

中都濕地公園紅樹林植林

專案計畫書

版本： 1

製作日期： 2025 年 8 月 13 日

申請單位	○○企業
引用之減量方法 (版次)	紅樹林植林 第01.0版
減量方法範疇別	12 農業及土地利用
年平均減量估計值	43 t CO ₂ e

目錄

一、專案基本資料

- (一) 公司/單位名稱
- (二) 計畫名稱
- (三) 計畫書版本與製作日期
- (四) 減量方法與範疇別
- (五) 專案總減量

二、專案活動描述

- (一) 申請類別
- (二) 專案計入期
- (三) 專案類型
- (四) 參與機構
- (五) 執行費用
- (六) 執行地點
- (七) 減量措施說明

三、減量方法應用說明

- (一) 適用條件說明
- (二) 外加性分析
- (三) 專案前後示意圖

四、計算方法

- (一) 基線排放量計算
- (二) 專案排放量計算
- (三) 洩漏量計算
- (四) 減量計算

五、環境衝擊分析與公眾意見

- (一) 環境衝擊分析
- (二) 公眾意見

附件

中都濕地公園紅樹林植林專案計畫書

一、 專案基本資料

- (一) 公司/單位名稱：OO 企業
- (二) 計畫名稱：中都濕地公園紅樹林植林專案
- (三) 計畫書版本與製作日期：

表 1 版本與修訂紀錄摘要

計畫書版本	製作日期	修訂內容摘要
1	○○○○/○○/○○	新撰寫

- (四) 減量方法與範疇別：

減量方法：「紅樹林植林 Mangrove Afforestation」小規模減量方法學
(編號 AL-TMS0003及版本01.0)

範疇別：12 農業及土地利用

- (五) 專案總減量：867公噸二氧化碳當量 (tCO₂e)

二、 專案活動描述

※本專案應用範例之情境為假設模擬，範例情境不代表實際存在的現況。

- (一) 申請類別：移除型；新申請。

- (二) 專案計入期：

1. 專案活動執行期間：

專案執行期限為 20 年。專案活動的「起始日」，係指本專案之減量措施已完成發包簽約之造林執行日期。

專案執行期限	20 年
起始與結束日期	2011 年起至 2030 年

2. 專案計入期：

專案「計入期」是指專案活動相對於基線情境額外產生溫室氣體減排量的時間區間，專案計入期以完成註冊日後(審議會通過)起計算。

計入期	20 年
起始與結束日期	2011 年起始 2030 年結束

- (三) 專案類型：

減碳類型：溫室氣體每年總移除量 43 噸二氧化碳當量 (tCO₂e)

- (四) 參與機構

表 2 專案參與機構描述

參與機構名稱	參與單位性質	角色說明
○○企業	私人企業	執行者(分配90%)
國科會	政府部門	專案補助者(分配10%)

(五) 執行費用：

高雄市政府投入新台幣30億元，辦理中都土地重劃，案於2009年6月完成細部計畫，高雄市政府工務局計劃再闢建「中都濕地」新台幣1.1億元的工程。2019年國科會學術補助計畫「氣候變遷下人工濕地植物發揮「調適」功能之研究-以高雄濕地公園紅樹林碳吸存功能為例」，研究經費共計 585,000元。

(六) 執行地點：

1. 專案活動地點

本專案活動地點為高雄市三民區中都濕地 (圖1) 的「紅樹林生態保護區」(圖2)。中都濕地是依據高雄市政府擬訂的「中都地區工業區都市重劃案」第 42、68 期重劃。重劃區的規劃範圍包含公 1、公 4、公 5 用地以及文中、文小預留地，總面積為 12.6 公頃 (圖3)；而中都濕地之面積為 11.6 公頃。

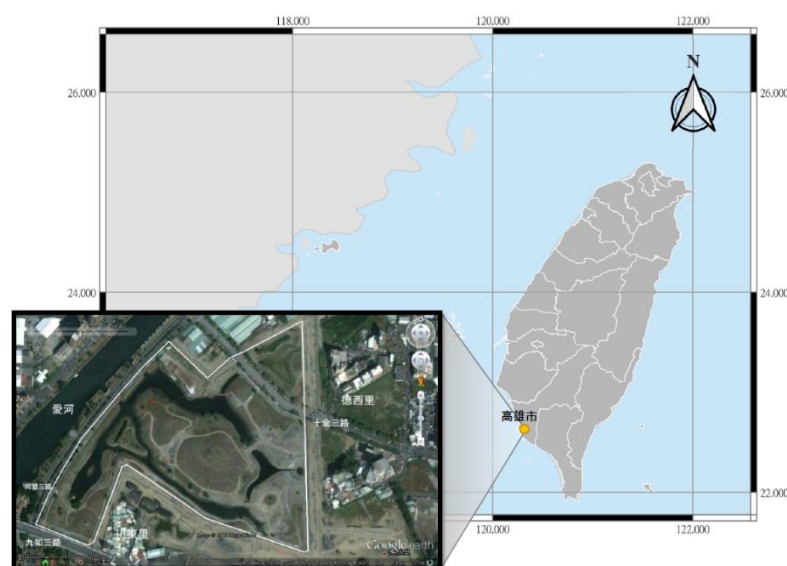


圖 1 專案活動位置圖

中都濕地公園的規劃設計是以重建高雄市紅樹林生態系統為原則。其中，園區內所規劃之植栽區域分為「入口意象區」、「海岸林植被區」、「耐鹽性水生植被觀測區」，以及本專案活動之「紅樹林生態保護區」等四區 (圖2)。而圍繞於中都濕地內中央島的水域泥灘地即為紅樹林植林地。

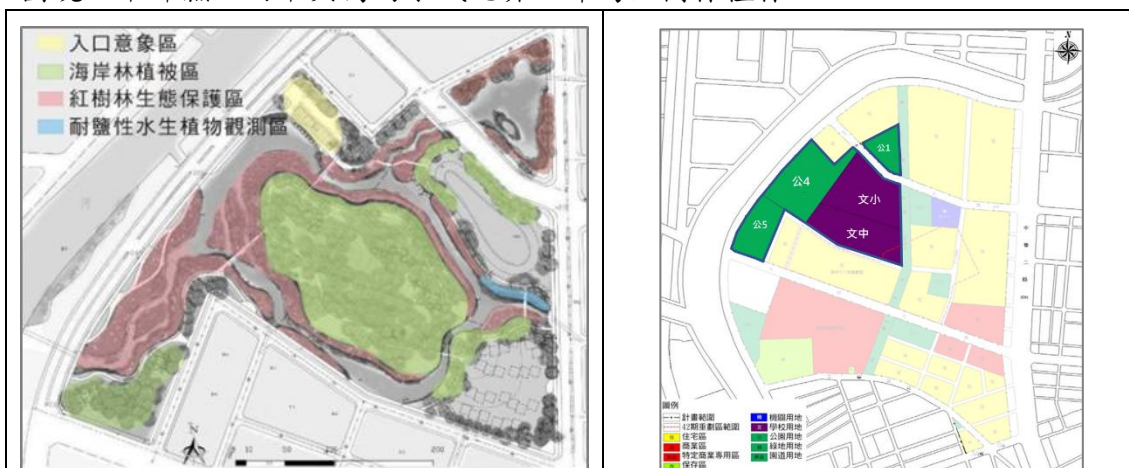


圖 2 植栽分區配置圖

資料來源：中冶環境造形顧問有限公司

圖 3 高雄中都地區都市計畫圖

資料來源：高雄市政府 (2008)，本

2. 專案邊界：

(1) 定位描述

專案執行之地點高雄中都濕地公園，經緯度座標 (TWD97, TM2) 為 176706.59, 2505321.16。專案邊界點位 (經緯度座標 TWD97, TM2)：(1) 176526.909143, 2505473.972419; (2) 176311.748138, 2505168.377688; (3) 176394.569569, 2505141.955747; (4) 176465.618788, 2505296.534605; (5) 176647.265246, 2505173.076803; (6) 176821.319133, 2505116.321021; (7) 176806.966052, 2505553.577886; (8) 176632.505941, 2505438.915581。其規劃區域範圍為公 1、公 4、公 5 公園用地，以及周邊文中、文小學校預定地，土地產權屬於高雄市政府。專案邊界為「紅樹林生態保護區」。其「專案邊界」採用全球衛星定位系統 (GPS) 進行標記；「植林紅樹林面積」以科學性之實地調查進行，並輔以空拍攝影繪製之方式進行標記 (圖9)。「專案邊界」之總面積 12.6 公頃，中都濕地之面積為 11.6 公頃，「植林紅樹林面積」為 1.15 公頃。

表 3 專案邊界內

項目/種類	面積 (公頃)
	2019紅樹林面積
總紅樹林	1.1535
水筆仔	0.0017
五梨跤	0.0061
海茄苳	0.6420
欖李	0.5037

註：「專案邊界」係指專案設計與開發階段所訂定之計畫執行專案活動之邊界；「植林紅樹林面積」係指專案活動實際量測面積。

(2) 地面基本調查資料：專案區域衛星影像圖如圖9。

(3) 土地所有權證明資料：重劃前衛星影像圖，以及國家級別的紀錄資料「變更高雄市原都市計畫區 (三民區部分) 中都地區工業區及第四十二期重劃區主要計畫書 (第一階段)」。

3. 環境描述

本專案活動地點高雄市，屬熱帶季風氣候，全年平均較臺南以北的副熱帶季風氣候更為溫暖，同時也因地處台灣南部，相較於台灣其它城市之旱季更明顯。雨季為每年 5 月至 9 月，降下全年 90% 雨量；冬季平均每月僅 3 天降雨，為旱季。

高雄臨海區原為潟湖與海灣地形，是臺灣紅樹林最重要的生長棲地之一，包含水筆仔 (*Kandelia obovata* Sheue, Liu & Young)、五梨跤 (*Rhizophora stylosa* Griff.)、海茄苳 (*Avicennia marina* (Forsk.) Vierh) 以及欖李 (*Lumnitzera racemosa* Willd.)、細蕊紅樹 (*Ceriops tagal* (Perr.) C. B. Robinson) 及紅茄苳 (*Bruguiera gymnorhiza* (L.) Lamk.) 等六種紅樹林種類。明清時期，先民以「港」來稱呼愛

河的各個河段。早年愛河中游被稱為「龍水港」，其周邊埤塘密佈，河的南側是茂密的紅樹林，也就是現在的中都濕地公園（圖4、5）。隨著日治時期填海造地、港口碼頭的建設以及 1950年代後快速的都市發展，使原先生長於河口及海岸的紅樹林逐漸消失。

中都濕地所在區域於民國 44年被規劃為工業區，基地原為合板工廠，工廠旁有貯木池（圖6）與愛河銜接，利於透過愛河將木材運送至基地內（圖7）。後合板工廠撤離，貯木池成為一閒置埤塘。由於中都濕地距離愛河出海口僅約2.5 公里處，公園內主要河道與愛河有兩處水閘門相連接，因此濕地之水文與水質主要受愛河影響，公園內河道的漲退潮高低落差與亦愛河相同，形成泥灘地環境。「中都濕地公園」之規劃設計以重建高雄市愛河紅樹林生態系統為原則，藉由愛河與海水連接之環境條件，植林已然消失的紅樹林生態及海岸林帶，營造成適合候鳥的棲息環境。本專案活動地點為高雄市三民區中都濕地（圖1）的「紅樹林生態保護區」（圖2）。中都濕地是依據高雄市政府擬訂的「中都地區工業區都市重劃案」第42、68期重劃。重劃區的規劃範圍包含公1、公4、公5用地以及文中、文小預留地，總面積為 12.6 公頃（圖3）；而中都濕地之面積為 11.6 公頃，其中12.1公頃為本專案邊界。

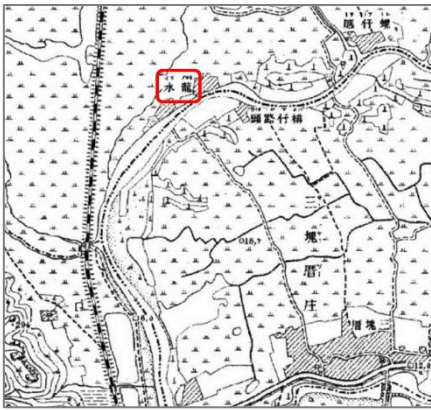


圖 4 日治二萬分之一台灣堡圖-明治版 (中研院人社中心地理資訊科學研究專題中心，2023)



圖 5 1942-日治二萬五千分之一地形圖-昭和修正版 (中研院人社中心地理資訊科學研究專題中心，2023)



圖 6 1959年林商號合板股份有限公司廠房內的貯木池 (國家文化資料庫，1975)



圖 7 貯木池與愛河銜接。1951年漂浮於愛河上的木材 (高雄歷史博物館)

(七) 減量措施說明

1. 專案活動目的

為因應 2023 年 2 月 15 日公布之《氣候變遷因應法》第四條，國家溫室氣體排放長期減量目標為 2050 年達成淨零排放，本專案對高雄中都濕地公園進行紅樹林植林，擬運用紅樹林吸存二氧化碳的自然碳匯能力，為高雄都會環境發揮生態系服務之「調適」功能。總體目標期望增加高雄中都濕地公園紅樹林碳匯及生態系服務。各別目標如下：

- (1) 執行本專案係為增加碳匯為主要目的；
- (2) 於低利用度土地透過本專案增加紅樹林碳匯；
- (3) 運用景觀設計進行紅樹林植林，增加碳吸存功能的成效。

