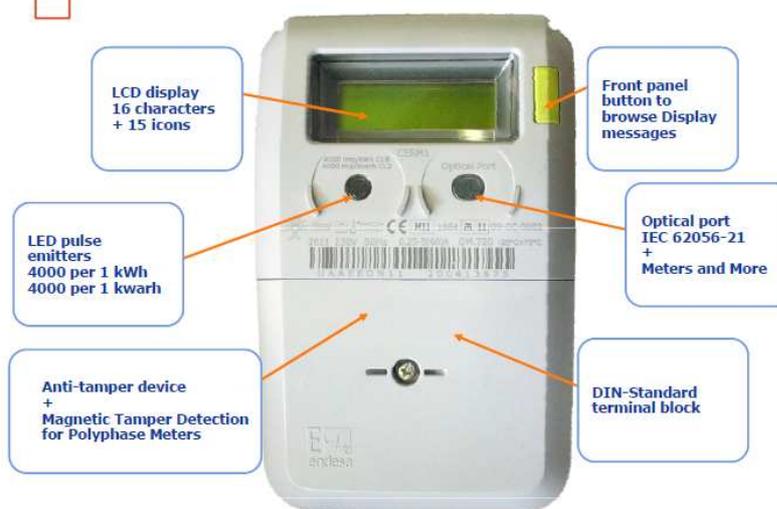
The information contained in this document is property of Enel SpA and is intended solely for the use of the individual or entity to whom they are addressed. Any reproduction and redistribution without Enel SpA explicit consent is strictly forbidden.

USE: Confidential
Issuing: Michele Salaris IR/TER

圖 28 Enel AMI 電表規格



Enel new Smart Meter key functionalities General Overview of Single-Phase model CERM1

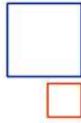


Enel Smart Metering solution
Milan, 24th July 2014

The information contained in this document is property of Enel SpA and is intended solely for the use of the individual or entity to whom they are addressed. Any reproduction and redistribution without Enel SpA explicit consent is strictly forbidden.

USE: Confidential
Issuing: Michele Salaris IR/TER

圖 29 Enel AMI 電表外觀



Enel Smart Metering solution
Milan, 24th July 2014

Concentrator features



The LV-C supports four main applications:

1. Aggregation of data from the meters and subsequent transfer to the AMM Control Centre at established frequency or upon specific AMM request
2. Performing of remote operations on meters upon AMM request (e.g. Deactivation, Tariffs or contractual changes)
3. Alarm signal detection for communication problems, meter tampering, metering failure. Communication of these signal to the AMM Control Centre
4. Remote firmware download for electronic meter and LV-C software upgrade

❑ 60% of the concentrators are installed in MV/LV cabins.



❑ 40% of the concentrators are installed in MV/LV transformers located in dedicated cases on poles (concentrators are designed for indoor use).



The information contained in this document is property of Enel SpA and is intended solely for the use of the individual or entity to whom they are addressed. Any reproduction and redistribution without Enel SpA explicit consent is strictly forbidden.

USE: Confidential
Issuing: Michele Salaris IR/TER

圖 30 Enel AMI 集中器



Concentrator functions



Meters management

ENEL original solution
(up to 2006)

- ❑ SW/FW Updating
- ❑ Activating and Deactivating the supply
- ❑ Programmed network curtailment
- ❑ Reading and writing parameters
- ❑ Synchronizing the Clock and Updating the Calendar
- ❑ Acquiring and Logging Consumption Data
- ❑ Imaging additional Information on Meters
- ❑ Managing pre-Paid Credit

Concentrators management

- ❑ SW/FW Updates
- ❑ Auto-diagnostics
- ❑ Procedures scheduling and launching
- ❑ Clock and Calendar

Enel Smart Metering solution
Milan, 24th July 2014

The information contained in this document is property of Enel SpA and is intended solely for the use of the individual or entity to whom they are addressed. Any reproduction and redistribution without Enel SpA explicit consent is strictly forbidden.

USE: Confidential
Issuing: Michele Salaris IR/TER

圖 31 Enel AMI 集中器功能

Enel 於 2011 年完成全國 AMI 布建，近年來為改善電表資料傳輸及運轉上所遇到的一些問題，自 2010 年開始研究「新智慧電表解決方案 New Smart Metering solutions」，以強化其實體、資料傳輸及物體層，並加強 PLC 抗干擾能力，自動偵測電表上線，降低 PLC 通訊模組功耗(小於 1W)，將「Meters and More」PLC 技術整合至意法半導體的 STarGRID PLC 平台，並已開始新方案的小規模測試，其測試系統架構如圖 32-33 所示，功能除既有讀表功能外，包含 GIS 地理圖層整合、MDMS 資訊透過 Web-service 交換、網路管理(未與 GIS 整合)、電表與集中器自動加入系統、工作管理、電力品質資料蒐集(僅蒐集電壓變動率及電壓突升資料)、電費與負載資料蒐集等功能。

該測試系統蒐集之讀表程序也更加優化，讀表資料共計 84Bytes，測試系統將該資料分為二次讀取(requests)，第一次讀取用電資訊、電表軟韌體資訊等，共計 62Bytes，第二次讀取通訊及時間等資訊(如圖 34)。

