

微型規模自願減量專案計畫書

專案編號	C
------	---

一、基本資料															
公司/單位名稱	○○環保基金會														
計畫名稱	○○市○○區○○號造林碳匯專案活動														
計畫書版本	1.0	製作日期	○○○年○月○日												
減量編號/名稱 (中英文)	AR-TMS0001 造林碳匯專案活動														
減量方法版本	2.0	範疇別	B-11林業												
專案總減量	<u>1,085</u> 噸二氧化碳當量 (tCO _{2e})														
二、專案活動描述															
申請類別	<input checked="" type="checkbox"/> 移除類型 <input checked="" type="checkbox"/> 新申請： <input type="checkbox"/> 固定型 (30年)； <input checked="" type="checkbox"/> 展延型 (20年) <input type="checkbox"/> 展 延： <input type="checkbox"/> 第一次 (10年)； <input type="checkbox"/> 第二次 (10年) <input type="checkbox"/> 減少或避免排放類型 <input type="checkbox"/> 新申請： <input type="checkbox"/> 固定型 (10年)； <input type="checkbox"/> 展延型 (5年) <input type="checkbox"/> 展 延： <input type="checkbox"/> 第一次 (5年)； <input type="checkbox"/> 第二次 (5年)														
專案計入期	○○○年○月○日 ~ ○○○年○月○日 (實際計入期以註冊通過日起算)														
專案類型	<input type="checkbox"/> 再生能源類型：總裝置容量_____瓩 <input type="checkbox"/> 節能類型：每年總節電量_____度 <input checked="" type="checkbox"/> 減碳類型：溫室氣體每年排放量總減量 <u>54</u> 噸二氧化碳當量														
參與機構 (實際減量單位)	<table border="1"> <thead> <tr> <th>參與機構名稱</th> <th>參與機構性質</th> <th>角色說明</th> <th>分配比例</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>○○環保基金會</td> <td>財團法人</td> <td>專案申請者、執行單位、土地管理單位</td> <td>100%</td> </tr> <tr> <td>農業部林業試驗所</td> <td>政府部門</td> <td>專案規劃者及 QC 團隊</td> <td>0%</td> </tr> </tbody> </table>			參與機構名稱	參與機構性質	角色說明	分配比例	○○環保基金會	財團法人	專案申請者、執行單位、土地管理單位	100%	農業部林業試驗所	政府部門	專案規劃者及 QC 團隊	0%
參與機構名稱	參與機構性質	角色說明	分配比例												
○○環保基金會	財團法人	專案申請者、執行單位、土地管理單位	100%												
農業部林業試驗所	政府部門	專案規劃者及 QC 團隊	0%												
執行費用	<input checked="" type="checkbox"/> 設置成本 (新植造林) 新臺幣 (下同) 150萬元 ； 造林苗木培育費用約計 <u>60萬元</u> ，由林業及自然保育署○○分署負擔並無償提供。 苗木運輸、植穴挖掘、栽植、後續年度補植及資材費用約計 <u>90萬元</u> 。 <input type="checkbox"/> 能源或燃料成本_____元； <input type="checkbox"/> 政府補助_____元； <input checked="" type="checkbox"/> 維運成本 (含人力) 1,023萬元 ； 本專案期初撫育6年期間內刈草次數為20次，合計 <u>150萬元</u> ，除蔓、巡護等費用約計72萬元，水車澆水費用約計450萬元，合計 <u>657萬元</u> ；7-30年每年修枝、除蔓、巡護等費用約每年9萬元，合計 <u>216萬元</u> 。 <input checked="" type="checkbox"/> 其他 750萬元 ； 基線調查、專案計畫書撰寫及確證費用等約計 <u>450萬元</u> 。 監測費用預估約計 <u>90萬元</u> 。														

查證費用預估約計210萬元。
 以上費用預估合計為1,923萬元，實際執行將依各年度物價及狀況調整。

專案執行地點：○○市○○區○○號

TWD97二度分帶坐標：X=200867; Y=2586878

專案土地地號為○○○，○○○地號登記總面積合計約為3.2370公頃。考量部分土地為既有道路，造林範圍將自道路邊緣內縮3公尺，並保留現有道路供通行，以便於專案造林作業及後續育林撫育措施操作。實際造林面積約為3公頃，預計栽植樹種為相思樹 (*Acacia confusa*)，專案邊界(地籍線界)如圖1所示，各點坐標值如表1所示。