2. 專案活動對永續發展的貢獻：

健康的生態系統能夠提供健全的「生態系統服務」(ecosystem services)，包含「支持」、「供給」、「調節」及「文化」等四大服務。紅樹林生態系統服務與聯合國在 2015 年所提出的 17 項永續發展目標 (Sustainable Development Goals, SDGs) 中，對 13 項 SDGs 具有貢獻。其中與 4 項 SDGs 有密切的相關性，包含 SDG 12 責任消費與生產、SDG 13 氣候行動、SDG 14 永續海洋與保育和 SDG 15 陸域生態 (Bimrah et al., 2022)。

本專案於高雄中都濕地公園進行紅樹林植林，其專案活動所產生之「紅樹林生態系統服務」功能如下：

- (1) 「支持」，提供作為鳥類及生物棲地。
- (2) 「調節」，紅樹林植物體經由光合作用所吸收並固定大氣中二氧化碳之自然碳匯 (carbon sink)、防止水土流失、淨化水質、可容納約 50,000 m³ 的蓄水量發揮滯洪與蓄洪功能。
- (3) 「文化」，提供人們自然的環境教育與娛樂場域，有助於市民身心健康。總結可提供包含：SDG 13 氣候行動，其次為 SDG 3 健康與福祉、SDG 4 優質教育、SDG 6 淨水與衛生、SDG 11 永續城鄉等永續目標貢獻。

3. 專案活動之技術說明

專案執行技術分為兩部分，包含植林與紅樹林經營技術、量測計畫技術。

(1) 植林與紅樹林經營技術

植林與紅樹林經營技術，包含樹種選擇、苗木來源、栽植撫育等。紅樹林生態系由於和一般陸域生態系不同，栽植前應先考量生育地特性，如：樹種、溫度、底土、水文、鹽度等。本專案於 2011 年至 2013 年執行造林，分別在種植初期、完工後三年及五年至現場觀察並記錄生長狀況。2018 年 6 月至現場觀察，紅樹林生長穩定。其中，2011 年中都濕地開園階段植林紅樹種類為水筆仔、五梨跤、海茄苳以及欖李等四種紅樹林種類。為提高中都濕地內進行植林的紅樹種類及其伴生植物對環境的適應性及存活率，以幼苗進行栽植並建立了試種、換種機制。植栽完工與公園保固期間，承攬廠商觀察、判斷幼苗存活情形，並進行補植或更換。由於中都濕地公園之定位為生態公園，建成之後經營管理方式是以都市公園的方式執行。2019 年 9 月底現場進行調查時，水筆仔因部分苗木來自臺灣北部，氣候因素生長不佳，存活率不佳，僅 5 株存活。

(2) 量測計畫技術

專案需培訓量測人員，以操作抽樣、檢測環境因子之程序。

(3) 具體執行措施

A. 植栽

2011年中都濕地開園階段植林紅樹種類為水筆仔、五梨跤、海茄苳以及欖李等四種(表4)。栽植方式為胎生苗直插(直播)法，苗木高度皆選擇大於等於20公分之健壯苗木，栽植密度為每平方公尺5株(照片記錄，詳見附件5-2)。

表4 紅樹苗木來源與生長狀況表

樹種	栽植日期	苗木來源	栽植數量	苗木規格	栽植密度	栽植狀況與存活率
水筆仔	2011年1月22日	臺北淡水河出海口	280	$h \geq 20\text{cm}$	5株/平方公尺	初期施工栽植-存活率0%
	2013年1月22日	高雄援中港濕地	30	$h \geq 20\text{cm}$		高雄鳥會補植-存活率40%
五梨跤	2011年1月22日	屏東大鵬灣	800	$h \geq 20\text{cm}$	5株/平方公尺	初期施工栽植-存活率0%
	2013年7月30日	台南四鯤鯓	45	$h \geq 20\text{cm}$		高雄鳥會補植-存活率40%
海茄苳	2011年1月22日	屏東大鵬灣	1200	$h \geq 20\text{cm}$	5株/平方公尺	初期施工栽植-存活率100%
欖李	2011年1月22日	屏東大鵬灣	1600	$h \geq 20\text{cm}$	5株/平方公尺	初期施工栽植-存活率100%

B. 補植與換種

觀察、判斷幼苗存活情形，視生長情況、遇有植株死亡或缺漏則予以補植與換種(表5-7)。五梨跤與水筆仔紅樹林苗木種植時間為2011年1月22日，栽植後三周後具有苗幹白化枯乾、幼葉掉落現象，分別於同年2月10日以及2月13日全數枯萎死亡，故公園開闢階段並無再栽植此兩種植物，而補植生長良好的欖李及海茄苳。

表5 第一次調查-種植初期記錄(2011.01.22-02.22)

樹種	栽植日期	苗木來源	樹苗生長狀況	
水筆仔	2011年1月22日	臺北淡水	2011年2月13日	全數死亡
五梨跤	2011年1月22日	屏東大鵬灣	2011年2月10日	全數死亡
海茄苳	2011年1月22日	屏東大鵬灣	存活率高、生長良好	
欖李	2011年1月22日	屏東大鵬灣	存活率高、生長良好	

表6 第二次調查-完工三年後記錄(2014.03.05)

樹種	種植類型	栽植日期	地點	株樹	樹苗生長狀況
水筆仔	補植	2012年11月	生態小島	300	存活率100%
	試種	2012年11月	桑科榕屬島前	30	
五梨跤	試種	2013年7月30日		45	存活率40%

海茄苳	新植	2013年8月8日		5	存活率80%
	2011年1月種植迄今植林成效佳，存活率100%				
欖李	2011年1月種植迄今植林成效佳，存活率100%				

表 7 第三次調查-完工後五年記錄 (2016.01.22)

樹苗生長狀況			
樹種	種植階段	第五年生長記錄	生長狀況
水筆仔		80-100 公分	良好
五梨跤	補植後存活	氣根向外生長，支持根明顯茁壯	良好
海茄苳	20公分胎生苗	1.9 公尺	良好
欖李	20公分胎生苗	1.4 公尺	良好

C. 撫育

栽植初期施用肥料。

D. 經營管理方式

中都濕地公園之定位為生態公園，但建成之後經營管理方式是以都市公園的方式執行。園區之經營管理由高雄市政府工務局養護工程處四維養護工程隊辦理，管理主要以紅樹植物為主，中央大島及桑科榕屬島植林則長期以都市公園草坪修剪的方式執行。

E. 量測計畫技術

為了計算專案移除量，本專案自 2019年 9月至 2020年 6月進行紅樹林面積，並於四個紅樹林種類樣區進行植株密度調查。環境因子檢測則進行水質與營養鹽分析（檢測數據詳見附件5-1）。

三、減量方法應用說明

(一) 適用條件說明

本專案活動符合環境部「紅樹林植林」小規模減量方法學（編號及版本 000），表8陳列本專案活動符合減量方法的每項適用性條件，以證明減量方法之選擇，其證明文件放置附件2「引用減量方法之適用性」中。

表 8 適用條件與原因表

項次	減量方法之適用條件	本專案活動之適用原因
1.	專案活動適用於人為型濕地，專案邊界在執行專案活動前2年內無產業活動或執行專案活動並不會導致產業外移，如閒置鹽田、閒置養殖池、閒置埤塘等。	本專案活動範圍(中都濕地公園)前身為廢棄合板工廠儲木池符合「閒置埤塘」及「過去2年內無產業活動」。
2.	專案活動應種植紅樹林，並配合環境條件選用合宜樹種且可同時涵括以下任一項或多項之組合： (1)水文改善(如拆除潮汐障礙、改善水文連	1. 本專案活動範圍(中都濕地公園)前身為人為開發之土地及水域，專案活動包含「運用景觀設計進行紅樹林植林」，因此符合紅樹林引入及條件(1)。

項次	減量方法之適用條件	本專案活動之適用原因
	<p>通性、恢復濕地潮汐或降低濕地水位)；</p> <p>(2) 沉積物改變 (如利用疏濬材料或將河流沉積物轉移至缺乏沉積物的區域等)；</p> <p>(3) 鹽度改變 (如引入海水提高棲地鹽度等)；</p> <p>(4) 水質改善 (如減少過多陸源營養鹽污染等)；</p> <p>(5) 管理方法改善 (如移除外來種、減少草食作用等)。</p>	<p>2. 另根據高雄州珍貴植物-紅樹林 (高雄市立歷史博物館典藏影像數位化計畫)，中都濕地公園所在愛河邊曾有高大紅樹林分布 (圖8)，且現今仍屬於愛河感潮帶，因此符合「配合環境條件選用合宜樹種」之條件。</p>
3.	專案邊界內須進行防止植林紅樹林外溢之措施 (如於進出水口架設攔截網，阻絕紅樹林繁殖體之擴散等)。	中都濕地與愛河連接口有架設網子，攔截公園輸出的落葉枝條。
4.	除非基於保護紅樹林之必要措施外，不得進行林木伐除、移除植株、人為引火焚燒及移除地表枯落物、樹根及枯木等行為。	原本本專案邊界內於專案前並無樹林，且本專案活動並無引火焚燒等管理等方式。
5.	專案每年溫室氣體淨移除量應小於或等於20,000公噸二氧化碳當量 (t CO ₂ e)，且整個專案淨移除量需為正值。	本專案每年溫室氣體移除量為43公噸二氧化碳當量，因此符合微型規模的自願減量專案。

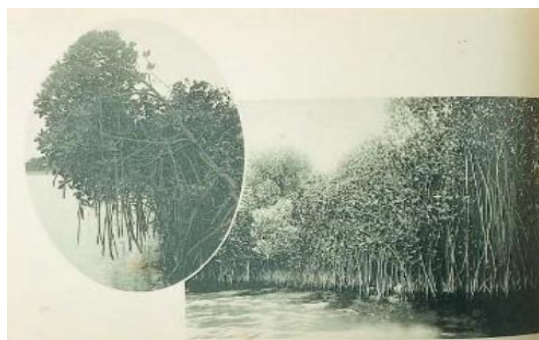


圖 8 高雄州珍貴植物-紅樹林 (高雄市立歷史博物館典藏影像數位化計畫)

(二) 外加性分析

依據民國112年10月12日環境部公布的「溫室氣體自願減量專案管理辦法」第8條第2項第3款辦理，即自願減量專案之溫室氣體每年排放量總減量小於或等於20,000公噸二氧化碳當量 (tCO₂e)，專案計畫書之外加性分析得僅分析法規外加性。法規外加性之分析，包括是否有法規強制或政策鼓勵事業體執行專案活動、確認當地法規和政策對本專案活動之要求、確認專案活動的合理性、確定是否存在潛在法律或政府變化、評估專案是否超出法規要求，並提出相關文件或證據支持。爰以下依序提出本專案活動具有外加性之佐證說明，法規外加性說明如下：

1. 不是因為法規強制性要求而執行專案：本專案根據《濕地保育法》、《重要濕地評定辦法》、《發展觀光條例》、《自然保護區設置管理辦法》、《野生動物保育法》、《文化資產保存法》、《海岸管理法》、《漁港法》、《海洋保育法》、《水污染防治

法》、《農業發展條例》、《區域計畫法》、《都市計畫法》、《野生動物保育法》、《環評法》等規範，並未強制要求執行紅樹林植林。

2. 專案活動不得違反國家相關法律、法規、政策措施，不得於法規禁止及嚴格管制區域執行專案活動，並且應符合相關技術規範：根據《文化資產保存法》第86條第1項「自然保留區禁止改變或破壞其原有自然狀態」，以及《濕地保育法》第16條第1項第一款「核心保育區：為保護濕地重要生態，以容許生態保護及研究使用為限」，本專案不屬於禁止及嚴格管制區域。此外，根據《濕地保育法》第16條第1項第五款「其他分區：其他供符合明智利用原則之使用」，本專案為符合「明智利用」之區域。
3. 若專案活動涉及改善水質、改善水文連通性、恢復潮汐流至濕地或降低堤防濕地的水位等工程，也需要提供相關的工程許可或符合法律規範：本專案工程符合高雄市政府之相關規定。

(三) 專案前後示意圖

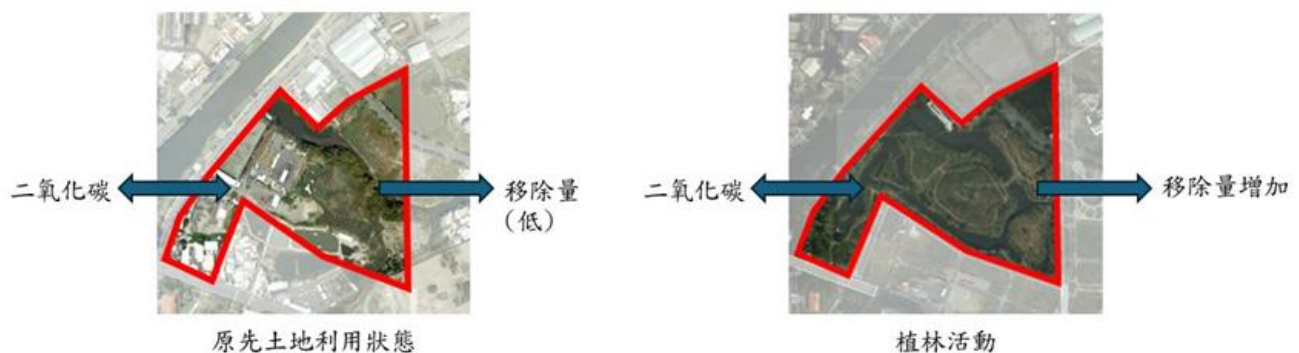


圖 9 專案情境示意圖

四、 計算方法

(一) 基線排放量計算

1. 基線情境之選擇與說明：

基線情境¹為專案活動執行前的土地使用方式。重劃前中都地區位於高雄愛河之中下游，在1950年之前具有紅樹林。於民國 44 年此區域被規劃為工業區作為合板工廠並具有貯木池，隨後工廠撤離，貯木池亦成為荒廢的泥灘地水域。規劃區域範圍為公 1、公4、公5 公園用地，以及周邊文中、文小學校預定地，在重劃前為工業區、泥灘地、水泥住宅與道路。此區域難以自然恢復紅樹林生態系統，本專案活動之「紅樹林生態保護區」的基線情境主要為荒廢之泥灘地水域，並以國家級別的紀錄資料「變更高雄市原都市計畫區（三民區部分）中都地區工業區及第四十二期重劃區主要計畫書（第一階段）」的「重劃區變更計畫圖」（圖10）作為佐證土地利用方式及情況。