測試系統在 7 個場域共裝了 1,904 具電表，每個場域平均每次讀表時間為 2-5 秒，惟並非 100%讀表成功，而且讀表狀況會隨著時間變動(如圖 35-41)。

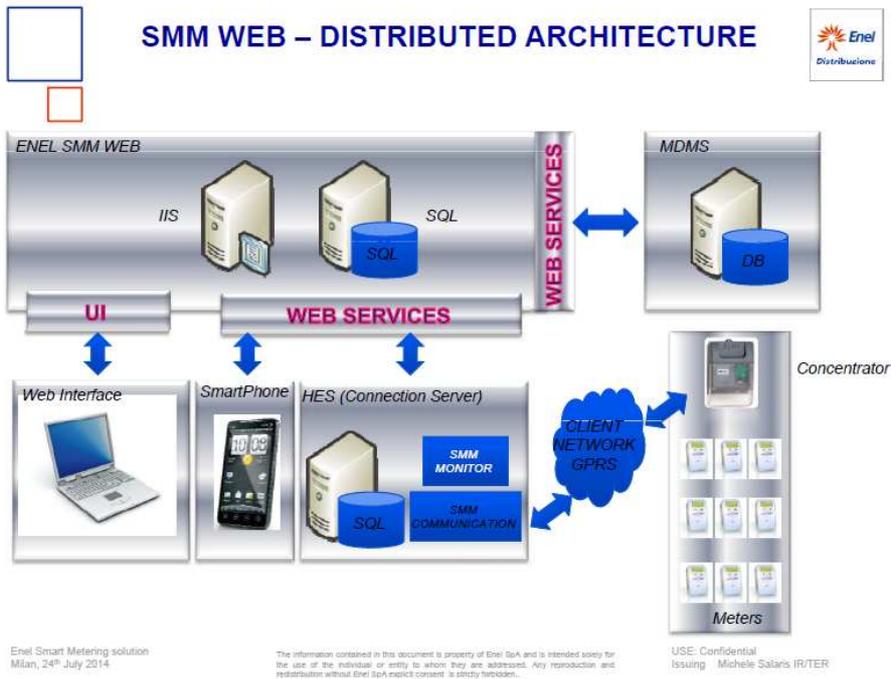
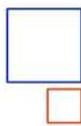


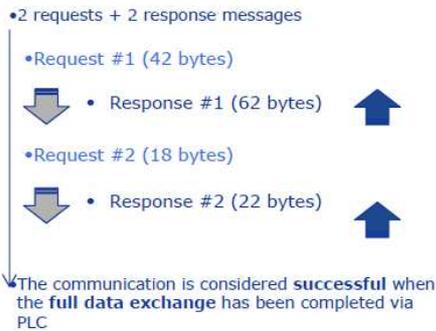
圖 32 Enel 新 AMI 小規模測試系統架構



圖 33 Enel 新 AMI 小規模測試系統頁面



In-field test - Readout procedure: Communication sequence



Registers	Bytes
Meter communication configuration	2
Date and Time of meter clock	6
Status Word	8
Active energy for tariff 1 and 2	8
Total active energy	8
Total reactive inductive energy	8
Total reactive capacitive energy	8
Software version	4
Last updating Date and Time (POSIX) for meter software	8
Modem software version	2
Last updating Date and Time (POSIX) for modem software	4
Quality of PLC communication	3
Communication parameters	5
Meter address within the Section Communication Address	5
Clock synchronization data	5
TOTAL REQUESTED DATA	84

Enel Smart Metering solution
Milan, 24th July 2014

The information contained in this document is property of Enel SpA and is intended solely for the use of the individual or entity to whom they are addressed. Any reproduction and redistribution without Enel SpA explicit consent is strictly forbidden.

USE: Confidential
Issuing: Michele Salaris IR/TER

圖 34 Enel 新 AMI 小規模測試系統讀表程序



Field results - Readout procedure: DC1 statistics



- Meters: 432
- Avg. Response Time: 5.4 s
- Level distribution:

Level 1	12,5%
Level 2	56,3%
Level 3	28,0%
Level 4	3,0%
Level 5	0,2%
Level 6	-
Level 7	-
Level 8	-

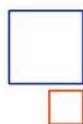


Enel Smart Metering solution
Milan, 24th July 2014

The information contained in this document is property of Enel SpA and is intended solely for the use of the individual or entity to whom they are addressed. Any reproduction and redistribution without Enel SpA explicit consent is strictly forbidden.

USE: Confidential
Issuing: Michele Salaris IR/TER

圖 35 Enel 新 AMI 小規模測試系統場域一讀表情形

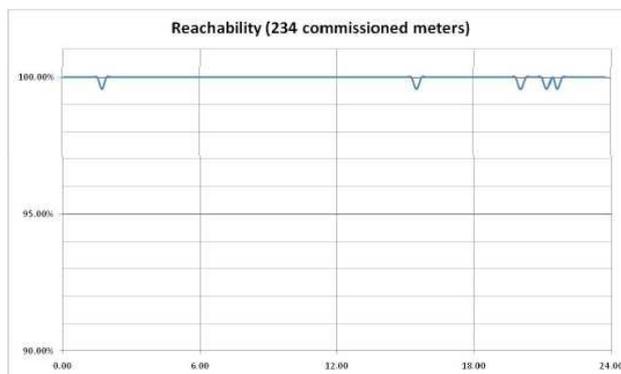


Field results - Readout procedure: DC2 statistics



- Meters: 234
- Avg. Response Time: 3.3 s
- Level distribution:

Level 1	23,1%
Level 2	55,1%
Level 3	15,0%
Level 4	5,1%
Level 5	0,4%
Level 6	0,9%
Level 7	0,4%
Level 8	-

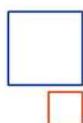


Enel Smart Metering solution
Milan, 24th July 2014

The information contained in this document is property of Enel SpA and is intended solely for the use of the individual or entity to whom they are addressed. Any reproduction and redistribution without Enel SpA explicit consent is strictly forbidden.