執行地點

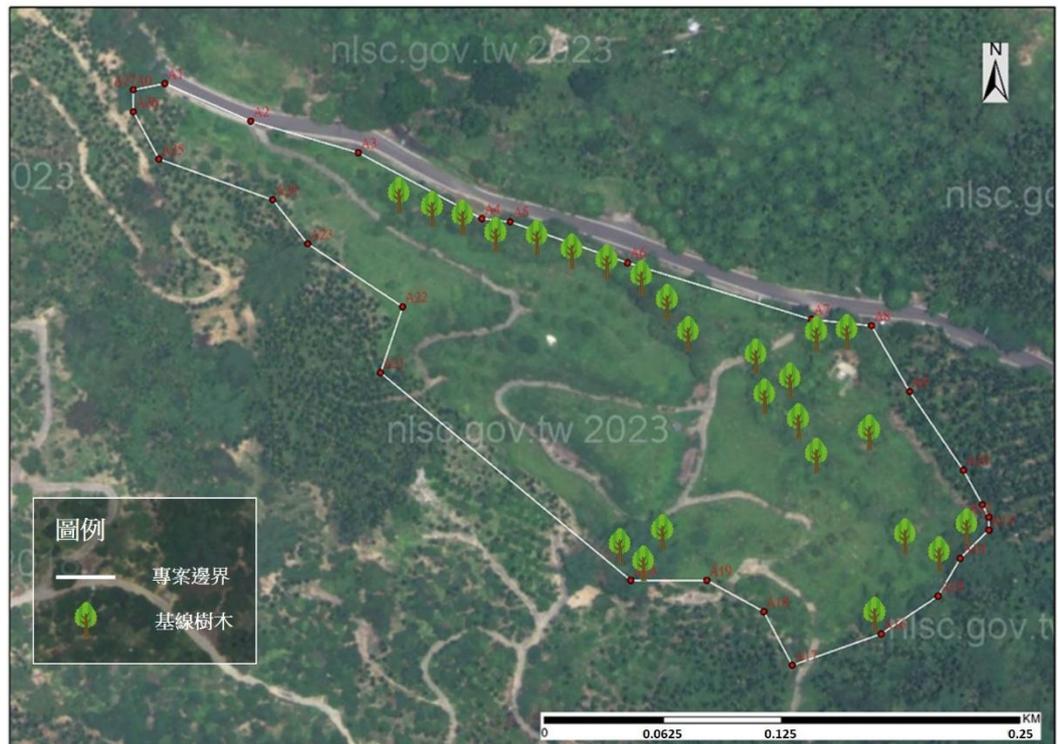


圖1、專案計畫實施範圍實施範圍邊界(地籍線界)。(底圖使用農業部林業及自然保育署航測及遙測分署2023年○月○日正射影像圖。依現況並以 GIS 軟體計算，本土地基線樹木樹冠覆蓋率低於10%。)

表1、專案邊界點位坐標 (TWD97)

點號	橫坐標(X)	縱坐標(Y)	點號	橫坐標(X)	縱坐標(Y)
A0	200867	2586878	A14	201128	2586729
A1	200877	2586880	A15	201121	2586717
A2	200904	2586868	A16	201103	2586705
A3	200938	2586858	A17	201075	2586695
A4	200977	2586837	A18	201066	2586712
A5	200986	2586836	A19	201048	2586722
A6	201023	2586823	A20	201024	2586722

A7	201081	2586805	A21	200945	2586788
A8	201100	2586803	A22	200952	2586809
A9	201112	2586782	A23	200922	2586829
A10	201129	2586757	A24	200911	2586843
A11	201135	2586746	A25	200875	2586856
A12	201137	2586742	A26	200867	2586871
A13	201137	2586738	A27	200867	2586878

減量措施、設備說明

(1) 新植

為執行本專案，將於專案區域內新植相思樹，栽植密度為每公頃1,800株，總數預計約5,400株。

新植時將既有道路壓平並刈除雜草，以利後續新植造林作業。新植造林採 T 字形方式交錯栽植，行株距約平均2.35公尺，本專案新植樹苗由農業部林業及自然保育署○○分署提供。

(2) 刈草

本專案規劃於期初撫育期間內，第1~4年每年刈草4次，第5~6年每年刈草2次（計入期20年期間內共計20次），避免雜草影響樹苗存活與生長，刈草過程中將注意避免傷害苗木根莖，刈草後草葉均整理留置於專案範圍內植帶間，覆蓋土地以減緩雜草新生。作業過程中所產生的廢棄物將按照既定處理辦法進行處理。

(3) 修枝、除蔓

本專案規劃於第7年起，以修枝剪及手鋸適度進行修枝與除蔓作業，保留植株單一主幹之結構；修枝、除蔓後殘枝均整理留置於專案範圍內植帶間，而作業過程中所產生的廢棄物將按照既定處理辦法進行處理。

(4) 水車澆水

本專案初期為避免苗木因長期乾旱而導致估死，預計於早期期間（每年10月至隔年4月）進行澆水，每月4次，每次2車，每年共計56車次，合計336車次。

(5) 補植

本專案於期初撫育期間內，如發現有苗木枯死、短缺之現象，將適度進行補植，於成林後則不再補植。補植樹苗亦由林業及自然保育署○○分署提供。

(6) 火災防治

本專案區域為私有地，少有人為活動。除了負責清潔維護與巡視新植造林範圍之外，若遭受天然災害或人為損毀時，立即諮詢林業專家進行適當處置；若發生火災，將立即通報消防隊協助滅火，以避免或減少因火災產生之碳排。

(7) 病蟲害防治

本專案將藉由諮詢林業專家，瞭解專案區域內易罹患之病蟲害種類，並採取必要

	防治。
設備壽齡	專案起始日〇〇〇年〇月〇日；舊設備起始使用時間____年____月____日； 設備剩餘壽齡____年 <input type="checkbox"/> 屬節能類型專案，得免除壽齡佐證限制 <input type="checkbox"/> 引用運輸業類別減量方法，屬汰舊換新措施得免除壽齡佐證限制 <input type="checkbox"/> 清潔發展機制設備壽齡評估工具預設年限：____（設備名稱）預設值____年 <input type="checkbox"/> 經第三方檢測單位進行評估，應檢附相關證明文件 <input type="checkbox"/> 設備預設使用年限____，應檢附設備供應商提供之證明文件 <input type="checkbox"/> 國家統計資料____年，資料來源____