¹所謂基線情境，即未執行抵換專案時，所採用的某一種技術或執行方案。



圖 10 重劃前衛星影像圖

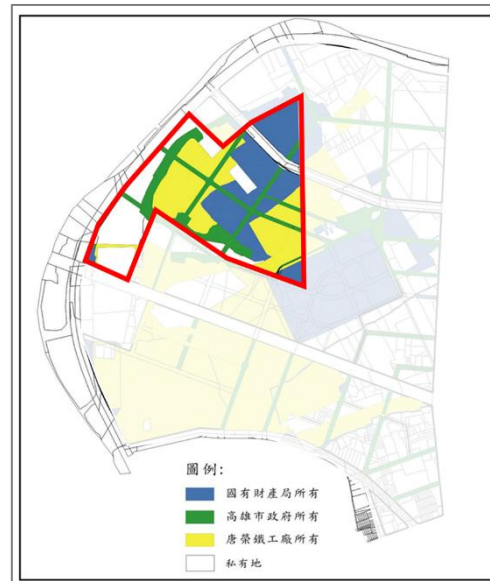


圖 11 重劃區變更計畫圖

資料來源：高雄市政府 (2008)，本專案再製

2. 碳庫計算項目：

依據引用方法，地上部及地下部生物量為必須計入之項目。由於枯落物及枯木並非主要受影響之碳庫，因此考量保守性只計算地上部、地下部生物量(紅樹林植物體之生物量)及土壤有機碳庫(表9)。

表9 碳庫計算項目

	碳庫	溫室氣體	是否納入?	說明
基線	地上部生物量 (above-ground biomass)	CO ₂	是	專案邊界內原為人為開發土地，因此地上部碳移除量假設為假設為0，為符合保守性原則。
	地下部生物量 (below-ground biomass)	CO ₂	是	專案邊界內原為人為開發土地，因此地下部碳移除量假設為假設為0，為符合保守性原則。
	枯落物 (litter)	CO ₂	否	專案邊界內原為人為開發土地，因此枯落物碳移除量假設為假設為0，為符合保守性原則。
	枯木 (dead wood)	CO ₂	否	基於保守性原則選擇不計入。
	土壤有機碳 (soil organic carbon)	CO ₂	是	案邊界內原為人為開發土地，因此土壤碳移除量假設為假設為0，為符合保守性原則。
專案活動	地上部生物量 (above-ground biomass)	CO ₂	是	為專案活動影響的主要碳庫。
	地下部生物量 (below-ground biomass)	CO ₂	是	碳儲量預計會受專案活動的執行而增加。
	枯落物 (litter)	CO ₂	否	因為專案活動不會降低枯落物的堆積率，故保守性作法是將此碳庫排除在核算之外。

	碳庫	溫室氣體	是否納入?	說明
	枯木 (dead wood)	CO ₂	否	基於保守性原則選擇不計入。
	土壤有機碳 (soil organic carbon)	CO ₂	是	碳庫中的碳儲量可能會受專案活動的執行而增加。

3. 溫室氣體排放源計算項目：

依據引用方法，溫室氣體排放源分為三部分，分別為自然火災燃燒木質生物量、濕地土壤及專案活動執行之溫室氣體排放(表10)。

表10 溫室氣體排放項目

	來源	溫室氣體	是否納入?	說明
專案活動	紅樹林木質生物量	CO ₂	否	生物量燃燒所產生的二氧化碳 (CO ₂) 排放量已被計入碳儲量變化之中。
		CH ₄	是	受火災燃燒木質生物量而導致甲烷 (CH ₄) 釋出，若無自然火災則可不計入。
		N ₂ O	是	受火災燃燒木質生物量而導致氧化亞氮 (N ₂ O) 釋出，若無自然火災則可不計入。
	活動範圍之濕地土壤	CO ₂	否	CO ₂ 排放量已被計入碳儲量變化之中。
		CH ₄	是	水體鹽度 < 18 psu 的情境 ² 應計入；若當次測量水體鹽度 ≥ 18 psu 的情境，則可不計入。
		N ₂ O	是	專案期施以高營養鹽、肥料等，或低潮時水質達到 ≥ 中度優養化等級 ³ ，則當次(或當季)測量應計入；若水質為低度優養的情境或未達條件則可不計入。
	化石燃料	CO ₂	是	專案活動作業及量測作業中，車輛運輸和機具設備移動是潛在的主要排放源。專案活動作業也包含重新補植苗木及移除專案邊界外之紅樹林。
		CH ₄	是	專案活動作業及量測作業中，車輛運輸和機具設備移動是潛在的主要排放源。專案活動作業也包含重新補植苗木及移除專案邊界外之紅樹林。
		N ₂ O	是	專案活動作業及量測作業中，車輛運輸和機具設備移動是潛在的主要排放源。專案活動作業也包含重新補植苗木及移除專案邊界外之紅樹林。

² 依據 IPCC 《對2006國家溫室氣體清冊的2013補充指南：濕地》(2013 Supplement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Wetlands)，設定海水鹽度18 psu 的標準。

³ 優養化指數計算方式為(E)=[化學需氧量]×[無機氮]×[活性磷酸鹽]/4500×10⁶。其中，E≤3.0為輕度優養化；3.0<E≤9.0為中度優養化；E>9.0為重度優養化。化學需氧量、無機氮及活性磷酸鹽單位為每公升毫克(mg/L)。

4. 減量計算描述

本專案所使用之計算公式，是依據「紅樹林植林」(版本)減量方法中所提供的計算方法。由於本專案不計入枯木碳庫，因此枯木參數省略計算。

(1) 基線移除(基線溫室氣體淨移除量)

由於本專案基線情境為荒廢工業區，因此基線移除量計為零，符合保守性原則。

(2) 專案移除(專案溫室氣體淨移除量)

a. 專案溫室氣體淨移除量計算公式

專案執行後，專案邊界內受專案活動而產生的專案溫室氣體淨移除量，即專案所增加之碳匯量。其估算方式為專案邊界內各碳庫中碳儲量之總和(專案邊界內碳庫在 t 年內的碳儲量總變化， $\Delta C_{PROJ,t}$)扣除受專案活動使用化石燃料的排放量($GHG_{fuel,t}$)。

$$\Delta C_{ACTUAL,t} = \Delta C_{PROJ,t} - GHG_{fuel,t} \quad \text{式2}$$

參數	定義	單位
$\Delta C_{ACTUAL,t}$	t 年間之碳匯的實際溫室氣體淨移除量	t CO ₂ e
$\Delta C_{PROJ,t}$	t 年間之選定碳庫中碳儲量的總變化	t CO ₂ e
$GHG_{fuel,t}$	t 年間由於執行紅樹林植林專案活動，在專案邊界內使用化石燃料的排放量。可參照 CDM AR-Tool05「A/R CDM 專案活動中與化石燃料燃燒有關的溫室氣體排放量估算工具」	t CO ₂ e

a.1. 專案溫室氣體淨移除量計算公式

依據所選擇之碳庫，計算各專案(PROJ)碳層之紅樹林碳儲量的年度總變化量，即為專案紅樹林碳儲量的年變化量($\Delta B_{PROJ,t}$)。

$$\Delta C_{PROJ,t} = \Delta B_{PROJ,t} + \Delta SOC_{PROJ,t} - GHG_{PROJ,t} \quad \text{式2-1}$$

參數	定義	單位
$\Delta B_{PROJ,t}$	t 年之專案紅樹林生物量碳儲量的年變化量	t CO ₂ e
$\Delta SOC_{PROJ,t}$	t 年之專案土壤有機碳碳儲量的年變化量	t CO ₂ e
$GHG_{PROJ,t}$	t 年間之專案非二氧化碳之溫室氣體排放量	t CO ₂ e
t	專案執行之年份， $t=1,2,3\dots$	yr

a.1.1. 專案生物碳儲存年變化量

依據所選擇之碳庫、劃分之碳層與樹種面積，計算各專案(PROJ)碳層之紅樹林生物碳儲量的年度總變化量，即為專案紅樹林生物碳儲量的年變化量($\Delta B_{PROJ,t}$)。並選擇式1-1-1來估算單位面積紅樹林生物碳儲存年變化量

$(\Delta B_{PROJ,i,j,t})$ 。

$$\Delta B_{PROJ,t} = \sum_{ij} (A_{PROJ,i,j,t} \times \Delta B_{PROJ,i,j,t}) \times 44/12 \quad \text{同式1-1}$$

$$\Delta B_{PROJ,i,j,t} = \left(\Delta B_{TREE_{AB},i,j,t} \times CF_{TREE_{AB},i,j,t} + \Delta B_{TREE_{BB},i,j,t} \times CF_{TREE_{BB},i,j,t} \right) + \left(\Delta B_{SHRUB_{AB},i,j,t} \times CF_{SHRUB_{AB},i,j,t} + \Delta B_{SHRUB_{BB},i,j,t} \times CF_{SHRUB_{BB},i,j,t} \right) \quad \text{同式1-1-1}$$

參數	定義	單位
$\Delta B_{PROJ,t}$	t 年之專案紅樹林生物碳儲量的年變化量	t CO ₂ e
$A_{PROJ,i,j,t}$	t 年之專案第 i 碳層 j 樹種的面積	ha
$\Delta B_{PROJ,i,j,t}$	t 年之專案第 i 碳層 j 樹種單位面積紅樹林生物碳儲存年變化量	t C/ha·yr
ΔB_{AB}	紅樹林地上部生物量平均年生長量 (乾重)	t d.m./ha
CF_{AB}	紅樹林地上部有機碳含量百分比	%
ΔB_{BB}	紅樹林地下部生物量平均年生長量 (乾重)	t d.m./ha
CF_{BB}	紅樹林地下部有機碳含量百分比	%
44/12	有機碳含量之二氧化碳當量轉換係數	-
i	碳層，i = 1, 2, 3...	-
j	紅樹林樹種，j = 1, 2, 3...	-
t	專案執行之年份，t=1, 2, 3...	yr

a.1.2. 專案土壤碳儲存年變化量

依方法學提供專案申請者兩個子公式 ($aSOC_{i,t}$ 或 $dSOC_{i,j,t}$) 及估計值 (EF_{Siols})，以計算土壤有機碳儲量的年變化量 ($\Delta SOC_{BSL,t}$)。

本專案選擇使用子公式 ($aSOC_{i,j,t}$)。

$$\Delta SOC_{PROJ,t} = \sum_{ijt} A_{PROJ,i,j,t} \times (aSOC_{i,j,t}) \times 44/12 \quad \text{式1-2}$$

參數	定義	單位
$\Delta SOC_{PROJ,t}$	t 年間之專案土壤有機碳儲量的年變化量	t CO ₂ e
$A_{PROJ,i,j,t}$	第 t 年之專案第 i 碳層 j 樹種的面積	ha
$aSOC_{i,j,t}$	第 t 年紅樹林自源性土壤碳儲存年變化量	t C/ha·yr
44/12	有機碳含量之二氧化碳當量轉換係數	-
i	基線碳層，i = 1, 2, 3...	-
j	紅樹林樹種，j = 1, 2, 3...	-
t	未執行專案之基線年份，t=1,2,3...	yr

b. 專案邊界內非二氧化碳之溫室氣體年排放量

非二氧化碳之溫室氣體排放量分為兩部分，自然火災及濕地土壤排放量。

$$GHG_{PROJ,t} = \sum_{it} (GHG_{FF_TREE,t} + GHG_{SED,i,t}) \quad \text{式1-3}$$

參數	定義	單位
$GHG_{PROJ,E,t}$	t年間由於執行 A/R 專案活動，在專案邊界內非二氧化碳 GHG 排放量；並將「專案前」之估算設為零	t CO ₂ e
$GHG_{FF_TREE,t}$	第 t 年因火災所引起的林木地上部生物量燃燒，並造成非二氧化碳溫室氣體排放	t CO ₂ e/yr
$GHG_{SED,i,t}$	第 t 年第 i 碳層濕地土壤排放量	t CO ₂ e/yr
i	基線之碳層，i = 1, 2, 3...	-
t	專案執行之年份，t=1, 2, 3...	yr

b.1. 自然火災

$$GHG_{FF_TREE,t} = 0.001 \times \sum_{i,t} \{ A_{SPF,i,t} \times b_{TREE,i,tL} \times COMF_i \times (EF_{CH_4} \times GWP_{CH_4} + EF_{N_2O} \times GWP_{N_2O}) \} \quad \text{式1-3-1}$$