USE: Confidential
Issuing: Michele Salaris IR/TER

圖 36 Enel 新 AMI 小規模測試系統場域二讀表情形



Field results - Readout procedure: DC3 statistics



- Meters: 287
- Avg. Response Time: 5.5 s
- Level distribution:

Level 1	21,3%
Level 2	29,3%
Level 3	24,4%
Level 4	16,7%
Level 5	6,6%
Level 6	1,7%
Level 7	-
Level 8	-

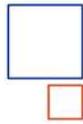


Enel Smart Metering solution
Milan, 24th July 2014

The information contained in this document is property of Enel SpA and is intended solely for the use of the individual or entity to whom they are addressed. Any reproduction and redistribution without Enel SpA explicit consent is strictly forbidden.

USE: Confidential
Issuing: Michele Salaris IR/TER

圖 37 Enel 新 AMI 小規模測試系統場域三讀表情形

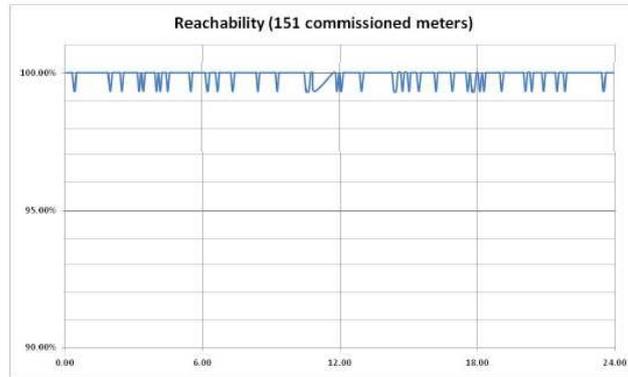


Field results - Readout procedure: DC4 statistics



- Meters: 151
- Avg. Response Time: 2.0 s
- Level distribution:

Level 1	90,1%
Level 2	7,3%
Level 3	2,6%
Level 4	-
Level 5	-
Level 6	-
Level 7	-
Level 8	-

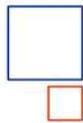


Enel Smart Metering solution
Milan, 24th July 2014

The information contained in this document is property of Enel SpA and is intended solely for the use of the individual or entity to whom they are addressed. Any reproduction and redistribution without Enel SpA explicit consent is strictly forbidden.

USE: Confidential
Issuing: Michele Salaris IR/TER

圖 38 Enel 新 AMI 小規模測試系統場域四讀表情形



Field results - Readout procedure: DC5 statistics



- Meters: 122
- Avg. Response Time: 3.8 s
- Level distribution:

Level 1	36,9%
Level 2	38,5%
Level 3	17,2%
Level 4	5,7%
Level 5	1,7%
Level 6	-
Level 7	-
Level 8	-

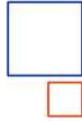


Enel Smart Metering solution
Milan, 24th July 2014

The information contained in this document is property of Enel SpA and is intended solely for the use of the individual or entity to whom they are addressed. Any reproduction and redistribution without Enel SpA explicit consent is strictly forbidden.

USE: Confidential
Issuing: Michele Salaris IR/TER

圖 39 Enel 新 AMI 小規模測試系統場域五讀表情形



Field results - Readout procedure: DC6 statistics



- Meters: 331
- Avg. Response Time: 4.0 s
- Level distribution:

Level 1	16,9%
Level 2	36,3%
Level 3	27,2%
Level 4	12,7%
Level 5	5,4%
Level 6	1,5%
Level 7	-
Level 8	-

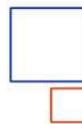


Enel Smart Metering solution
Milan, 24th July 2014

The information contained in this document is property of Enel SpA and is intended solely for the use of the individual or entity to whom they are addressed. Any reproduction and redistribution without Enel SpA explicit consent is strictly forbidden.

USE: Confidential
Issuing Michele Salaris IR/TER

圖 40 Enel 新 AMI 小規模測試系統場域六讀表情形



Field results - Readout procedure: DC7 statistics



- Meters: 347
- Avg. Response Time: 3.2 s
- Level distribution:

Level 1	44,1%
Level 2	36,9%
Level 3	14,4%
Level 4	2,3%
Level 5	2,3%
Level 6	-
Level 7	-
Level 8	-



Enel Smart Metering solution
Milan, 24th July 2014

The information contained in this document is property of Enel SpA and is intended solely for the use of the individual or entity to whom they are addressed. Any reproduction and redistribution without Enel SpA explicit consent is strictly forbidden.