三、減量方法應用說明

	條件	符合性	說明與佐證
適用條件說明	1. 本減量方法不適用位於政府所公告重要濕地之土地，且專案不包含竹林造林。	<input checked="" type="checkbox"/> 符合 <input type="checkbox"/> 不適用	本專案區域位於〇〇市〇〇區，經查「重要濕地（含保育利用計畫）及暫定重要濕地行政區位暨查詢機關表」，〇〇區內僅劃設有地方級重要濕地，查詢機關為〇〇市政府。經函詢〇〇市政府水利局，本專案土地〇〇市〇〇區〇〇號，非位於濕地保育法之「地方級重要濕地」範圍內，相關證明文件如附件2。
	2. 專案邊界土地於造林活動開始前6年內皆為非森林地。惟森林地如因災害造成裸露或林木覆蓋未達森林定義，以及外來入侵種移除之復育造林專案，得適用本方法學，而不受6年之限制。	<input checked="" type="checkbox"/> 符合 <input type="checkbox"/> 不適用	本專案土地活動開始前為私有地，過去6年至今植被覆蓋皆為草地及部分灌木型態，未達方法學森林定義之狀態。專案土地於活動開始前長年無人為除草、亦無光害影響，主要植被為草地及部分灌木型態，非為自然擾動所形成之非森林地。
	3. 專案地點不得同時與其他執行中之專案地點重複，確保碳移除量之唯一性與可追溯性。	<input checked="" type="checkbox"/> 符合 <input type="checkbox"/> 不適用	本專案係本〇〇環保基金會權管私有土地首次申請專案，並無與其他執行中之專案活動地點重複。
	4. 專案須於造林作業完成日（以現場完工照片、作業紀錄或驗收日期界定，且不含後續補植）起3年內提出註冊申請。	<input checked="" type="checkbox"/> 符合 <input type="checkbox"/> 不適用	本專案活動係為事前經營計畫，於註冊申請後開始執行造林，符合方法學規範之期限。

	<p>5. 專案造林作業毗鄰面積應大於0.5公頃，年平均溫室氣體淨移除量應小於或等於20,000公噸二氧化碳當量（tCO₂e），且整個專案淨移除量須為正值。</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/>符合 <input type="checkbox"/>不適用</p>	<p>本專案新植造林毗連面積為3公頃，大於0.5公頃；另經本專案預估年最大移除量為100公噸二氧化碳當量；年平均移除量為54公噸二氧化碳當量，均小於20,000公噸二氧化碳當量。</p>
--	---	--	---

<p>外加性分析 (法規)</p>	<p><input type="checkbox"/>無</p> <p>依據「溫室氣體自願減量專案管理辦法」第8條第2項第3款規定，屬微型規模之計畫（事業或各級政府所提自願減量專案符合，溫室氣體每年排放量總減量小於或等於二萬公噸二氧化碳當量者），得僅分析法規外加性。</p> <p>【中央法規】</p> <p><input checked="" type="checkbox"/>環境影響評估法</p> <p><input type="checkbox"/>空氣污染防治法 <input type="checkbox"/>鍋爐空氣污染物排放標準</p> <p><input type="checkbox"/>能源管理法 <input type="checkbox"/>能源用戶訂定節約能源目標及執行計畫規定</p> <p><input type="checkbox"/>再生能源發展條例</p> <p>說明：<u>本專案林木種植與經營，係於○○環保基金會所私有之土地進行，相關經營措施均未涉及任何環境影響評估之承諾範圍。</u></p> <p>【地方自治條例】</p> <p><input type="checkbox"/>☆☆市發展低碳綠色城市自治條例 <input type="checkbox"/>XX市發展低碳城市自治條例</p> <p><input type="checkbox"/>△△市低碳城市自治條例 <input checked="" type="checkbox"/>○○市環境維護管理自治條例</p> <p>說明：<u>經查○○市環境維護管理自治條例，並無要求造林與營林以增加碳匯之相關規範。</u></p> <p>【政策、方案、綱領】</p> <p><input type="checkbox"/>第一期溫室氣體階段管制目標-電力排放係數目標之涵蓋範圍</p> <p><input type="checkbox"/>部門溫室氣體排放管制行動方案-電力排放係數目標之涵蓋範圍</p> <p>說明：_____</p> <p><input checked="" type="checkbox"/>其他法規 <u>森林法</u></p> <p>說明：<u>本計畫土地依森林法施行細則規定非森林法所稱之林地，故無森林法之適用。</u></p>
-----------------------	---

<p>專案實施前後示意圖</p>	<p>圖2、專案實施前後示意圖</p>
------------------	---------------------

四、計算方法

專案現況說明：

1. 本專案邊界為○○環保基金會私有土地，造林土地面積共3公頃，專案活動執行之造林工作所產生之移除及排放，皆納入專案邊界。基線情境植被類型主要為草地及部分灌木，非方法學定義之森林型態。
2. 本專案地區位於○○市○○區○○號，參考方法學附件之造林專案碳儲存量變化量不顯著評估原則，採用該評估原則(5)，亦即專案活動實施作業及栽植林木，不影響基線情境現存林木生長(如附件3)，並將其排除在本專案淨溫室氣體移除量計算，因此基線移除量可忽略不計，故預設為零。
3. 本專案區域於基線情境下，該土地長年無人為除草且無使用除草劑等藥物，亦無光害影響，其穩定之自然植生主要為草地及部分灌木，不存在造成排放之可能，故將本專案基線排放量預設為零。
4. 本專案區域土地利用於基線情境下長年為草生地植被且無人為活動，已處於長期穩定狀態，假設土壤有機質碳儲存量已達穩定，其變化量很小得忽略不計，故將本專案基線土壤有機質變化量預設為零。