參數	定義	單位
$GHG_{FF_TREE,t}$	第 t 年因火災所引起的林木地上部生物量燃燒，並造成非二氧化碳溫室氣體排放量	t CO ₂ e/yr
$A_{SPF,i,t}$	第 t 年第 i 碳層所發生的燃燒面積	ha
$b_{TREE,i,tL}$	火災發生前，專案最近一次查證時，第 i 碳層單位面積林木地上部生物量。如果只發生地表火，林木之地上部生物量未受燃燒，則設 $b_{TREE,i,t}$ 為零	t d.m./ha
tL	火災發生前，最近一次查證的時間	-
$COMF_i$	第 i 碳層燃燒係數 (combustion factor)	-
EF_{CH_4}	甲烷 (CH ₄) 排放係數	g CH ₄ /kg 燃燒的乾物質
EF_{N_2O}	氧化亞氮 (N ₂ O) 排放係數	g N ₂ O/kg 燃燒的乾物質
GWP_{CH_4}	甲烷 (CH ₄) 的全球溫暖化潛勢，依 IPCC 之 GWP-100估計值	-
GWP_{N_2O}	氧化亞氮 (N ₂ O) 的全球溫暖化潛勢，依 IPCC	-

	之 GWP-100估計值	
i	基線碳層，i = 1, 2, 3...	-
t	專案執行之年份，t=1, 2, 3...	yr
0.001	單位轉換值，將公斤 (kg) 轉為噸 (t) 的常數	-

b.2. 濕地土壤溫室氣體年排放量

(a) 水體鹽度為大於18 psu 時，當次測量得不用計入甲烷 (CH₄) 之排放量。

(b) 水體未達中度優養化等級，則需測量氧化亞氮 (N₂O) 之排放量。

$$GHG_{SED,i,t} = A_{i,t} \times (GHG_{CH_4,i,t} \times GWP_{CH_4} + GHG_{N_2O,i,t} \times GWP_{N_2O}) \quad \text{式1-3-2}$$

參數	定義	單位
$GHG_{SED,i,t}$	第 t 年第 i 碳層濕地土壤排放量	t CO ₂ e/yr
$A_{i,t}$	第 t 年第 i 碳層的土地面積	ha
$GHG_{CH_4,i,t}$	第 t 年第 i 碳層的甲烷 (CH ₄) 排放量	t CH ₄ /ha·yr
$GHG_{N_2O,i,t}$	第 t 年第 i 碳層的氧化亞氮 (N ₂ O) 排放量	t N ₂ O/ha·yr
GWP_{CH_4}	CH ₄ 的全球溫暖化潛勢，依 IPCC 之 GWP-100 估計值	-
GWP_{N_2O}	N ₂ O 的全球溫暖化潛勢，依 IPCC 之 GWP-100 估計值	-
i	基線碳層，i = 1, 2, 3...	-
t	專案執行之年份，t=1, 2, 3...	yr

b.3. 專案活動中使用化石燃料所產生之溫室氣體排放量

專案活動中 (包含紅樹林植林的每一次補植、量測及移除專案邊界外之紅樹林等)，使用化石燃料之車輛運輸及機具設備是重要的溫室氣體潛在排放源。排放來源包括移動式及固定式兩種類型：移動式排放類型如卡車、拖拉機等；而固定式排放類型，如鏈鋸等可攜式設備和水泵 (water pumps) 等固定設備。

$$GHG_{fuel,t} = \sum_{j=1}^J ET_{FC,j,t} \quad \text{式2-2}$$

$$= \sum_{f=1}^F FC_{FC,f,j,t} \times (EF_{CO_2,f} + EF_{CH_4,f} \times GWP_{CH_4} + EF_{N_2O,f} \times GWP_{N_2O}) \times NCV_f \quad \text{(直接法) 式2-2-1}$$

參數	定義	單位
$GHG_{fuel,t}$	t 年間由於執行 A/R 專案活動，使用化石燃料之溫室氣體排放量	t CO ₂ e

$ET_{FC,j,t}$	第 t 年 j 類型車輛/機具設備其化石燃料燃燒所產生的二氧化碳排放量	t CO ₂ e/yr
j	車輛/機具設備之類型	-
J	車輛/機具設備之類型總數	-
$FC_{FC,f,j,t}$	第 t 年 j 類型車輛/機具設備消耗的燃料類型 f 量	質量或體積單位/yr
$EF_{CO_2,f}$	燃料類型 f 的二氧化碳排放係數	t CO ₂ /GJ
$EF_{CH_4,f}$	燃料類型 f 的甲烷排放係數	t CH ₄ /GJ
GWP_{CH_4}	甲烷 (CH ₄) 的全球溫暖化潛勢，估計值為27.9	-
$EF_{N_2O,f}$	燃料類型 f 的氧化亞氮排放係數	t N ₂ O/GJ
GWP_{N_2O}	氧化亞氮 (N ₂ O) 的全球溫暖化潛勢，估計值為273	-
NCV_f	燃料類型 f 的淨熱值	GJ/質量或體積

(二) 專案排放量計算

專案活動所產生之人為溫室氣體淨移除量，等於專案碳匯量(專案溫室氣體淨移除量)扣除基線碳匯量(基線溫室氣體淨移除量)以及洩漏所產生之溫室氣體排放量。

$$\Delta C_{AR,t} = \Delta C_{ACTUAL,t} - \Delta C_{BSL,t} - LK_t \quad \text{式3}$$

參數	定義	單位
$\Delta C_{AR,t}$	第 t 年之人為溫室氣體淨移除量	t CO ₂ e
$\Delta C_{ACTUAL,t}$	第 t 年實際溫室氣體淨移除量	t CO ₂ e
$\Delta C_{BSL,t}$	t 年(未執行專案活動)之基線溫室氣體淨移除量	t CO ₂ e
LK_t	第 t 年之洩漏所產生之溫室氣體排放量，依據本方法學適用條件可視為零	t CO ₂ e

1. 所引用之預設數據與參數說明

預設數據與參數1

IPCC (GWP-100) ⁴	AR1 (1990)	AR2 (1995)	AR3 (2001)	AR4 (2007)	AR5 (2014)	AR6 (2021)
CO ₂	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
CH ₄ -non-fossil	21	21	23	25	28	27
N ₂ O	290	310	296	298	265	273

⁴ 在100年的時間框架內，聯合國政府間氣候變遷專門委員會 (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) 在各階段科學評估報告 (Assessment Reports, AR) 中所述各種溫室氣體的溫室效應對應於相同效應的二氧化碳的質量，本方法提供 AR1~AR6之 GWP-100值給申請者參考。

註：GWP 值應依據環境部所規範，其次採 IPCC 最新版評估報告。

預設數據與參數2

參數	$EF_{CO_2,f}$
單位	t CO ₂ /GJ
描述	燃料類型 f 的二氧化碳 (CO ₂) 排放係數
資料來源	使用資料來源的優先順序： (a) 專案申請者於專案邊界內透過實地調查之資料 (應提供透明且可信之資料佐證) (b) 當地區域或相似生態條件之調查資料 (c) 國家級的資料 (政府最新年度公告之排放係數) (d) IPCC 估計值
其他說明	-

預設數據與參數3

參數	$EF_{CH_4,f}$
單位	t CH ₄ /GJ
描述	燃料類型 f 的甲烷 (CH ₄) 排放係數
資料來源	使用資料來源的優先順序： (a) 專案申請者於專案邊界內透過實地調查之資料 (應提供透明且可信之資料佐證) (b) 當地區域或相似生態條件之調查資料 (c) 國家級的資料 (政府最新年度公告之排放係數) (d) IPCC 估計值
其他說明	-

預設數據與參數4

參數	$EF_{N_2O,f}$
單位	t N ₂ O/GJ
描述	燃料類型 f 的氧化亞氮 (N ₂ O) 排放係數

資料來源	使用資料來源的優先順序： (a) 專案申請者於專案邊界內透過實地調查之資料 (應提供透明且可信之資料佐證) (b) 當地區域或相似生態條件之調查資料 (c) 國家級的資料 (政府最新年度公告之排放係數) (d) IPCC 估計值
其他說明	-

(三) 洩漏量計算

依據本方法學之適用條件之第1點，專案活動的執行不會引起專案前農漁業活動之轉移，因此不考慮農漁業活動轉移所造成之排放。因此本方法學下，造林活動不具潛在洩漏，即 $LK_t = 0$ ，其中 LK_t 為第 t 年專案活動所產生的洩漏排放量。

(四) 減量計算

本專案所使用之計算公式，是依據「紅樹林植林」減量方法 (版本01.0) 中所提供的計算方法。由於本專案不計入枯木碳庫，因此枯木參數省略計算。

1. 基線移除 (基線溫室氣體淨移除量)

本專案基線情境為荒廢工業區，因此基線移除量計為零，符合保守性原則。以2021年為例，該年基線溫室氣體淨移除量：

$$\Delta C_{BSL,t} = 0$$

2. 專案移除 (專案溫室氣體淨移除量)

專案邊界內四種紅樹林樣區面積及植株密度，是根據四次紅樹林面積及植株密度調查。移除量方面由於是模擬案例，因此採用層級2紅樹林碳吸存及自源性土壤碳埋藏係數進行計算。若是實際申請專案，須以實地測量為主。

a. 專案溫室氣體淨移除量

專案執行後，碳匯之專案溫室氣體淨移除量，以第十年 (即2021單年內) 為舉例，計算如下：

$$\Delta C_{ACTUAL,t} = \Delta C_{PROJ,t} - GHG_{fuel,t} \quad \text{式2}$$

= 62.8353 (2021年專案生物量碳庫及專案土壤碳儲存年變化量之二氧化碳淨移除量總和)

-0.1182 (2021年專案化石燃料溫室氣體排放量)

= 62.7170 t CO₂e

a.1. 專案溫室氣體淨移除量計算公式

以2021年為例計算專案生物量碳庫及專案土壤碳儲存年變化量之二氧化碳淨移除量總和。依據所選擇之碳庫，計算各專案 (PROJ) 碳層之紅樹林碳儲量的年度總變化量，即為專案紅樹林碳儲量的年變化量 ($\Delta B_{PROJ,t}$)。專案邊界內碳庫在 t 年內的碳儲量總變化 ($\Delta C_{PROJ,t}$) 計算方式同基線溫室氣體淨移除量式1，並將公式中代表基線情境之縮寫”BSL”替換為專案情境之縮寫”PROJ”。

$$\Delta C_{PROJ,t} = \Delta B_{PROJ,t} + \Delta SOC_{PROJ,t} - GHG_{PROJ,t} \quad \text{式2-1}$$

$$\begin{aligned} &= \text{專案紅樹林生物量碳儲量的年變化量 (56.8574)} \\ &+ \text{土壤有機碳碳儲量年變化量 (5.9778)} \\ &- \text{專案邊界內非二氧化碳之溫室氣體年排放量 (0)} \\ &= 62.8353 \text{ t CO}_2\text{e} \end{aligned}$$

a.1.1. 專案生物碳儲存年變化量計算公式

以2021年為例計算專案紅樹林生物量碳儲量的年變化量。依據所選擇之碳庫、劃分之碳層與樹種面積，計算各專案 (PROJ) 碳層之紅樹林生物量碳儲量的年度總變化量，即為專案紅樹林生物量碳儲量的年變化量 ($\Delta B_{PROJ,t}$)，並選擇式1-1來估算。

$$\begin{aligned} \Delta B_{PROJ,t} &= \sum_{ij} (A_{PROJ,i,j,t} \times \Delta B_{PROJ,i,j,t}) \times 44/12 \quad \text{同式1-1} \\ &= (0.0017 \text{ (水筆仔公頃)} \times 23.9629 \text{ (水筆仔單位面積紅樹林植物碳儲存年變化量)} \\ &+ 0.0061 \text{ (五梨跤公頃)} \times 12.3522 \text{ (五梨跤單位面積紅樹林植物碳儲存年變化量)} + \\ &0.6420 \text{ (海茄苳公頃)} \times 11.6156 \text{ (海茄苳單位面積紅樹林植物碳儲存年變化量)} + \\ &0.5037 \text{ (欖李公頃)} \times 15.7500 \text{ (欖李單位面積紅樹林植物碳儲存年變化量)}) \times 44/12 \\ &= 56.8574 \text{ t CO}_2\text{e} \end{aligned}$$

不同年份紅樹林碳儲量年變化量資料須由紅樹林生長曲線推估。因為本土紅樹林生長曲線尚缺，因此依照臺灣海茄苳紅樹林樹齡10年和40年的生物量碳儲年變化量估算 (賴榮一 2021；Lin et al. 2023)。將臺灣不同樹齡的海茄苳紅樹林除以單位面積樹密度，標準化單位面積樹密度為1 平方公尺，樹齡10年的碳吸收存量為17.03 每年每棵樹公噸碳 (t C/tree·yr)、40年為8.96 每年每棵樹公噸碳 (t C/tree·yr)、100年為5.32 每年每棵樹公噸碳 (t C/tree·yr)、120年為5.58 每年每棵樹公噸碳 (t C/tree·yr) (賴榮一 2021；Lin et al. 2023)。由紅樹林樹齡與碳吸收存變化量的趨勢可發現，如本專案邊界的紅樹林單位面積樹密度1.5 平方公尺的情況下，10 - 40年間紅樹林每年約吸收0.99 每年每公頃公噸二氧化碳當量 (t CO₂e/ha·yr)，樹齡到55年後碳吸收存量才會持平。因此，依照保守估計本專案前10年紅樹林碳吸收存量每年遞增6.28 每年每公頃公噸二氧化碳當量 (t CO₂e/ha·yr)，第11年至20年每年遞減0.99 每年每公頃公噸二氧化碳當量 (t CO₂e/ha·yr)。

a.1.2. 專案土壤碳儲存年變化量計算公式

依方法學提供專案申請者兩個子公式 ($aSOC_{i,t}$ 或 $dSOC_{i,j,t}$) 及估計值 (EF_{Soils})，以計算土壤有機碳碳儲量的年變化 ($\Delta SOC_{BSL,t}$)。