USE: Confidential
Issuing Michele Salaris IR/TER

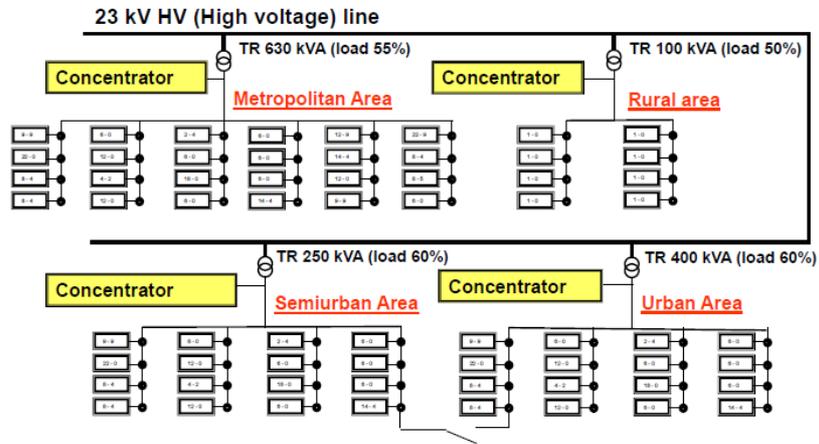
圖 41 Enel 新 AMI 小規模測試系統場域七讀表情形

Enel 有鑑於正式運轉系統及測試系統使用窄頻 PLC “Meters and More” 通訊技術皆會因用戶用電特性導致讀表成功率有所變動，故在其 CESI 研究公司(與 RSE 米蘭研究中心同一園區)建置試驗場域，該試驗場域模擬高壓 23kV 一饋線供應 4 間配電場及電桿，集中器裝設於配電場及電桿上之配電變壓器二次側，透過低壓線路以 “Meters and More” PLC 通訊技術與電表連線，電表後面實際引接家電用品，以確認不同家電使用時，對該 “Meters and More” PLC 通訊技術之影響，並進而研究優化及改善 “Meters and More” PLC 通訊技術之缺點(詳如圖 42-47)。

在參觀該試驗場域時，發現 Enel 及 CESI 公司蒐集了大量不同廠牌及種類之家庭電器用品，實際測試確認各種家電運轉與 PLC 通訊的關連性，進而研究如何排除通訊障礙，且實際運用於現場，改善讀表情況，這是對於擁有自主 AMI 通訊技術的電力公司須積極邁入的一條正確的道路。



Simulated Field: line description

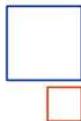


Enel Smart Metering solution
Milan, 24th July 2014

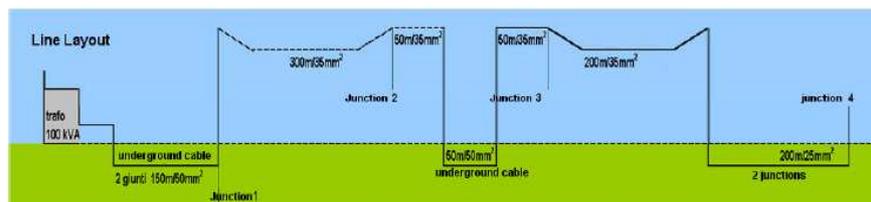
The information contained in this document is property of Enel SpA and is intended solely for the use of the individual or entity to whom they are addressed. Any reproduction and redistribution without Enel SpA explicit consent is strictly forbidden.

USE: Confidential
Issuing: Michele Salaris IR/TER

圖 42 Enel AMI 通訊試驗場域情形(一)



Simulated Field - LV lines

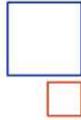


Enel Smart Metering solution
Milan, 24th July 2014

The information contained in this document is property of Enel SpA and is intended solely for the use of the individual or entity to whom they are addressed. Any reproduction and redistribution without Enel SpA explicit consent is strictly forbidden.

USE: Confidential
Issuing: Michele Salaris IR/TER

圖 43 Enel AMI 通訊試驗場域情形(二)



Simulated Field: meter installed for system test

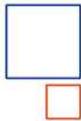


Enel Smart Metering solution
Milan, 24th July 2014

The information contained in this document is property of Enel SpA and is intended solely for the use of the individual or entity to whom they are addressed. Any reproduction and redistribution without Enel SpA explicit consent is strictly forbidden.

USE: Confidential
Issuing: Michele Salaris IR/TER

圖 44 Enel AMI 通訊試驗場域情形(三)



Simulated Field: electrical loads



Enel Smart Metering solution
Milan, 24th July 2014

The information contained in this document is property of Enel SpA and is intended solely for the use of the individual or entity to whom they are addressed. Any reproduction and redistribution without Enel SpA explicit consent is strictly forbidden.