基線情境

表2、基線碳庫選擇

基線碳庫	是否選擇	說明
地上部生物量	是	基線情境下植被生物量的主要碳庫
地下部生物量	是	基線情境下植被生物量的主要碳庫
枯死木、枯落物	否	「枯死木」與「枯落物」碳庫屬於非活體碳儲存，其碳素以有機殘體形式暫時儲存於林地中，惟因其穩定性低、受分解與氣候條件影響大，且監測不易、成本較高，故本方法學依據保守性與成本效益原則，選擇不納入碳庫計算範圍。
土壤有機質	否	基線情境下專案邊界內土地覆蓋長年維持草生地，土壤有機質可能變化甚微或不變。基於保守性和成本有效性原則，土壤有機質碳庫選擇不計。

(一)基線移除及排放量計算：依前揭基線情境，基線移除及排放量均預設為零。

(二)專案移除及排放量計算：專案採新植造林原生種喬木相思樹，栽植後進行刈草初期撫育。造林專案活動期間，專案邊界內所選碳庫的碳儲存變化量，即為專案之碳匯成效。本專案活動主要考量林木生物量及土壤有機質之碳儲存變化量，不考慮灌木、枯死木、枯落物之碳儲存變化量。

表3、專案碳庫選擇

專案碳庫	是否選擇	說明
地上部生物量	是	造林活動的主要碳庫
地下部生物量	是	造林活動的主要碳庫
枯死木、枯落物	否	「枯死木」與「枯落物」碳庫屬於非活體碳儲存，其碳素以有機殘體形式暫時儲存於林地中，惟因其穩定性低、受分解與氣候條件影響大，且監測不易、成本較高，故本方法學依據保守性與成本效益原則，選擇不納入碳庫計算範圍。
土壤有機質	是	本專案土地基線情境為長年之草地及部分灌木，經造林後地上植被覆蓋改變為森林，且刈草、修枝、除蔓之有機廢棄物不移出，整理留置於植帶間覆蓋表土，可使土壤有機質來源增加、林下環境更有利於有機質累積，預計土壤有機質碳庫將隨之增加，選擇納入碳匯計算。

依下列公式計算專案移除量：

公式(1)：使用減量方法公式7： $G_{TREE_P,i,j,t} = \sum (V_{S_P,i,j,t} \times BCEF_j \times (1+R_j)) \div A_{PLOT,i}$ 計算專案每公頃生物量，以專案代號 P 取代 BSL 基線代號。另本專案確證階段以過去研究之立木材積收穫表推估每公頃林分蓄積量，查證階段以樣區調查計算林分蓄積量。

本專案栽植樹種僅相思樹1種，且無分層，故公式內無下標的 i,j 參數。

項	數據/參數	定義/說明	數值	單位	數據來源
1	$G_{TREE_P,t}$	專案情境下，第 t 年時，每公頃相思樹生物量	如表4	t d.m. ha ⁻¹	<input type="checkbox"/> 預設 <input checked="" type="checkbox"/> 監測 說明：以公式7計算的專案每公頃林木生物量。
2	$V_{S_P,t}$	專案情境下，第 t 年時，單株相思樹主幹材積量	無	m ³ tree ⁻¹	<input type="checkbox"/> 預設 <input checked="" type="checkbox"/> 監測 說明： 確證階段以立木材積收穫表推估林分蓄積量，故暫無單株主幹材積量數據。每公頃立木材積數據引用自劉慎孝、林子玉(1968)中之相思樹人工林林分收穫表；查證階段以樣區調查計算林分蓄積量。
3	BCEF	相思樹的生物量轉換擴展係數，即將主幹材積(連皮)轉換為地上部生物量之係數	1.240	t d.m. m ⁻³	<input checked="" type="checkbox"/> 預設 <input type="checkbox"/> 監測 說明：數據引用自林國銓等(2007)苗栗地區相思樹和木油桐人工林碳和氮累積量及生產量之估算。
4	R	相思樹地下部生物量與地上部生物量的比值	0.2380	-	<input checked="" type="checkbox"/> 預設 <input type="checkbox"/> 監測 說明：數據引用自林國銓等(2007)苗栗地區相思樹和木油