本專案選擇使用子公式 ($aSOC_{i,t}$)。

$$\begin{aligned} \Delta SOC_{BSL,t} &= \sum_{ijt} A_{PROJ,i,j,t} \times (aSOC_{i,j,t}) \times 44/12 \quad \text{式1-2} \\ &= (0.0017 \text{ (水筆仔公頃)} \times 1.1094 \text{ (水筆仔自源性土壤碳儲量年變化量)} \\ &+ 0.0061 \text{ (五梨跤公頃)} \times 1.0144 \text{ (五梨跤自源性土壤碳儲量年變化量)} \\ &+ 0.6420 \text{ (海茄苳公頃)} \times 1.1970 \text{ (海茄苳自源性土壤碳儲量年變化量)} \\ &+ 0.5037 \text{ (欖李公頃)} \times 1.6950 \text{ (欖李自源性土壤碳儲量年變化量)}) \times 44/12 \end{aligned}$$

$$= 5.9778 \text{ t CO}_2\text{e}$$

a.2. 專案邊界內非二氧化碳之溫室氣體排放量

非二氧化碳之溫室氣體排放量分為兩部分，自然火災以及濕地沉積物的排放。本專案執行期間之內並無發生自然火災，且經由現地監測計畫並無達到濕地土壤排放條件，因此專案邊界內非二氧化碳之溫室氣體排放量為零。

$$GHG_{PROJ,t} = \sum_{it} (GHG_{FF_TREE,t} + GHG_{SED,it}) \quad \text{式1-3}$$

$$GHG_{PROJ,t} = 0 \text{ t CO}_2\text{e}$$

a.3. 專案活動中化石燃料所產生的二氧化碳排放量

專案活動中，使用化石燃料之車輛運輸及機具設備是重要的二氧化碳潛在排放源。排放來源包括移動式及固定式兩種類型：移動式排放類型如卡車、拖拉機等；而固定式排放類型，如鏈鋸等可攜式設備和水泵 (water pumps) 等固定設備。本專案執行期間，於2011年以及2013年有使用柴油貨車運輸紅樹林幼苗(數據與參數表5)，屬於移動式排放源。二氧化碳 (CO₂) 排放係數 2.6060 每公升公斤二氧化碳 (KgCO₂/L)⁵引用環境部國家溫室氣體登錄平台「溫室氣體排放係數管理表6.0.4版」中項目 Gas/Diesel Oil。因此，2011年及2013年專案活動中化石燃料所產生的總二氧化碳排放量為0.15 公噸二氧化碳 (t CO₂e)。以2011年專案活動中化石燃料所產生的二氧化碳排放量為例，計算如下。

$$GHG_{fuel,t} = \sum_{j=1}^J ET_{FC,j,t} \quad \text{式2-2}$$

$$= \sum_{f=1}^F FC_{FC,f,j,t} \times (EF_{CO_2,f} + EF_{CH_4,f} \times GWP_{CH_4} + EF_{N_2O,f} \times GWP_{N_2O}) \times NCV_f \quad \text{(直接法) 式2-2-1}$$

$$\begin{aligned} &= \text{消耗燃料量}(34.09+10.58)(L) \times (\text{二氧化碳燃料排放係數 } 2.6060317920 \text{ (KgCO}_2\text{/L)} \\ &+ \text{甲烷燃料排放係數 } 0.000137 \text{ (KgCH}_4\text{/L)} \times 27 \text{ 甲烷全球溫暖化潛勢} + \text{氧化亞氮燃料排放係數 } 0.000137 \text{ (KgN}_2\text{O/L)} \times 273 \text{ 氧化亞氮全球溫暖化潛勢}) \times \text{單位換算 } 0.001 \\ &= 0.1182 \text{ t CO}_2\text{e} \end{aligned}$$

3. 洩漏排放

依據本方法學之適用條件之第1點，專案活動的執行不會引起專案前農漁業活動之轉移，因此不考慮農漁業活動轉移所造成之排。即 LK_t = 0，其中 LK_t 為第 t 年專案活動所產生的洩漏排放量。

4. 減量

2021年專案活動所產生之人為溫室氣體淨移除量，等於專案碳匯量(專案溫室氣體淨移除量)扣除基線碳匯量(基線溫室氣體淨移除量)及洩漏所產生之溫室氣體排放量。

$$\Delta C_{AR,t} = \Delta C_{ACTUAL,t} - \Delta C_{BSL,t} - LK_t \quad \text{式3}$$

$$= 62.7170 - 0 - 0 = 62.7170 \text{ t CO}_2\text{e}$$

⁵ IPCC 2006年柴油 CO₂排放係數為20.2 (kgC/GJ)

20.2 × 碳氧化因子 1 × (44/12) × 1000 = 74,100

74,100 × 4186.8 × 10⁻⁹ × 10⁻³ = 3.10E⁻⁰⁴

3.10E⁻⁰⁴ × 熱值8400.00 (Kcal/L) = 2.6060 (KgCO₂/L) = EF_{CO₂,f} 排放係數

表 11 專案活動移除量列表

年份	面積 (ha)				生物 二氧化碳 移除量 (t CO ₂ e)	沉積物 二氧化碳 移除量 (t CO ₂ e)	化石燃料 二氧化碳 排放量 (t CO ₂ e/yr)	各年間 專案 溫室氣體 移除量
	水筆仔	五梨跤	海茄苳	欖李				
2011	0.0017	0.0061	0.6420	0.5037	0.0000	0.0000	0.0902	-0.0902
2012	0.0017	0.0061	0.6420	0.5037	0.3374	5.9778		6.3153
2013	0.0017	0.0061	0.6420	0.5037	6.6174	5.9778	0.0280	12.5673
2014	0.0017	0.0061	0.6420	0.5037	12.8974	5.9778		18.8753
2015	0.0017	0.0061	0.6420	0.5037	19.1774	5.9778		25.1553
2016	0.0017	0.0061	0.6420	0.5037	25.4574	5.9778	0.1182	31.3170
2017	0.0017	0.0061	0.6420	0.5037	31.7374	5.9778		37.7153
2018	0.0017	0.0061	0.6420	0.5037	38.0174	5.9778		43.9953
2019	0.0017	0.0061	0.6420	0.5037	44.2974	5.9778		50.2753
2020	0.0017	0.0061	0.6420	0.5037	50.5774	5.9778		56.5553
2021	0.0017	0.0061	0.6420	0.5037	56.8574	5.9778	0.1182	62.7170
2022	0.0017	0.0061	0.6420	0.5037	55.8674	5.9778		61.8453
2023	0.0017	0.0061	0.6420	0.5037	54.8774	5.9778		60.8553
2024	0.0017	0.0061	0.6420	0.5037	53.8874	5.9778		59.8653
2025	0.0017	0.0061	0.6420	0.5037	52.8974	5.9778		58.8753
2026	0.0017	0.0061	0.6420	0.5037	51.9074	5.9778	0.1182	57.7670
2027	0.0017	0.0061	0.6420	0.5037	50.9174	5.9778		56.8953
2028	0.0017	0.0061	0.6420	0.5037	49.9274	5.9778		55.9053
2029	0.0017	0.0061	0.6420	0.5037	48.9374	5.9778		54.9153
2030	0.0017	0.0061	0.6420	0.5037	47.9474	5.9778	0.1182	53.8070
2011-2030					753.1414	113.5789	0.5912	866.1291

計入期計算摘要

單年期間	基線移除量 (t CO ₂ e)	專案活動移除量 (t CO ₂ e)	洩漏量 (t CO ₂ e)	總移除量 (t CO ₂ e)
2011年*	0	0	0	0
2012年	0	6	0	6
2013年*	0	12	0	12
2014年	0	19	0	19
2015年	0	25	0	25

2016年*	0	31	0	31
2017年	0	38	0	38
2018年	0	44	0	44
2019年	0	50	0	50
2020年	0	57	0	57
2021年*	0	63	0	63
2022年	0	62	0	62
2023年	0	61	0	61
2024年	0	60	0	60
2025年	0	59	0	59
2026年*	0	58	0	58
2027年	0	57	0	57
2028年	0	56	0	56
2029年	0	55	0	55
2030年*	0	54	0	54
總計	0	867	0	867

註：計入期期間之為2011年1月22日起至2030年1月21日止，共計20年，年平均移除量估計值為 $867/20 = 43.35 \text{ t CO}_2\text{e} \doteq 43 \text{ t CO}_2\text{e}$ 。2011年及2013年分別扣除該年專案活動造林及補植作業之化石燃料所產生的溫室氣體排放量0.09及0.03 每年公噸二氧化碳當量。2016年、2021年、2026年及2030年皆已扣除移除量量測作業之化石燃料所產生的二氧化碳排放量估計值0.12 每年公噸二氧化碳當量。

(五)量測計畫

1. 建議監測之數據與參數

本專案活動於監測期間所需要監測的數據和參數如下表，分別描述數據收集，並提供詳細具體的資訊。

(1) 本專案需記錄並提供資料以佐證水體不會釋放甲烷(CH_4)及氧化亞氮(N_2O)，監測數據，詳見附件5-1 樣區檢測點潮位基本資料。

(2) 量測參數

現地量測及應用範例引用參數：

數據與參數表1

數據/參數	A_i
數據單位	公頃 (ha)
描述	第 i 碳層的面積
數據來源	現地量測或地理資訊系統 (GIS) 量測

量測程序	地面面積量測儀器或地理資訊系統 (GIS) 空間資訊資料
量測頻率	每3至5年一次，自願減量專案註冊前及申請查證前再進行量測
QA/QC 程序	採用國家森林資源清查或森林規劃設計調查所使用的品質保證和品質控制 (QA/QC) 程序；若沒有可用資料，則可使用 IPCC GPG LULUCF 2003 中說明的 QA/QC 程序。收集的相關數據至少保存至最後一次核發減量權證後2年
備註	喬木以 <i>TREE</i> 表示；灌木以 <i>SHRUB</i> 表示 基線情境下以 <i>BSL</i> 表示；專案情境下以 <i>PROJ</i> 表示

數據與參數表2

數據/參數	$\Delta B_{PRO,i,j,t}$	
數據單位	t C/ha·yr	
描述	t 年間基線第 i 碳層 j 樹種單位面積紅樹林生物碳儲存年變化量	
數據來源	海洋委員會112年委託計畫：海洋碳匯盤查暨溫室氣體減量方法研析及評估；《臺灣紅樹林碳匯測量標準作業程序》(林幸助與陳冠宇，2023)	
應用的數值	植被類型	$\Delta B_{PRO,i,j,t}$
	水筆仔 <i>Kandelia obovata</i>	23.96
	海茄苳 <i>Avicennia marina</i>	11.62
	五梨跤 <i>Rhizophora stylosa</i>	15.75
	欖李 <i>Lumnitzera racemosa</i>	12.35
	本專案引用《臺灣紅樹林碳匯測量標準作業程序》(林幸助與陳冠宇，2023) 表5	
數據選擇或量測方法和程序	依據《臺灣紅樹林碳匯測量標準作業程序》(林幸助與陳冠宇，2023)， $\Delta B_{PRO,i,j,t}$ 引用之估計值「各類生物量估計包含，使用異速生長方程式估計的冠層、樹幹及粗根生物量乾重，和使用土壤採集器直接取樣並計算的細根生物量乾重」。	
數據用途	應用於公式1-1	
備註	-	

數據與參數表3

數據/參數	$aSOC_{i,t}$	
數據單位	t C/ha·yr	
描述	t 年間專案邊界中土壤有機碳碳儲量年變化量	
數據來源	海洋委員會112年委託計畫：海洋碳匯盤查暨溫室氣體減量方法研析及評估；《臺灣紅樹林碳匯測量標準作業程序》(林幸助與陳冠宇，2023)	
應用的數值	植被類型	$aSOC_{i,t}$
	水筆仔 <i>Kandelia obovata</i>	1.11
	海茄苳 <i>Avicennia marina</i>	1.20
	五梨跤 <i>Rhizophora stylosa</i>	1.70
	欖李 <i>Lumnitzera racemosa</i>	1.01
	本專案引用《臺灣紅樹林碳匯測量標準作業程序》表9	
數據選擇或量測方法和程序	依據《臺灣紅樹林碳匯測量標準作業程序》(林幸助與陳冠宇，2023)， $aSOC_{i,t}$ 引用之「估計值為臺灣本土研究數據，採用增減法測量並加總地上部枯落物及地下部死細根分解後剩餘的不易分解的有機碳，作為紅樹林對土壤碳埋藏的貢獻，五梨跤及欖李之地下部死細根分解由水筆仔及海茄苳之平均值作推算 (Chou et al. 2022)」。	
數據用途	應用於公式1-2	
備註	-	

數據與參數表4

數據/參數	NCV_f
數據單位	GJ/質量或體積
描述	燃料類型 f 的淨熱值 (net calorific value, NCV)
數據來源	熱值可以自行檢測或由供應商提供，惟均須由取得 CNS 17025 或 ISO/IEC 17025 認證之實驗室或檢測機構檢測
量測程序	-
量測頻率	-
QA/QC 程序	-
備註	-