USE: Confidential
Issuing: Michele Salaris IR/TER

圖 45 Enel AMI 通訊試驗場域情形(四)



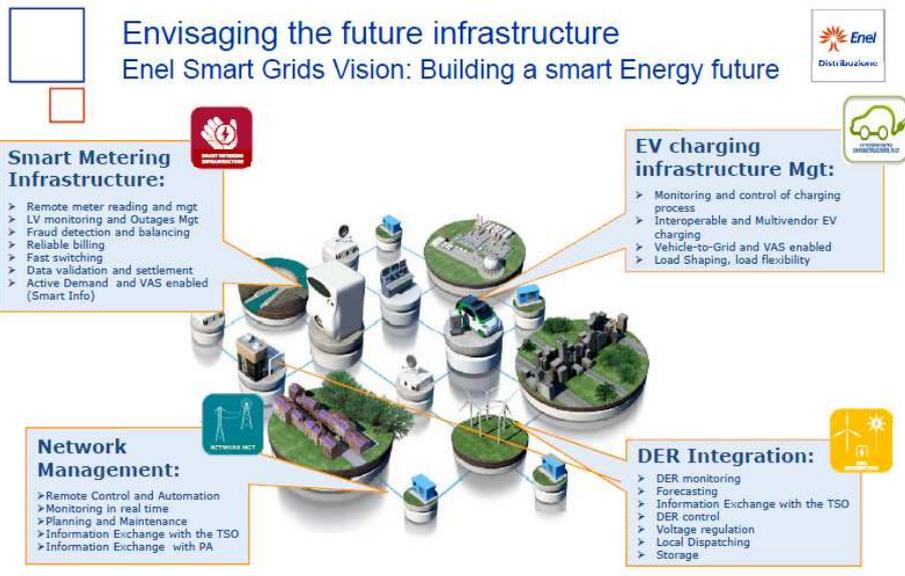
圖 46 參觀 Enel AMI 通訊試驗場域 (一)



圖 47 參觀 Enel AMI 通訊試驗場域 (二)

Enel 配電公司以智慧電表為基礎，朝向智慧電網邁進，主要工作項目包含配電網管理(含自動化)、分散式電源整合、電動車充電基礎建設與管理等(如圖 48)，這些智慧配電網的建置使其 SAIDI 由 2001 年平均停電 128 分鐘(換算每個用戶停電損失 80 歐元)下降至 2013 年平均停電 42 分鐘(換算每個用戶停電損失 52 歐元)，且配電網成本由 2001 年每度 3.32 歐元下降至 2013 年每度 2.16 歐元(如圖 49)。

而在 AMI 系統的運轉作業面，現場安裝之 3,430 萬具電表每個月讀取乙次用電資料(每具電表排定於 2 天內最多讀取 7 次)，讀表成功率達 97%(未讀取成功之 3%電表則以人工抄表或推算等方式辦理)，使配電網的維運成本靠 AMI 系統每戶就減少 16 歐元(如圖 50-51)，惟 Enel 表示，當 AMI 通訊系統必須重新組網上線時，“Meters and More” PLC 通訊技術須耗費 2~3 天時間方能完成全數電表穩定上線。



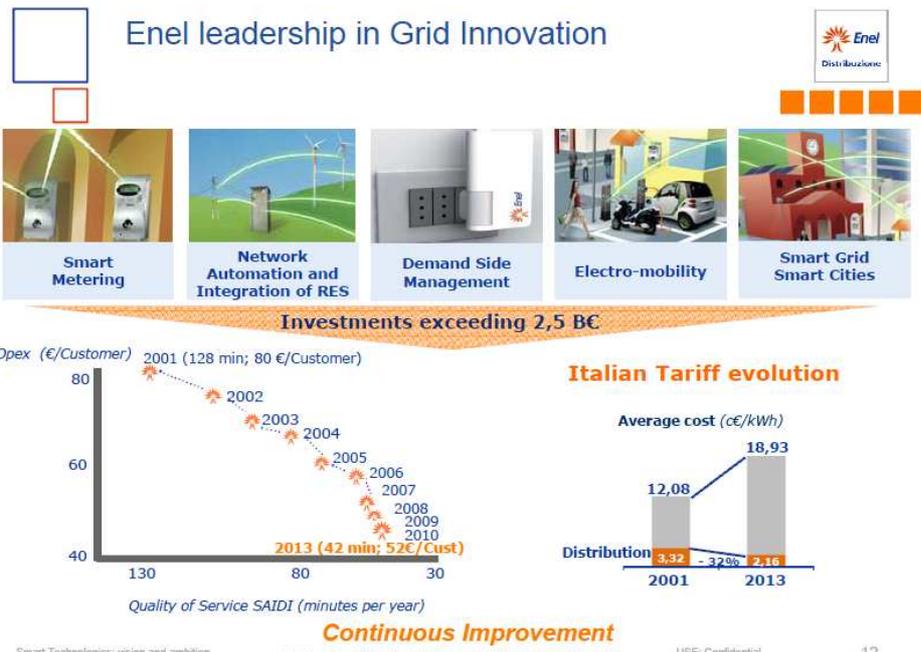
Smart Technologies: vision and ambition
Milan, 24th July 2014

The information contained in this document is property of Enel SpA and is intended solely for the use of the individual or entity to whom they are addressed. Any reproduction and redistribution without Enel SpA explicit consent is strictly forbidden.

USE: Confidential
Issuing Owner/Unit: SBI

10

圖 48 Enel 智慧配電網



Smart Technologies: vision and ambition
Milan, 24th July 2014

The information contained in this document is property of Enel SpA and is intended solely for the use of the individual or entity to whom they are addressed. Any reproduction and redistribution without Enel SpA explicit consent is strictly forbidden.