					桐人工林碳和氮累積量及生產量之估算。
5	A_{PLOT}	取樣樣區面積	0.05	ha	<input checked="" type="checkbox"/> 預設 <input type="checkbox"/> 監測 說明：本專案樣區設置規格採用 20 公尺×25 公尺的矩形樣區，面積為 0.05 公頃。
6	t	專案執行年數	如表 4	yr	<input type="checkbox"/> 預設 <input checked="" type="checkbox"/> 監測 說明：確證階段依各年計算專案移除量；查證階段以查證當年的執行年數計算。
<p>公式(2)： $C_{TREE_P,i,t} = \sum_j (G_{TREE_P,i,j,t} \times A_{ij} \times CF_j) \times \frac{44}{12}$。使用減量方法公式 4 計算專案林木生物量二氧化碳當量儲存量。</p> <p>公式(3)： $\Delta C_{TREE_P,i,t} = \frac{C_{TREE_P,i,t2} - C_{TREE_P,i,t1}}{t2-t1}$。使用減量方法公式 3 計算專案林木生物量二氧化碳當量儲存量年變化量。</p>					
1	$\Delta C_{TREE_P,t}$	專案情境下，第 t 年至第 t+1 年間，專案林木二氧化碳當量儲存量年變化量	如表 4	tCO ₂ e yr ⁻¹	<input type="checkbox"/> 預設 <input checked="" type="checkbox"/> 監測 說明：以公式 3 計算的專案林木生物量二氧化碳當量儲存量年變化量。
2	$C_{TREE_P,t}$	專案情境下，第 t 年時，專案相思樹生物量二氧化碳當量儲存量	如表 4	tCO ₂ e	<input type="checkbox"/> 預設 <input checked="" type="checkbox"/> 監測 說明：以公式 4 計算的專案林木生物量二氧化碳當量儲存量。
3	$G_{TREE_P,t}$	專案情境下，第 t 年時，每公頃相思樹生物量	如表 4	t d.m. ha ⁻¹	<input type="checkbox"/> 預設 <input checked="" type="checkbox"/> 監測 說明：以公式 7 計算的專案每公頃林木生物量。
4	A	專案情境下，第 t 年時的林分面積	3.00	ha	<input checked="" type="checkbox"/> 預設 <input type="checkbox"/> 監測 說明：確證階段以地理資訊系統(GIS)量測之預定造林面積(預設)；查證階段以專案實際造林邊界點坐標帶入地理資訊系統量測實際面積。
5	CF	相思樹生物量中的含碳率	0.4717	tC (t d.m.) ⁻¹	<input checked="" type="checkbox"/> 預設 <input type="checkbox"/> 監測 說明：數據引用自林裕仁等(2002)台灣地區主要用材比重與碳含量測定。

表 4、專案各年度蓄積量、生物量、二氧化碳當量儲存量及二氧化碳當量儲存量年變化量

t (yr)	V (m ³ . ha ⁻¹)	G (t d.m. ha ⁻¹)	C (tCO ₂ e)	ΔC (tCO ₂ e yr ⁻¹)
1	0	0	0	0
2	0	0	0	0
3	0	0	0	0
4	36	56	97	97

5	49	75	130	34
6	62	95	164	34
7	77	118	205	41
8	92	142	246	41
9	111	171	295	50
10	130	199	345	50
11	152	233	403	58
12	173	266	460	58
13	198	303	524	64
14	222	340	588	64
15	247	379	656	68
16	273	419	724	68
17	299	459	794	70
18	325	499	864	70
19	352	541	936	72
20	379	583	1008	72
平均				50

確證階段以立木材積收穫表推估林分每公頃蓄積量，引用劉慎孝、林子玉(1968)「台灣中南部相思樹林分收穫表及材積表」中之相思樹人工林分收穫表。該收穫表所使用之數據，係以台灣中南部主要相思樹人工林為對象，分別勘選臨時樣區調查，調查每木胸徑及隨機選測樹高，最後伐倒樣區之中央木查定材積。本專案土地雖因氣候、地形、土壤等地位條件仍具差異，惟依 CDM A/R 方法學工具”Estimation of carbon stocks and change in carbon stocks of trees and shrubs in A/R CDM project activities”之建議(8.2)，樹木生物量碳儲量的事前預估不受不確定性控制，故本計畫於確證階段暫且忽略可能的估計誤差，而實際減量成效以查證階段進行之監測調查數據為準。此外，引用研究之立木材積收穫表包含不同地位級 I~III 之數據，為符合預估時之保守性原則，以最低 III 等地位收穫表之結果進行表4計算。引用之收穫表僅有偶數年之數據，故奇數年之數據以內插得出；另收穫表之林齡區間為4~20年，依實證模式不外推之原則，故1~3年生之蓄積量假設為零。

公式(4)： $C_{SOC_BSL,i,t} = C_{Soil_BSL,i,t} \times BD_{BSL,i,t} \times Dep \times (1 - RC_{BSL,i,t}) \times 10000$ 。使用減量方法公式9計算基線及專案土壤有機質碳儲存量，專案計算時以代號 P 取代 BSL 基線代號。

本專案土地於基線情境均為草地，造林僅栽植相思樹1種，且無分層，故公式內無下標的 i,j 參數。

1	$C_{SOC_BSL,t}$	基線情境下，第 t 年土壤有機質碳儲存量	32.1402	t C ha ⁻¹	<input type="checkbox"/> 預設 <input checked="" type="checkbox"/> 監測 說明：以公式9計算的基線每公頃土壤有機質碳儲存量。
2	$C_{Soil_BSL,t}$	基線情境下，第 t 年之土壤有機質碳含量	0.0137	g C g ⁻¹	<input type="checkbox"/> 預設 <input checked="" type="checkbox"/> 監測 說明：實地土壤採樣後，寄送樣本至專門實驗室以乾燒法測定土壤有機質含碳量。