數據與參數表5 車輛運輸之油量

樹種	栽植日期	苗木來源	地點	來回總距離 (km)	用油量 (L)
水筆仔	2011年1月22日	臺北淡水河出海口	高雄中都	$344 \times 2 = 688$	34.09
五梨跤	2013年7月30日	台南四鯤鯓	濕地	$53.4 \times 2 = 106.8$	10.58
總計					57.85

2. 採樣量測計畫

參照《濱海藍碳—紅樹林、鹽沼、海草床碳儲量及碳排放係數評估計方法》(Coastal Blue Carbon: Methods for assessing carbon stocks and emissions factors in mangroves, tidal salt marshes, and seagrass meadows) (Howard et al. 2014)、《臺灣紅樹林碳匯測量標準作業程序》(林幸助與陳冠宇, 2023)之研究方法執行調查工作。抽樣調查對象為2011 年高雄市政府栽種以及2013 年社團法人高雄市野鳥學會補植之四種紅樹樹苗(當時栽植規格為 $h \geq 20$ 公分苗木), 現階段四種紅樹平均高度為1.4 - 1.6 公尺, 水筆仔最低為1.2 公尺, 海茄苳最高可達2.1 公尺, 2019 年9 月底現場進行現地調查時, 由於水筆仔僅存5 株, 在計算使用層級2之係數。於公園內針對紅樹林植物設置三處樣站(圖11, 分別為海茄苳調查站 ($22^{\circ}38'51.07''N120^{\circ}17'08.13''E$)、欖李調查站 ($22^{\circ}38'49.70''N120^{\circ}17'08.42''E$)、五梨跤的調查站 ($22^{\circ}38'48.55''N120^{\circ}17'03.89''E$), 時間起自2019 年09 月01 日至2020年6 月30 日止。

(1) 樣區劃設

三處樣站分別畫設樣區為海茄苳 (5 m x 2 m)、欖李 (5 m x 2 m) 及五梨跤 (20 m x 1 m)。

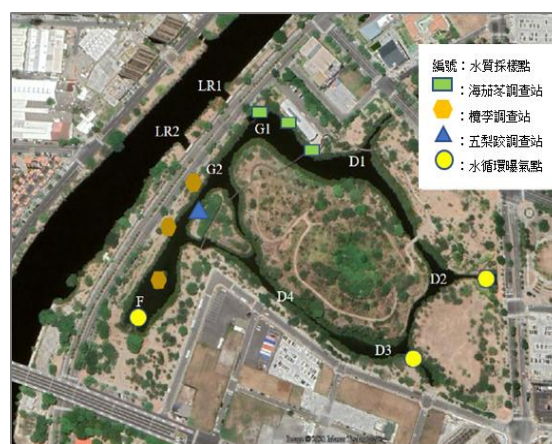


圖 12 調查樣區位置圖

(2) 採樣量測時間

採樣期間自2019年9月至2020年6月, 四種紅樹林植株計數4次。4次量測溫度資訊參考中央氣象局高雄氣象站所提供之氣溫資料。分別於秋季(第1次: 2019年9月26-27日)、冬季(第2次: 2020年1月21-22日)、春季(第3次: 2020年4月27-28日)、夏季(第4次: 2020年7月23-24日; 8月31-9月1日)、冬季(重複:

2020年12月16日)，考慮愛河潮汐漲退潮、天氣以及人員調配等因素進行採樣與相關數據調查，調查結束後前往中興大學生命科學系實驗室與國科會貴重儀器中心進行研究分析。

(3) 環境因子

現地監測的環境因子⁶分別為 (a) 水質；(b) 營養鹽。其中水質使用多參數綜合水質儀，於滿潮前1 個小時測量每個樣站水體溫度 (temperature)、鹽度 (salinity)、溶氧量 (dissolved oxygen, DO) 及酸鹼值 (pH) 實驗期間各月平均氣溫及雨量值，取自中央氣象局高雄氣象站；營養鹽分析於各樣站現場以不透光褐色瓶採集，保冷帶回中興大學實驗室分析。

3. 其他量測計畫

(1) 專案活動之監測

專案申請者須對專案執行期間所有專案活動進行量測或文字紀錄與說明，專案活動主要包含如：造林與植林、林地管理，以及與溫室氣體排放有關之活動進行監測與紀錄。

- a. 造林與植林：種源選擇、育苗、整地方式、存活率、試種、補植等；
- b. 林地管理：撫育、病蟲害防治等；
- c. 災害：毀林、颱風等。

(2) 量測頻率

專案樣區的量測頻率為至少每三至五年監測一次，且每次查證時皆須要有資料。應依據紅樹林樹種的生物學特性，於撰寫專案設計文件確定樣區的定期量測頻率。

(3) 精準度要求

- a. 碳儲量和碳儲量變化參照 A/R CDM 「估算 A/R CDM 專案活動中喬木和灌木的碳儲量和碳儲量變化」(Estimation of carbon stocks and change in carbon stocks of trees and shrubs in A/R CDM project activities) 之精準度要求。
- b. 所有使用於估算之數據與係數，其精度之優先順序應由高至低的層級 (Tier)⁷，依序為 Tier 3 主要碳庫的詳細調查、定期測量或模型計算；Tier 2 國家特定資料的關鍵係數；Tier 1 使用 IPCC 預設的排放係數。

五、 環境衝擊分析與公眾意見

(一) 環境衝擊分析

環境衝擊分析以評估專案潛在的環境影響，，本專案評估了專案活動的執行對於當地生活環境、自然生態環境、社會經濟與人文環境以及景觀等四個項目的環境影響。假使專案活動的執行，可能造對上述四個項目造成重大之衝擊，則必須對衝擊進一步分析與評估。附上公眾意見徵詢會議照片以供佐證對於環境衝擊分析 (附件5、公開說明會照片與會議紀錄)

⁶ 樣區檢測點潮位基本資料，詳見附件5-1。

⁷ 參照 2006 IPCC NIR 指南、2013 IPCC NIR 濕地補充指南及內政部營建署濕地碳匯作業的三種估算層級。

項目	子項目	影響階段		影響程度	影響說明
		施工	完成		
生活環境	空氣污染	√		--	施工時可能會造成塵土飛揚
	水質影響	√		-	在施工階段可能會影響水質
			√	+	紅樹林具有淨化水質之功能
	噪音影響	√		-	施工期間可能會造成輕微噪音
自然生態環境	水文			×	水文主要是受愛河所影響
	土壤		√	++	提高碳匯量
	生物多樣性	√		--	施工可能會影響原棲息於荒廢水域之物種，進而降低生物多樣性
			√	+	不同功能多樣性的生態區塊，有助於提高生物多樣性
	鳥類		√	++	可作為鳥類棲息地
	棲地		√	++	原環境主為泥灘地，除了美化與綠化環境，亦重現河川棲地的面貌與紅樹林環境
社會與人文環境	土地利用	√		-	在造林期間，栽植人員進出對沿線住家會造成輕微影響
			√	+	更有效的規劃了土地利用空間
	文化史蹟		√	++	重現愛河溪流生態與人文歷史
	社會結構		√	+	社區、學校、NGO 與企業參與經營管理，透過發展夥伴關係建立社區認同與凝聚向心力
	環境意識		√	++	具紅樹林展示教育性質，有助於提升環境意識
景觀	景觀美質		√	++	提高環境美感

註：+代表正面影響；-代表負面影響，符號由少到多代表影響性由輕度到重度；×無顯著影響。

(二)公眾意見描述

「文化高雄：中都濕地」公聽會。於民國 99 年 1 月 12 日 (星期二) PM 14:00 在高雄市議會1樓中型會議室舉辦「文化高雄：中都濕地」公聽會 (附件 5、公開說明會照片與會議紀錄)。

附件

本專案應檢附之文件包含：

- 一、專案執行相關單位基本資料 (附表)
- 二、引用減量方法之適用性
- 三、外加性說明附件
- 四、事前推估減量之背景資訊
- 五、監測計畫之背景資訊
- 六、公開說明會照片與會議紀錄

附件1

附表、專案執行相關單位基本資料

申 請 單 位			
單位名稱			
統一編號			
單位地址			
聯絡人		聯絡電話	
電子郵件		傳真號碼	

實 際 減 量 單 位			
單位名稱			
統一編號			
單位地址			
聯絡人		聯絡電話	
電子郵件		傳真號碼	

註：實際減量單位與申請單位相同者免填

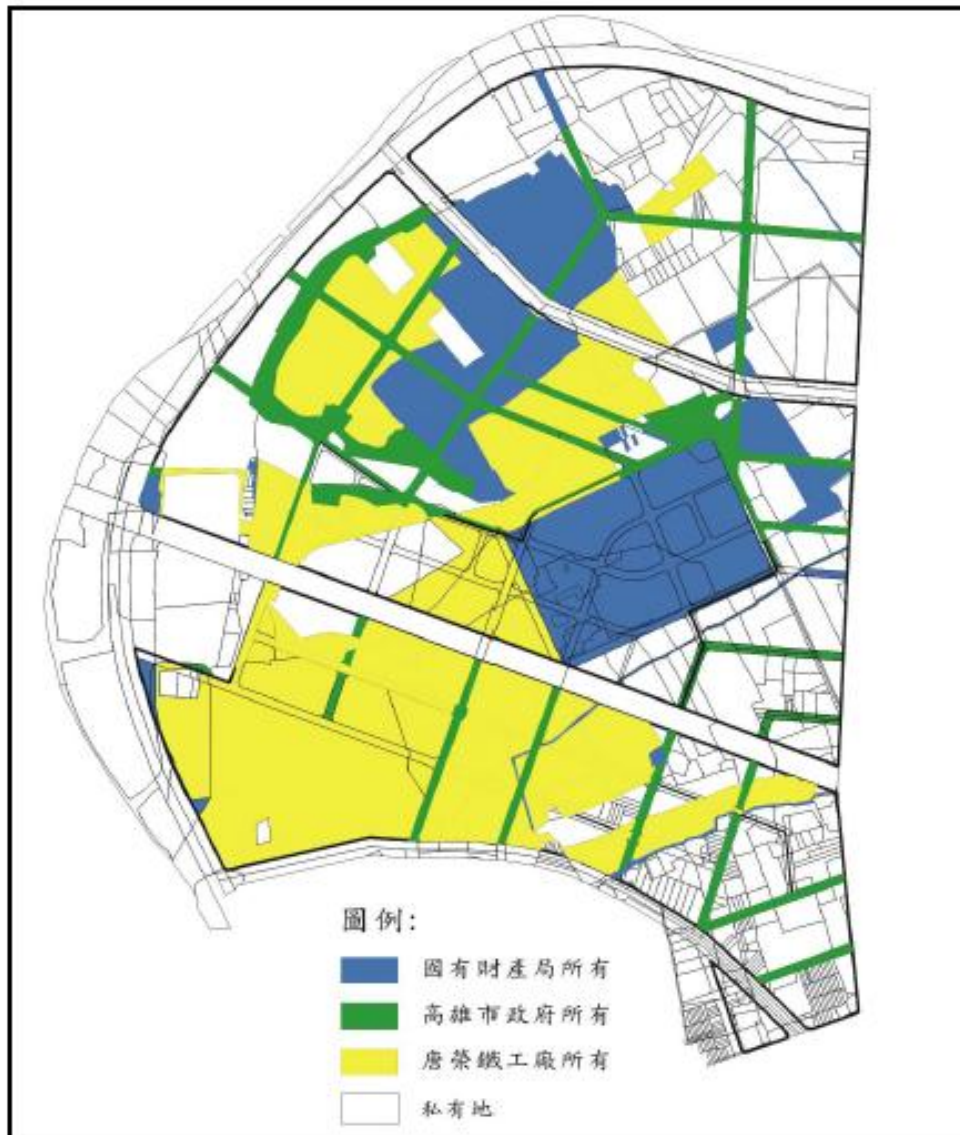
附件2、引用減量方法之適用性

附件2-1 佐證資料表

章節/項目		是否符合	佐證資料
適用條件	1. 專案活動適用於人為型濕地，專案邊界在執行專案活動前2年內，無產業活動或執行專案活動不會導致產業外移，如閒置鹽田、閒置養殖池、閒置埤塘等。	<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	1. 專案邊界符合人為型濕地。 2. 專案邊界內2年內的照片佐證產業活動。
	2. 專案活動應種植紅樹林，並配合環境條件選用合宜樹種且可同時涵括以下任一項或多項之組合： (1) 水文管理 (如拆除潮汐障礙、改善水文連通性、恢復濕地潮汐或降低濕地水位等)； (2) 沉積物改變 (如利用疏濬材料或將河流沉積物轉移至缺乏沉積物的區域等)； (3) 鹽度改變 (如引入海水提高棲地鹽度等)； (4) 水質改善 (如減少過多陸源營養鹽污染等)； (5) 管理方法改善 (如移除外來種、減少草食作用等)。	<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	1. 提供紅樹林植林前照片及植林紀錄。植林紀錄包含紅樹林種類、種植株數及種植面積等。 2. 提供種植的紅樹林種類分布與棲地文獻，以佐證專案邊界內環境與該種紅樹林棲地相近。 3. 環境 (水質及底質等) 改善工程紀錄、工程前後環境數據等。
	3. 專案邊界內須進行防止植林紅樹林外溢之措施 (如於進出水口架設攔截網，阻絕紅樹林繁殖體之擴散等)。	<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	1. 防止植林紅樹林外溢之措施。 2. 周邊棲地監測計畫。
	4. 本減量方法規範專案邊界內的喬木，除基於森林保護之必要措施外，不得進行以下林業管理方式：林木伐除、移除植株、人為引火焚燒，及移除地表枯落物、樹根及枯木。	<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	提供專案執行之植林及管理紀錄，包含專案執行前之林木、地表枯落物、樹根及枯木等環境照片。
	5. 專案每年溫室氣體淨移除量應小於或等於20,000公噸二氧化碳當量 (t CO ₂ e)，且整個專案淨移除量需為正值。	<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	以「自願減量專案計畫書」之計入期摘要，佐證溫室氣體每年排放量總減量小於或等於20,000公噸二氧化碳當量 (t CO ₂ e)，提供專案計算說明及估算依據等。
土地 合 格 性	1. 地面基本調查資料：能表示過去土地利用狀況的高解析度地理空間資料。	<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	提供航空照片圖或衛星影像圖。
	2. 土地所有權證明資料：確定土地所有權才能避免專案邊界及專案活動有侵占他人土地之爭議。	<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	若為私人土地，須提供土地清冊或所有權人登記；若為國公有土地，須提供主管機關許可、授權或租賃證明等證明文件。此外，證明文件之授權期間應註明須涵蓋專案計入期期間。