USE: Confidential
Issuing Owner/Unit: SBI

12

圖 49 Enel 智慧配電網成效

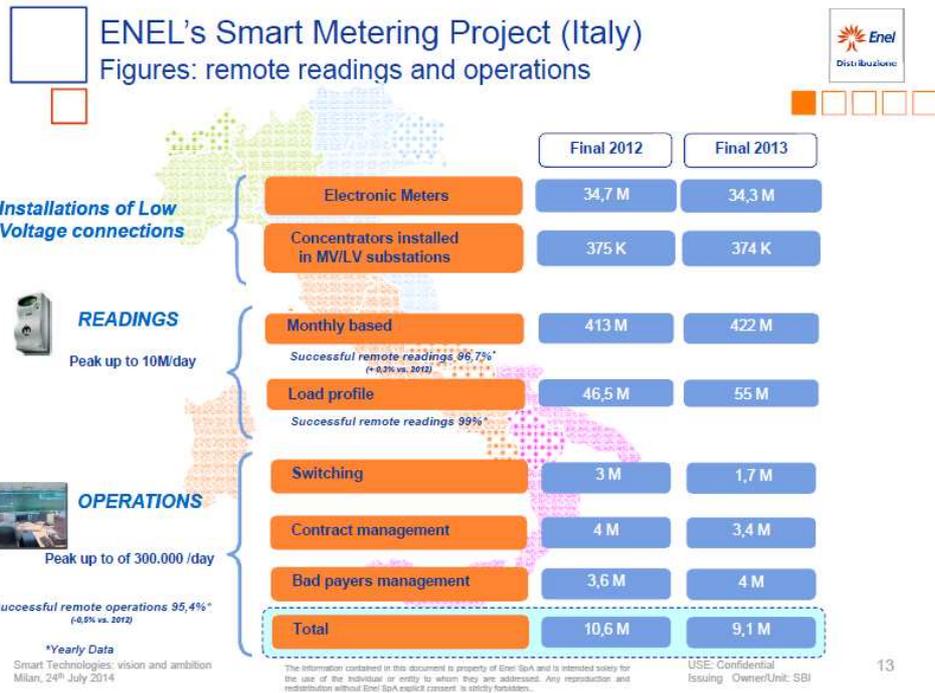


圖 50 Enel AMI 運轉情況

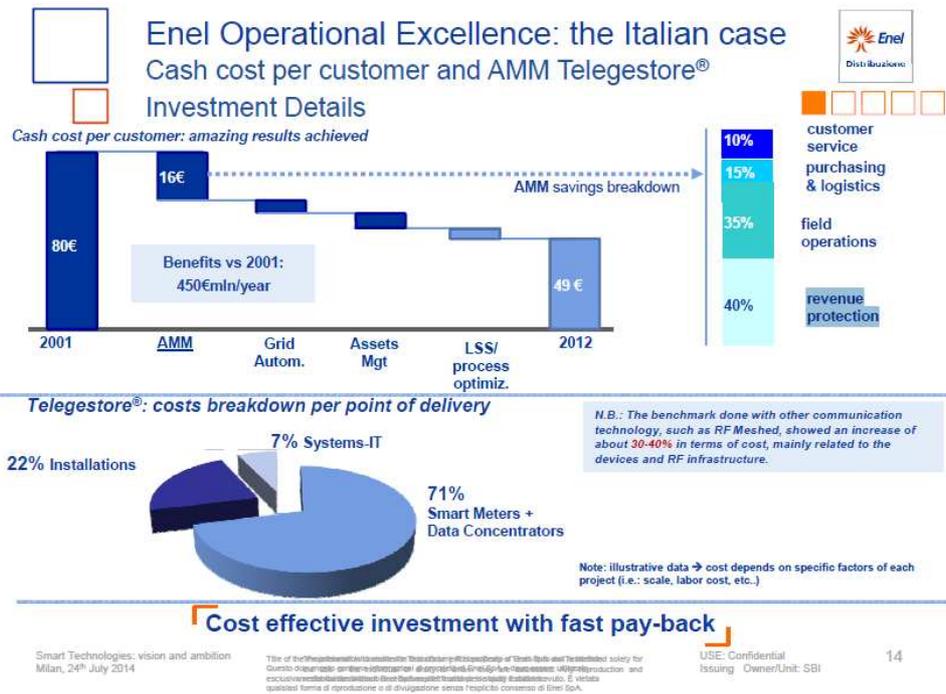


圖 51 Enel AMI 運轉成效

2. Meter ON project/ smart metering projects

Meter-ON project 統計歐盟 5 個國家及 8 個配電業者 (DSOs), 合計約 9500 萬用戶於 2020 年前將完成智慧電表建置計畫推動。這 8 個配電業者包含 EDPD, Endesa, Enel Distribuzione, Enel Distributie Muntenia, ERDF, Gas Natural Fenosa, Hidrocanabrico, 及 Iberdrola 等公用事業之業者, 其建置智慧電表規劃如圖 52-54 所示。參與 Meter-ON 計畫的交流 5 大重點包含一般電表專案經驗、技術分析現況、定量分析、定性分析及進階研究等, 部分詳細資訊可參考 <http://www.meter-on.eu/> 網站公開資訊揭露。