3	$BD_{BSL,t}$	基線情境下，第 t 年之土壤容積密度	0.92	$g\ cm^{-3}$	<input type="checkbox"/> 預設 <input checked="" type="checkbox"/> 監測 說明：實地土壤採樣後，以105°C 乾燥至少1天後秤重測定之。
4	Dep	土壤樣本採集深度	0.3	m	<input checked="" type="checkbox"/> 預設 <input type="checkbox"/> 監測 說明：採用方法學預設之深度0.3公尺。
5	$RC_{BSL,t}$	基線情境下，第 t 年之土壤含石率	0.15	$g\ g^{-1}$ 或 $cm^3\ cm^{-3}$	<input type="checkbox"/> 預設 <input checked="" type="checkbox"/> 監測 說明：於土壤採樣時，實地比對現地採樣剖面與土壤色帖之含石率對照圖得出。
6	t	專案執行年數	如表5	yr	<input type="checkbox"/> 預設 <input checked="" type="checkbox"/> 監測 說明：確證階段依各年計算專案移除量；查證階段以查證當年的執行年數計算。
<p>公式(5)：$C_{SOC_BSL,t} = \sum_i (C_{SOC_BSL,i,t} \times A_i) \times \frac{44}{12}$。使用減量方法公式10計算基線及專案土壤有機質二氧化碳當量儲存量。</p> <p>公式(6)：$\Delta C_{SOC_P,t} = \frac{C_{SOC_P,t} - C_{SOC_P,t-1}}{t-1}$。使用減量方法公式14計算專案土壤有機質二氧化碳當量儲存量年變化量。</p>					
1	$\Delta C_{SOC_P,t}$	專案情境下，第 t 年至第 t+1 年間，專案土壤有機質二氧化碳當量儲存量年變化量	3.74	$t\ CO_2e\ yr^{-1}$	<input type="checkbox"/> 預設 <input checked="" type="checkbox"/> 監測 說明：確證階段參考林映儒等(2011)「平地長期林地之土壤性質與有機碳量蓄積」中之平均土壤有機碳蓄積增加量數據0.34 $tC\ ha^{-1}.yr^{-1}$ 進行推估。查證階段以公式14計算的專案土壤有機質二氧化碳當量儲存量年變化量。
2	$C_{SOC_BSL,t}$	基線情境下，第 t 年之土壤有機質碳儲存量二氧化碳當量	353.5422	$t\ CO_2e$	<input type="checkbox"/> 預設 <input checked="" type="checkbox"/> 監測 說明：以公式4計算的基線土壤有機質二氧化碳當量儲存量。
3	$C_{SOC_P,t}$	專案情境下，第 t 年之土壤有機質碳儲存量二氧化碳當量	如表5	$t\ CO_2e$	<input type="checkbox"/> 預設 <input checked="" type="checkbox"/> 監測 說明：以公式4計算的專案土壤有機質二氧化碳當量儲存量。
4	A	基線情境下，第 t 年時的土地面積	3.00	ha	<input checked="" type="checkbox"/> 預設 <input type="checkbox"/> 監測 說明：確證階段以地理資訊系統(GIS)量測之預定造林面積(預設)；查證階段以專案實際造林邊界點坐標帶入地理資訊系統量測實際面積。

表5、專案各年度蓄積量、生物量、二氧化碳當量儲存量及二氧化碳當量儲存量年變化量

t (yr)	C _{SOC_P,t} (tCO _{2e})	ΔC _{SOC} (tCO _{2e} yr ⁻¹)	t (yr)	C _{SOC_P,t} (tCO _{2e})	ΔC _{SOC} (tCO _{2e} yr ⁻¹)
1	357	4	11	395	4
2	361	4	12	398	4
3	365	4	13	402	4
4	369	4	14	406	4
5	372	4	15	410	4
6	376	4	16	413	4
7	380	4	17	417	4
8	383	4	18	421	4
9	387	4	19	425	4
10	391	4	20	428	4

確證階段以過去研究中平地造林土壤有機碳儲存量之平均年變化量進行估計，引用林映儒等(2011)「平地長期林地之土壤性質與有機碳量蓄積」之林地平均土壤有機碳量增加速率為0.34 tC ha⁻¹ yr⁻¹。該研究所使用之數據，係以長期果園廢耕地與平地造林地為對象，該土地轉換為林地使用前須作為農地使用，且現地林木樹冠鬱閉完整無人為干擾。分別勘選臨時樣區採樣土壤調查，另也同時採樣鄰近地區現持續作為農地使用之土壤，作為對照組比較。本專案土地基線情境，長期以來皆為無人為活動之草地，然而既有關於土地利用轉換之土壤性質研究，仍多聚焦於農地轉為造林之影響。本專案雖非為農地使用，但經專案造林活動後由土地利用由草地轉換為森林地，預期土壤有機質來源將會增加，且微氣候環境仍具有一定程度之改變。另專案造林活動後續之撫育作業，刈草、修枝、除蔓所產生之殘枝、草葉均整理留置於專案範圍內植帶間，覆蓋土地除具減緩雜草新生之效益外，同時也能發揮提供土壤有機質來源、減少表層土壤沖蝕、避免有機質遭曝曬分解等效益，創造有利於累積土壤有機質之環境。故本計畫於確證階段暫且忽略可能的估計誤差，而實際減量成效以查證階段進行之監測調查數據為準。

依下列方式計算專案排放量：由於無法預測專案邊界內火災發生情況，暫不考慮森林火災造成的專案邊界內溫室氣體排放，且造林活動不進行整地，挖掘植穴等作業以人力進行栽植。因此依據方法學附件 2 之 VCS VM0047 排放顯著性檢測分析，專案活動之溫室氣體排放源僅採計林木地上部生物質燃燒產生之 CH₄及 N₂O。當總專案排放量小於總抵換額度5%時忽略不計，預設專案排放量為零。