附件2-2 土地所有權屬

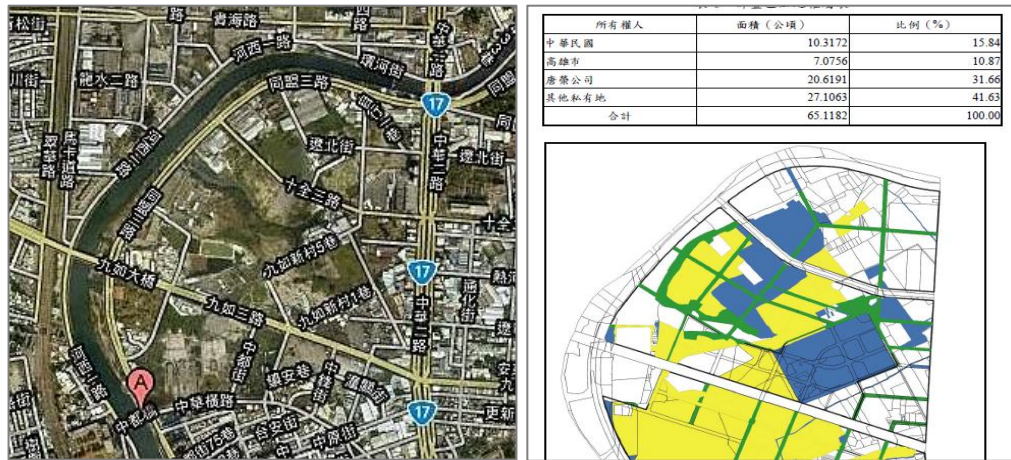
所有權人	面積 (公頃)	比例 (%)
中華民國	10.3172	15.84
高雄市	7.0756	10.87
唐榮公司	20.6191	31.66
其他私有地	27.1063	41.63
合計	65.1182	100.00



附圖 1 土地所有權屬示意圖
(高雄市政府，2008)

附件3、外加性說明附件

(1) 由於長期人為活動因素，導致專案邊界內紅樹林植被達到難以自然恢復之程度，符合「生態條件障礙」。



附圖 2 專案執行前

(2) 監測計畫之技術，包含抽樣與環境因子檢測等，都必須額外培訓量測人員，因此符合「技術障礙」。



附圖 3 量測人員進行紅樹林水質採樣培訓

附件4、事前推估減量之背景資訊

中都濕地公園前身為廢棄工業區，位於高雄市愛河沿岸，濕地水體與愛河相連(附圖4)。中都濕地公園在專案前，濕地內河道兩旁的裸露灘地，即是日後專案執行紅樹林植林之區域。由於本專案基線情境為荒廢工業區，因此基線移除量計為零，符合保守性原則。



附圖 4 中都濕地公園專案前照片

附件5、量測計畫之背景資訊 - 專案活動量測資料

附件5-1 樣區檢測點潮位基本資料

	溫度	鹽度	導電度	溶氧	溶氧%	酸鹼值pH	濁度
G1	27.9	15.6	22.5	2.56	32.5	7.53	10.2
	28.7	18.6	29.8	1.64	20.9	7.51	7.5
	28.8	18.7	30	1.99	25.9	7.57	7.1
G2	29.6	22.4	35.2	2.14	28.1	7.51	5.6
	30	25.6	39.8	2.15	32.4	7.54	5.4
	29.8	23.7	37.1	1.6	20.9	7.53	4.3
LR1	27.6	10.1	17.03	1.84	23.1	7.64	10.2
	27.6	10.3	17.27	1.4	18.6	7.65	10.3
	27.3	9.2	15.72	1.51	18.6	7.64	9.8
LR2	27.9	11	18.54	2.22	28	7.62	11.1
	27.8	10.7	18.07	1.84	23.3	7.61	9.4
	28.1	11.7	19.6	0.45	4.9	7.58	9.9
F	28.9	40	37	3.08	40	7.56	4.8
	28.9	29.8	36.8	2.33	29.8	7.54	5.4
	29.3	31.6	38.8	2.41	31.6	7.59	12.5
D1	29.9	25.1	39	4.54	60.1	7.6	3.4
	29.7	24.1	37.7	4.33	57.8	7.59	3.2
	29.6	24.2	38.1	3.91	53.5	7.57	3.3
D2	31	25	39.5	2.11	28.5	7.42	7.9
	31	24.8	39	1.99	26.8	7.44	6.7
	31	23.7	37.1	2.14	28.5	7.42	7
D3	30.8	25.6	40	2.78	37.2	7.45	4
	30.9	25.5	40	2.69	36	7.47	4.1
	31	25.6	40.2	2.45	33	7.44	4
D4	30.2	25.5	40	1.5	20.1	7.41	3.1
	30.2	25.5	39.9	1.59	21	7.42	3.3
	30.3	25.6	40.1	1.49	19.9	7.4	3.1

	溫度	鹽度	導電度	溶氧	溶氧%	酸鹼值pH	濁度
G1	31.8	26.2	40.6	5.87	80.2	7.78	8
	31.9	25.8	40.1	6.18	83.9	7.76	7.8
	31.6	25.7	39.9	5.61	76.3	7.78	9.1
G2	31.1	25.2	39.2	5.38	72.5	7.7	3.6
	31.2	25.6	39.7	5.33	72.3	7.75	4.9
	31.3	26.2	40.6	5.12	69.5	7.76	4.7
LR1	30.8	18.3	29.3	3.88	52.9	7.66	9.2
	29.3	17.3	28.1	3.23	43	7.68	6.7
	30.7	18.4	29.9	2.53	54	7.63	9.3
LR2	31	15.4	25	5.08	68.6	7.68	8.5
	30.7	15.4	25	3.39	40.5	7.69	9
	30.7	15.6	25.4	3.04	40.7	7.66	8
F	32.6	26.7	41.1	2.6	63.1	7.6	8.4
	32.4	25.8	40	5.47	75.5	7.77	14.2
	32.5	26.5	40	5.26	73.3	7.68	16.6
D1	32	25.1	38.6	5.09	69.6	7.62	5.3
	32	24.4	38.4	5.03	68.5	7.63	4.2
	31.9	24.3	38.4	4.93	67	7.62	3.9
D2	32.2	25.2	39.1	5.82	80.1	7.7	9.8
	32.3	25.5	39.4	6.14	84.3	7.68	11.2
	32.2	25.4	40.1	7.25	99.6	7.67	9.5
D3	32.2	25.4	39.6	5.22	71.3	7.71	14.3
	32.2	25.3	40.1	5.26	72.1	7.71	15.9
	32.2	25.4	39.9	4.93	67.7	7.7	16.9
D4	32.2	27	42.1	4.11	56.5	7.56	15.1
	32.2	27	42	4.1	56.2	7.56	16.3
	32.1	27.1	42.1	3.89	53.5	7.58	17.8

2019 秋季樣區檢測點高潮位基本資料							
	溫度	鹽度	導電度	溶氧	溶氧%	酸鹼值pH	濁度
G1	25.7	15	44.7	3.78	46.4	7.82	4
	25.7	15.5	44.8	3.86	47.1	7.83	12.2
	25.7	15.8	44.6	3.64	44.5	7.82	3.4
G2	25.8	15.7	38.6	2.52	30.6	7.69	7.9
	25.8	17.4	38.7	2.94	36.1	7.72	9.6
	25.8	14	38.6	3.65	44.6	7.74	8.5
LR1	25.9	6.4	32.7	4.09	50.3	7.73	8.4
	26	6.4	32.4	4	49.1	7.73	7.1
	25.9	6.2	32.6	4.41	54.2	7.74	4.1
LR2	25.9	6.9	32.8	3.84	47.8	7.71	3.7
	26.1	7	32.2	3.97	48.8	7.72	3
	26.1	7	32.2	4.42	53.6	7.72	6.3
F	26.14	16.8	28.1	10.94	153.6	8.31	9
	26.19	16.8	27.9	10.25	143.3	8.34	11.7
	26.19	16.8	28.1	10.66	142.3	8.33	10.7
D1	26.2	26.9	43.3	3.71	45.8	7.8	14
	26.1	27.1	43.1	3.7	45.8	7.79	13.8
	26.2	27.3	42.7	3.71	45.8	7.81	13.8
D2	26.9	21.3	35.6	5.55	69.6	7.85	9.1
	26.8	22	35.9	5.56	69.7	7.84	9.1
	27	22.2	35.7	5.56	69.5	7.88	9.2
D3	26.3	21.9	34.9	3.57	43.9	8.09	13.1
	26.3	22	35.1	3.53	43.7	8.11	13.1
	26.3	21.9	34.6	3.53	43.9	8.13	13
D4	26.3	24.2	37.8	7.06	87.7	7.93	13.2
	26.4	24.1	38.1	7.05	87.4	7.89	12.5
	26.4	24	38.1	7.02	87.1	7.93	12.7

2019 冬季樣區檢測點高潮位基本資料							
	溫度	鹽度	導電度	溶氧	溶氧%	酸鹼值pH	濁度
G1	25.5	24.7	38.8	3.84	46.5	7.71	8
	25.4	24.9	39.1	3.58	42.7	7.69	3
	25.3	25.2	39.5	3.48	42.2	7.69	2.4
G2	27.1	24.3	38.1	5.33	67	7.79	6.3
	27	23.9	37.6	4.87	61.1	7.77	6
	26.6	22.2	35.2	4.98	61.5	7.67	4
LR1	24.4	18.2	29.3	3.48	42.2	7.68	12.3
	24.6	18.6	30	3.45	41.4	7.65	13.4
	24.9	17.9	28.9	2.96	35.6	7.56	7
LR2	24.8	19.2	30.8	3.17	35.6	7.65	8.5
	24.8	18.9	30.5	2.95	38.2	7.65	8.2
	24.8	19.5	31.3	2.82	35.6	7.63	11.4
F	28.8	26.9	41.6	11	143.1	8.18	28
	29.2	26.9	41.7	11.2	146.1	8.18	20.3
	27.7	26.9	41.7	9.42	119.7	8.12	13.3
D1	25.5	24.7	39.2	2.05	25.6	7.57	10.1
	25.6	24.6	38.4	1.99	24.6	7.58	10.4
	25.6	24.7	38.6	1.96	24.2	7.57	10.3
D2	26.4	22.1	34.8	2.7	33.7	7.57	7.8
	26.4	21.5	34.6	2.66	33	7.58	7.9
	26.4	21.3	34.5	2.59	32.5	7.57	10.3
D3	24.7	18.7	25.4	1.88	22.6	7.78	20.8
	24.6	18.3	26.5	1.87	25.1	7.84	20.9
	24.6	17.7	25.5	1.9	22.7	7.84	21.2
D4	25.1	22.1	34.9	5.08	61.4	7.8	10.1
	25.1	22.3	35.1	5.13	62.7	7.84	10.2
	25.1	22.4	35	5.17	62.8	7.86	10.3

2019 冬季樣區檢測點低潮位基本資料							
	溫度	鹽度	導電度	溶氧	溶氧%	酸鹼值pH	濁度
G1	25.5	24.7	38.8	3.84	46.5	7.71	8
	25.4	24.9	39.1	3.58	42.7	7.69	3
	25.3	25.2	39.5	3.48	42.2	7.69	2.4
G2	27.1	24.3	38.1	5.33	67	7.79	6.3
	27	23.9	37.6	4.87	61.1	7.77	6
	26.6	22.2	35.2	4.98	61.5	7.67	4
LR1	24.4	18.2	29.3	3.48	42.2	7.68	12.3
	24.6	18.6	30	3.45	41.4	7.65	13.4
	24.9	17.9	28.9	2.96	35.6	7.56	7
LR2	24.8	19.2	30.8	3.17	35.6	7.65	8.5
	24.8	18.9	30.5	2.95	38.2	7.65	8.2
	24.8	19.5	31.3	2.82	35.6	7.63	11.4
F	28.8	26.9	41.6	11	143.1	8.18	28
	29.2	26.9	41.7	11.2	146.1	8.18	20.3
	27.7	26.9	41.7	9.42	119.7	8.12	13.3
D1	25.5	24.7	39.2	2.05	25.6	7.57	10.1
	25.6	24.6	38.4	1.99	24.6	7.58	10.4
	25.6	24.7	38.6	1.96	24.2	7.57	10.3
D2	26.4	22.1	34.8	2.7	33.7	7.57	7.8
	26.4	21.5	34.6	2.66	33	7.58	7.9
	26.4	21.3	34.5	2.59	32.5	7.57	10.3
D3	24.7	18.7	25.4	1.88	22.6	7.78	20.8
	24.6	18.3	26.5	1.87	25.1	7.84	20.9
	24.6	17.7	25.5	1.9	22.7	7.84	21.2
D4	25.1	22.1	34.9	5.08	61.4	7.8	10.1
	25.1	22.3	35.1	5.13	62.7	7.84	10.2
	25.1	22.4	35	5.17	62.8	7.86	10.3