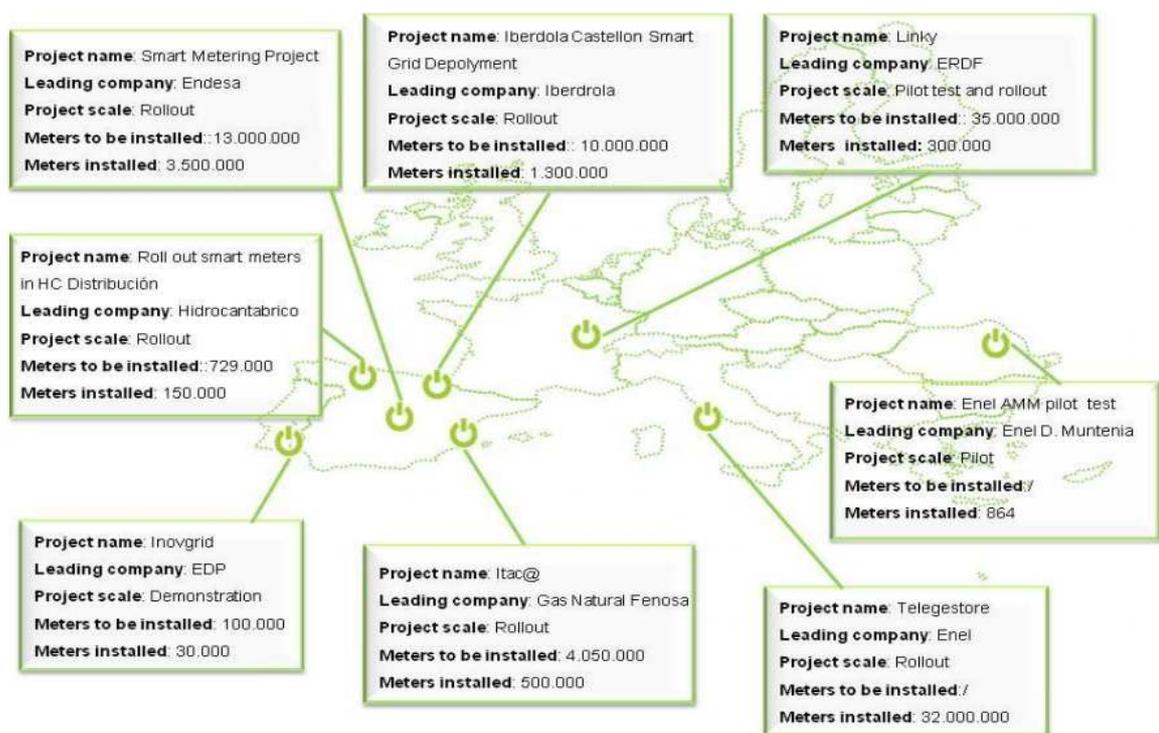


圖 52 Meter on 統計歐盟智慧電表建置統計

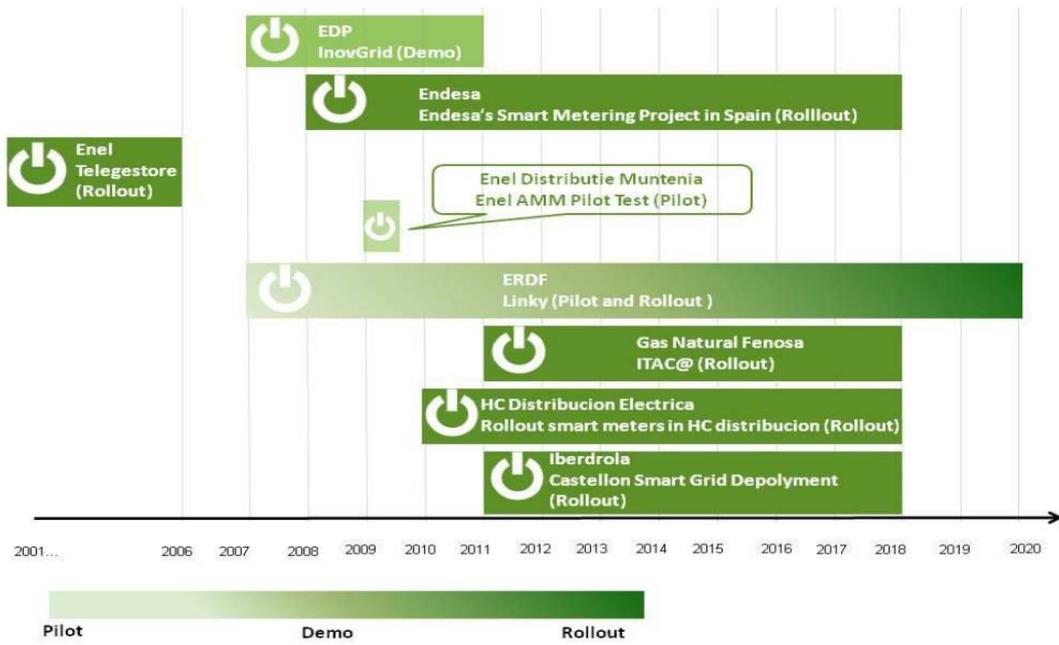


圖 53 Meter on 統計歐盟智慧電表建置時程整理



圖 54 歐盟 Meter on 智慧電表系統現況討論

伍、實習心得

本次與義大利 RSE 研究機構及 Enel 電力公司實習交流，深入瞭解義大利智慧電表與智慧電網推動方式、面臨問題及未來發展趨勢等，心得如下：

- 一、Enel 公司面臨電業自由化的過程中，為確保該公司技術自主性，自行投入研發 AMI 及智慧電網相關技術，在 AMI 技術中，Enel 公司也了解通訊技術是 AMI 所有技術項目中，最為重要的一個項目，所以該公司投入研發窄頻 PLC “Meters and More” 通訊技術，使其於布建 AMI 時，充分掌握通訊情況，不假手於通訊廠商。
- 二、Enel 公司於布建及運轉 AMI 系統時，也明白窄頻 PLC “Meters and More” 通訊技術深受環境、用戶用電習性及家庭電器特性影響，為解決此影響，該公司自行建置了 AMI 通訊試驗場，實際模擬配電網到家庭內部情況，並在此試驗場研究優化及改善 “Meters and More” PLC 通訊技術之缺點。
- 三、Enel 公司同時也將窄頻 PLC “Meters and More” 通訊技術推向國際，成立了「Meters and More」國際非營利組織，該組織負責 “Meters and More” 通訊技術標準及互通性測試，使得 “Meters and More” 通訊技術可在不同廠商之晶片/模組下互通，避免只有獨家廠商可提供該技術，且促成市場競爭降低採購成本。
- 四、經由這一次實習，充分了解到義大利 Enel 公司對智慧型電表