(三)洩漏量計算：洩漏係指因專案活動之實施，導致專案土地內既有農牧業活動移轉至專案邊界外，造成土地進行開墾產生碳損失或溫室氣體排放量增加的情況。本專案邊界內土地，於活動實施前為私有土地，並無任何既有之農牧業或其他人為活動，因此專案活動不存在活動移轉或其他潛在洩漏，故本專案預設洩漏 (LK_t) 排放量為零。

(四) 減量計算=(一)專案移除量-(二)基線移除量計算-(三)洩漏量

公式(7)： $\Delta C_{NET,t} = \Delta C_{AT,t} - \Delta C_{BSL,t} - LK_t$ 。

項	數據/參數	定義/說明	數值	單位	數據來源
1	ΔC _{NET,t}	專案情境下，第 t 年時，專案溫室氣體總減量	如表6	tCO _{2e} yr ⁻¹	<input type="checkbox"/> 預設 <input checked="" type="checkbox"/> 監測 說明：本專案基線溫室氣體淨移除量及洩漏量皆預設為零，

					故本專案之 $\Delta C_{NET,t}$ 為林木生物量及土壤有機質碳儲存變化量之總和。
2	$\Delta C_{AT,t}$	專案情境下，第 t 年時，專案溫室氣體淨移除量	如表6	tCO ₂ e yr ⁻¹	<input type="checkbox"/> 預設 <input checked="" type="checkbox"/> 監測 說明：本專案之 $\Delta C_{AT,t}$ 為林木生物量及土壤有機質碳儲存變化量之總和；另由於無法預測專案邊界內火災及病蟲害發生情況，且專案活動不涉及大量排放溫室氣體之行為，因此預設專案排放量為零。
3	$\Delta C_{BSL,t}$	專案情境下，第 t 年時，基線溫室氣體淨移除量	0	tCO ₂ e yr ⁻¹	<input checked="" type="checkbox"/> 預設 <input type="checkbox"/> 監測 說明：本專案採用方法學附件1之造林專案碳儲存量變化量不顯著評估原則（5），將基線移除量預設為零；本專案基線情境皆無人為溫室氣體排放活動，因此將本專案基線排放量預設為零。
4	LK _t	第 t 年因洩漏之溫室氣體排放量	0	tCO ₂ e yr ⁻¹	<input checked="" type="checkbox"/> 預設 <input type="checkbox"/> 監測 說明：專案邊界內於活動實施前為私有土地，並無任何既有之農牧業或人為活動，因此專案活動不存在活動轉移或其他潛在洩漏，因此預設洩漏排放量為零。

表6、專案各年度蓄積量、生物量、二氧化碳當量儲存量及二氧化碳當量儲存量年變化量

t (yr)	$\Delta C_{\text{TREE}_P,t}$ (tCO ₂ e yr ⁻¹)	$\Delta C_{\text{SOC}_P,t}$ (tCO ₂ e yr ⁻¹)	$\Delta C_{\text{AT},t}$ (tCO ₂ e yr ⁻¹)	$\Delta C_{\text{NET},t}$ (tCO ₂ e yr ⁻¹)
1	0	4	4	4
2	0	4	4	4
3	0	4	4	4
4	97	4	101	101
5	34	4	37	37
6	34	4	37	37
7	41	4	44	44
8	41	4	44	44
9	50	4	53	53
10	50	4	53	53
11	58	4	62	62
12	58	4	62	62
13	64	4	68	68
14	64	4	68	68
15	68	4	72	72
16	68	4	72	72
17	70	4	74	74
18	70	4	74	74
19	72	4	76	76
20	72	4	76	76
合計	1011	80	1085	1085
平均	51	4	54	54

五、環境衝擊分析與公眾意見

環境衝擊分析	依據「溫室氣體自願減量專案管理辦法」第8條第2項，本專案屬微型規模之計畫，得免除環境衝擊分析及公眾意見。
公眾意見	依據「溫室氣體自願減量專案管理辦法」第8條第2項，本專案屬微型規模之計畫，得免除環境衝擊分析及公眾意見。

地籍清冊

序次	縣市名稱	鄉鎮市區	地段名稱	地段代碼	地號
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					
32					
33					
34					
35					





基線調查前之現場照片 (2024. 00. 00)

附件2、重要濕地查詢結果

項次	直轄市/縣(市)	鄉、鎮、市、區	重要濕地等級		暫定重要濕地	查詢機關
			國際級/國家級	地方級		
		區、☆☆區				<u>園署</u>
13	○○市	○○區、○○區、○○區、○○區、○○區		V		○○市政府
		○○區	V	V		
		○○區	V			
		○○區	V			內政部 <u>國家公園署</u>
		○○區			V	
14	△△縣	△△鄉、△△鎮	V			內政部 <u>國家公園署</u> 墾丁 <u>國家公園管理處</u>