	溫度	鹽度	導電度	溶氧	溶氧%	酸鹼值pH	濁度
G1	28.3	27.3	42.3	5.87	75.4	7.87	9.3
	28.3	28	43.2	5.65	74.8	7.87	10.6
	28.4	29.7	45.6	5.77	74.4	7.87	8.8
G2	28.5	30	46	5.82	75	7.83	8
	28.2	28.5	44	5.37	69.1	7.8	8.5
	28.2	29.2	44.9	5.74	73.6	7.87	8.9
LR1	28.4	29.1	44.8	10.69	138.9	8.16	8.1
	28.5	29.3	45.1	10.05	133.4	8.15	5.8
	27.8	29.5	45.4	10.81	138.4	8.17	5.7
LR2	28.9	29.5	45.2	12.16	158.1	8.24	4.6
	28.8	29.5	45.4	12.09	157	8.24	4.8
	28.6	29.4	45.2	12.21	157.1	8.25	7.9
F	29	28.4	43.7	5.89	77.2	7.84	25.6
	29	28.6	44	5.84	76.6	7.85	26.7
	28.9	28.6	44.1	6.14	81.1	7.87	33.7
D1	28.3	26.3	43.3	7.21	88.6	7.97	13.1
	28.4	27	43.4	7.08	83.8	7.98	13
	28.4	27.4	42.8	6.93	83.1	7.98	13.2
D2	27.7	14.3	19.9	10.81	133.1	7.84	8.9
	27.7	13.8	18.7	10.58	132.1	7.83	8.8
	27.7	14.7	19.58	10.46	131.8	7.83	8.6
D3	29	27.9	43	6.25	82	7.95	9.3
	29	28	42.2	6.26	83.5	7.95	9.3
	28.9	28.1	42.6	6.2	85.2	7.96	9.3
D4	28.5	27.1	42.2	4.15	53.6	7.82	6
	28.5	27.1	42.1	4.77	58.6	7.84	5.9
	28.4	27.1	42.2	4.66	56.3	7.83	5.9

2020 春季樣區檢測點高潮位基本資料

	溫度	鹽度	導電度	溶氧	溶氧%	酸鹼值pH	濁度
G1	32.9	22.2	34.9	4.66	65.5	7.55	14.4
	32.8	22.1	34.8	4.69	65.3	7.56	13.1
	32.9	21.9	34	4.62	65.6	7.57	13
G2	33.4	21	33.2	4.06	57	7.58	15.1
	33.3	22.2	34.9	3.05	42.9	7.55	11.7
	33.3	22.9	35.9	3.81	53.2	7.6	10.8
LR1	32.5	12.8	21.1	3.26	45.7	7.93	10.4
	32.9	14.6	24.1	3.25	45.3	7.99	11.7
	32.9	14.1	23	3.24	45.1	7.96	10
LR2	33.1	13.6	22.7	4.8	66.9	7.58	9.3
	33	14.4	23.5	5.08	70.9	7.56	9.1
	33.2	14.6	23.8	4.18	58.3	7.53	10.2
F	34.3	22.6	35.4	2.58	36.2	7.29	7.6
	34.3	22.5	35.3	2.57	36.2	7.3	7.5
	34.2	22.6	35.4	2.55	35.9	7.32	7.4
D1	32.1	21.2	33.8	3.15	43.2	7.38	9.9
	32.5	21.1	33.7	3.55	48.8	7.49	8.1
	33	21.3	32.9	4	55.9	7.57	7.6
D2	31	14.6	24.1	4.23	56.9	7.69	12
	30.5	13	21.7	4.06	54.1	7.69	11.3
	30.5	12.2	20.4	3.84	51.1	7.71	11.1
D3	31.8	17.8	28.9	1.06	14.5	7.67	19.6
	31.7	18.9	30.4	0.57	7.8	7.6	18
	31.8	18.4	29.7	0.7	9.6	7.62	17.9
D4	31.8	21.9	34.9	2.95	40.4	7.53	7.3
	31.9	21.9	34.7	2.89	39.4	7.55	7.6
	32	22	35	2.74	37.4	7.56	8.6

2020 夏季樣區檢測點高潮位基本資料

	溫度	鹽度	導電度	溶氧	溶氧%	酸鹼值pH	濁度
G1	30.4	28.7	43.7	11.91	158.6	8.29	14.5
	30.2	29	44.5	12.33	124.9	8.26	15.4
	30.1	27.6	42.6	5.52	151.4	8.3	15
G2	29.4	29.6	45.2	5.4	72.3	7.82	4.1
	29.5	29.5	45.3	5.05	70.4	7.85	4
	29.5	29.7	45.3	11.4	66.2	7.9	9
LR1	30.2	27.8	42.8	18.14	240.5	8.63	7.8
	30.3	29.2	43.5	14.97	198.4	8.53	8.4
	30.2	27.7	42.7	18.77	249.9	8.63	7.2
LR2	29.8	27.7	42.7	18.34	241	8.67	11
	30	28	43.2	19.47	257.1	8.64	8
	29.7	27.9	43.2	19.47	240	8.63	9
F	30.6	30.1	46	6.9	91.8	8.05	35.5
	30.4	30	46.2	4.05	51	8.03	37.5
	30.4	30	46.1	3.99	53.1	7.99	37.1
D1	30.8	28.8	41.2	16.84	229.4	8.55	16.6
	30.8	27.6	42	16.79	228.2	8.57	16.7
	30.8	29.5	41.7	16.85	230.1	8.59	16.6
D2	31.4	25.4	40	15.92	217.9	8.61	15.6
	31.4	25.5	40.2	15.99	217.8	8.61	15.3
	31.4	25.5	40.2	16.04	216.9	8.62	14.3
D3	29.7	26.3	41.2	7.67	96	8.44	8.5
	29.7	26.3	41.2	7.5	96	8.43	8.6
	29.7	26.3	41.2	7.44	95.7	8.41	8.8
D4	29.7	28.6	42.7	7.96	102.7	8.43	11.4
	29.7	28.7	43	7.96	105.1	8.43	11.4
	29.7	28.6	42.7	7.96	105.1	8.44	11.5

2020 春季樣區檢測點低潮位基本資料

	溫度	鹽度	導電度	溶氧	溶氧%	酸鹼值pH	濁度
G1	33.2	23.2	36.3	4.83	67.9	7.53	12.6
	33	23.8	37.1	5.39	73.9	7.66	11.5
	33.1	24.1	37.5	5	69.8	7.71	13.6
G2	34.2	20.2	31.9	6.38	89.3	7.89	10.4
	34.3	20.3	32	5.63	82.6	7.81	7.2
	34.4	20.2	32	5.64	80.3	7.85	4.7
LR1	34	17	27.4	9.48	133.9	8.02	11
	34	17.4	27.9	9.06	128.5	8.09	8.7
	34	17.4	27.9	8.81	124.8	8.03	6.4
LR2	35.6	14	22.8	16.74	243.6	8.62	18.6
	35.6	13.8	22.6	17.91	277.4	8.71	18.4
	35.8	13.9	22.8	19.62	287.4	8.69	14.4
F	36.1	22.5	35.1	11.88	168.4	8.21	43.5
	37	21.8	34.2	7.91	112.7	8.23	36.9
	37.2	22.1	34.6	12.09	173.3	8.21	15.8
D1	33.8	17.2	27.3	7.23	107.1	7.62	6.3
	33.8	16.9	27.4	7.6	107.6	7.65	6.2
	33.8	16.8	27.2	7.86	110.5	7.66	5.8
D2	33.5	11.9	20.7	6.95	95	7.86	6.4
	33.6	11.4	21.3	6.42	88.3	7.87	6
	33.5	12.8	22.6	6.48	89.6	7.85	6.6
D3	33.7	16.7	26.6	8.93	125.6	7.89	7.9
	33.7	16.9	25.7	8.45	114.4	7.87	7.8
	33.8	16.8	25.4	8.67	122	7.82	7.7
D4	34	19.6	32	5.45	77	7.62	11.6
	34	19.7	31.9	5.45	76.9	7.59	11.6
	34	19.7	31.7	5.11	72.2	7.63	11.7

2020 夏季樣區檢測點低潮位基本資料

附件5-2 植林紀錄

2011年1月22日	
五梨跤試種 (賴榮一攝)	水筆仔試種 (賴榮一攝)
	
2011年2月22日	2011年2月13日
欖李植林生長良好 (賴榮一攝)	海茄苳植林生長良好 (賴榮一攝)
	
2014年3月5日	2014年3月5日
欖李植林生長良好 (崔景攝)	海茄苳植林生長良好 (賴榮一攝)
	

2016年1月22日	
欖李生長良好 (賴榮一攝)	海茄苳生長良好 (賴榮一攝)
	
五梨跤生長良好 (賴榮一攝)	水筆仔生長良好 (賴榮一攝)
	

附件5-3 本專案及國際相關研究之紅樹林碳移除速率

種類及碳庫	文獻原始單位	標準單位 (t C/ha·yr)	參考資料
水筆仔 <i>Kandelia obovata</i> 植物體碳庫	23.96 t C/ha·yr	23.96	林幸助與陳冠宇 (2023)
海茄苳 <i>Avicennia marina</i> 植物體碳庫	11.62 t C/ha·yr	11.62	林幸助與陳冠宇 (2023)
五梨跤 <i>Rhizophora stylosa</i> 植物體碳庫	15.75 t C/ha·yr	15.75	林幸助與陳冠宇 (2023)
欖李 <i>Lumnitzera racemosa</i> 植物體碳庫	12.35 t C/ha·yr	12.35	林幸助與陳冠宇 (2023)
水筆仔 <i>Kandelia obovata</i> 土壤碳庫	1.11 t C/ha·yr	1.11	林幸助與陳冠宇 (2023)
海茄苳 <i>Avicennia marina</i> 土壤碳庫	1.20 t C/ha·yr	1.20	林幸助與陳冠宇 (2023)
五梨跤 <i>Rhizophora stylosa</i> 土壤碳庫	1.70 t C/ha·yr	1.70	林幸助與陳冠宇 (2023)
欖李 <i>Lumnitzera racemosa</i> 土壤碳庫	1.01 t C/ha·yr	1.01	林幸助與陳冠宇 (2023)
水筆仔 <i>Kandelia obovata</i> 植物體碳庫	19.3-21.5 t d.m./ha·yr	9.02-10.05 ⁸	Khan et al. 2009
海茄苳 <i>Avicennia marina</i>	4.80 t C/ha·yr	4.80	Kathiresan et al. 2013

⁸ 植物體有機碳含量百分比參考林幸助與陳冠宇 (2023) 《臺灣紅樹林碳匯測量標準作業程序》

植物體碳庫			
<i>Rhizophora mucro-</i> <i>nata</i> 植物體碳庫	2.75 t C/ha·yr	2.75	Kathiresan et al. 2013

註：粗體字為本專案採用之估計值

附件6、公開說明會照片與會議紀錄



附圖 5 高雄中都濕地公園公聽會
(高雄市議會公共關係室，2010)

文獻

1. Bimrah, K., Dasgupta, R., Hashimoto, S., Saizen, I., & Dhyani, S. (2022). Ecosystem services of mangroves: A systematic review and synthesis of contemporary scientific literature. *Sustainability*, 14(19), 12051.
2. Kathiresan, K., Anburaj, R., Gomathi, V., & Saravanakumar, K. (2013). Carbon sequestration potential of *Rhizophora mucronata* and *Avicennia marina* as influenced by age, season, growth and sediment characteristics in southeast coast of India. *Journal of Coastal Conservation*, 17, 397-408.
3. Khan, M. N. I., Suwa, R., & Hagihara, A. (2009). Biomass and aboveground net primary production in a subtropical mangrove stand of *Kandelia obovata* (S., L.) Yong at Manko Wetland, Okinawa, Japan. *Wetlands Ecology and Management*, 17, 585-599.
4. 高雄市政府 (2008)。變更高雄市原都市計畫區 (三民區部分) 中都地區工業區及第四十二期重劃區主要計畫書 (第一階段)
5. 中研院人社中心地理資訊科學研究專題中心 (2023)。「1942-日治二萬五千分之一地形圖 (昭和修正版)」圖層預覽。
https://gis.sinica.edu.tw/showwmts/index.php?s=kaohsiung&l=JM25K_1942
6. 中研院人社中心地理資訊科學研究專題中心 (2023)。「日治二萬分之一台灣堡圖-明治」。
<https://gissrv4.sinica.edu.tw/gis/kaohsiung.aspx>
7. 國家文化資料庫 (1975)。1959年林商號合板股份有限公司廠房內的貯木池。
https://nrch.culture.tw/view.aspx?keyword=%E8%A8%98%E6%86%B6%E5%BA%AB&s=630534&id=0005028932&proj=MOC_IMD_001
8. 高雄市議會公共關係室 (2010)。縣市合併應重視水域系統整治之整合。
https://www.kcc.gov.tw/News_Content.aspx?n=47&s=2238
9. 林幸助、陳冠宇 (2023)。《臺灣紅樹林碳匯測量標準作業程序》，海洋委員會。