基礎建設 AMI 及智慧電網的重視及其帶來之效益，且該公司充分掌握相關技術，是值得我國及台電公司建置規劃智慧電網及 AMI 的參考，不要完全靠通訊產業的協助，應該積極投入取得通訊技術自主性。

五、歐盟計畫資訊成果之透明性，盡可能將可以上網公告，以促進歐盟資訊交流及技術整合，增進合作機會探尋。

陸、結論與建議

一、持續關注國際上 AMI 通訊技術互通性整合測試的結果：

目前 Enel 之 “Meters and More” PLC 通訊技術雖已開始進行互通性整合測試，惟應用該技術的國家及區域仍有待觀察，故台電公司不能冒然就引用該技術布建 AMI，且因台電公司須符合政府採購法進行 AMI 布建，也不能自行選擇通訊技術，況且國際上仍有其他較多應用之 AMI 通訊技術，各通訊技術皆有技術聯盟在推動標準及進行互通性測試，台電公司應持續關注其結果，以便適時調整 AMI 建置進度，避免投資的浪費。

二、應積極思考蒐集電表資料量是否適宜：

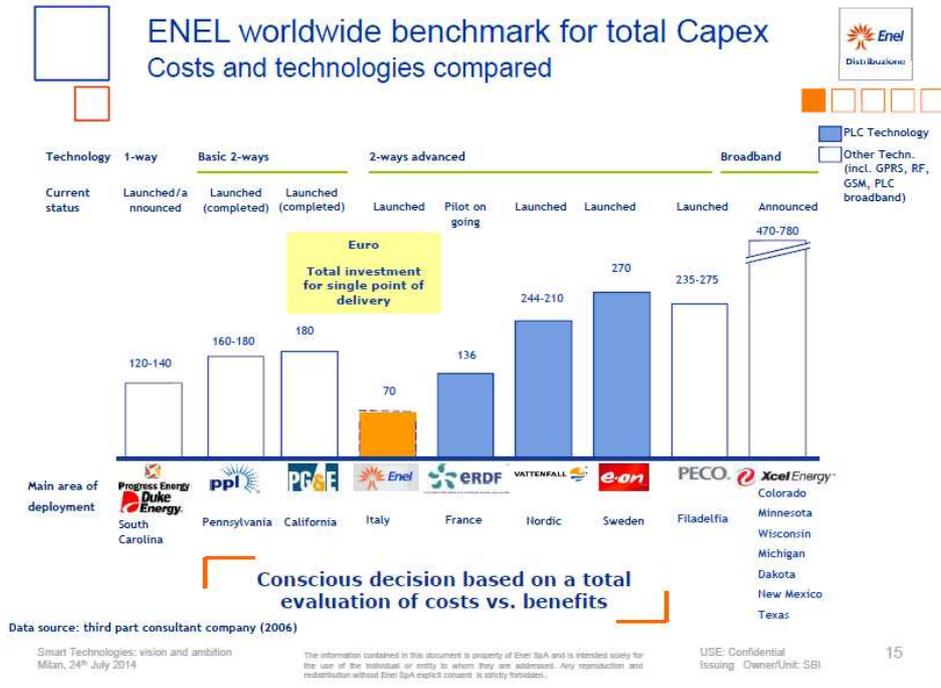
台電公司已開始建置高、低壓 AMI，蒐集電表之資料量係每天將全部資料讀取回來，這造成通訊技術上很大的負擔，未來是否要參考 Enel 公司的作法，針對全部用戶每個月只蒐集一次累積用電資料，且只針對須要 15 分鐘負載資料來後續計費的用戶進行負載資料蒐集，以降低資料量及通訊負擔。

三、擴大 AMI 測試場域規模：

台電公司雖已在綜合研究所樹林場區建置 AMI 測試場域，惟僅建置至電表端，不像 Enel 布建至用戶端，將會無法掌握國內用戶用電習性及家電特性對 PLC 等通訊技術之影響，倘台電公司經費足夠或政府研究機構願意投資，建議應擴大測試場域規模，且包含確認通訊技術穩定性及建物環境影響程度測試，以供實際布建之參考。

附件

一、Enel 之 PLC 技術與其他通訊技術成本比較



二、義大利分散式電源現況