檔 號：
保存年限：

○○市政府水利局 函

地址：

承辦單位：
承辦人：
電話：
傳真：
電子信箱：

受文者：○○環保基金會

發文日期：
發文字號：
速別：普通件
密等及解密條件或保密期限：
附件：

主旨：有關 地號土地
是否位於國家級重要濕地核心保育區、生態復育區以外分區
及地方級重要濕地核心保育區範圍一案，復如說明，請查照。

說明：
一、復 號函。
二、依據所附圖資，旨揭地號非位屬濕地保育法之地方級重要濕地(重要濕地)範圍內。

正本：
副本：

局長

○○環保基金會

附件3、基線既有林木調查資料

編號	樹種	胸徑(cm)	樹高(m)	X	Y
1	棟樹	44.0	9.0	200940	2586843
2	芒果	40.5	7.0	200948	2586830
3	芒果	40.1	6.8	200952	2586825
4	黑板樹	39.1	8.0	200954	2586820
5	芒果	37.0	8.2	200955	2586817
6	黑板樹	35.2	12.0	200960	2586813
7	芒果	34.5	5.7	200965	2586810
8	芒果	32.5	8.0	200968	2586800
9	棟樹	31.1	10.0	200968	2586793
10	芒果	30.4	9.5	201020	2586725
11	芒果	29.8	8.0	201024	2586730
12	棟樹	18.2	6.0	201028	2586731
13	棟樹	18.0	6.0	201048	2586788
14	棟樹	14.1	5.5	201052	2586770
15	棟樹	11.7	5.2	201060	2586775
16	棟樹	11.2	5.9	201064	2586794
17	棟樹	11.1	8.5	201070	2586803
18	木棉	10.9	4.8	201075	2586806
19	棟樹	10.3	6.6	201080	2586812

附件4、監測計畫

一、 實施原則

依「AR-TMS0001造林與植林碳匯專案活動 Ver.2.0」減量方法，本專案將於專案申請查證前執行監測工作，並進行基現土壤有機質現況調查，確認專案碳儲存量變化量及排放量。所蒐集的相關數據由本○○環保基金會及農業部林業試驗所分別至少保存至最後一次核發減量額度或專案活動結束後2年，取保存時間較長者。監測計畫之方法主要參考林業試驗所已公開發表之《森林碳匯調查及監測手冊》說明。

二、 預計規畫之監測計畫

1. 調查項目與範圍：

以辦理專案查證前最新一版之農業部林業及自然保育署航測及遙測分署正射影像圖，說明監測調查主體與其範圍邊界。專案面積採用面積周界(TW D97)坐標標定後，其面積以GIS軟體計算而得。

2. 監測工作人員：

本專案預計監測計畫團隊成員如下。辦理調查前由品質控制(QC)負責人員針對調查項目進行調查訓練，相關調查量測人員皆須參加，以確保獲得可靠之監測結果。監測計畫主持人及品質控制/資料分析人員應由具備國內外森林領域相關科系博士級以上學歷，或取得林業技師證照之專業人員擔任。監測團隊則應6年以上林業工作經驗，或經品質控制/資料分析人員辦理之森林調查品質訓練合格。

監測計畫主持人：

XXX (○○環保基金會)：△△大學森林學系博士、從事林業研究工作逾N年

品質管控人員：

XXX (○○環保基金會)：□□大學森林學系博士、從事林業現場管理工作T年、從事林業研究工作N年

現場調查人員：

XXX (○○環保基金會)：△△大學森林系博士，從事林業現場工作N年

XXX (○○環保基金會)：☆☆大學森林系碩士，從事林業現場工作N年

XXX (○○環保基金會)：☆☆大學森林系學士，從事林業現場工作N年

XXX (○○環保基金會)：△△大學森林系學士，從事林業現場工作N年

資料分析人員：

XXX (○○環保基金會)：□□大學森林學系博士、從事林業研究工作N年

XXX (○○股份有限公司)：☆☆大學森林學系博士、從事林業研究工作N年

3. 監測頻率：

專案於第一次申請查證前已完成樣區設置及基現土壤有機質現況調查，之後至少每5年執行一次監測，以追蹤碳庫之碳儲存變化及專案排放。

4. 碳匯估算方法及測量參數：

本專案林木碳匯估算方法採生物量擴展係數法，生物量轉換與擴展係數

(BCEF)、根莖比(R)及碳含量比例(CF)等各項轉換係數應用數值及來源如下第5點之說明。若監測調查時該數據有更新，則以最新之數據為準。為確保調查品質具一致性，專案區域內之監測調查方式與碳匯估算方法具一致性且與基線監測調查之方式相同。

5. 預設數據與參數：

本專案土地總面積(A)為3公頃，面積周界(TWD97)坐標標定後，套用至經濟部水利署架設之水利地理資訊服務平或其他經政府單位發布連結之地理圖資展示軟體(內建測量面積功能)，透過測量前相關圖層點繪推算總面積為3公頃。基線及專案情境下，樣區(A_{PLOT})設置規格採用20公尺×25公尺的矩形樣區，面積為0.05公頃，短邊隨等高線方向設置。

土壤抽樣設計參AL-TMS0001《改進農業土壤管理方法學》所列方法，進行樣區設置及採樣點選擇。考量過去基線情境下，土地利用狀況相同且邊界內地勢相對平坦無較大地形落差之處，故將專案整體土壤狀態視為均質。樣區取樣數量參照《農業部辦理國有林林產物處分暨伐採查驗作業要點》第6點之規定，採系統取樣：區域總面積0.5公頃以下者取1樣區，超過0.5公頃至1公頃以下者，取2樣區；其餘以此類推。因此專案邊界內每公頃抽選2個共6個樣區，並避開既有道路兩側3公尺內之非造林區域。每個樣區中取挖取3處土壤均勻混合後進行土壤有機碳分析，採樣深度(Dep)按照方法學預設值為0.3公尺。

由於專案為單一樹種造林且均質，分層僅有1層，因此沿用基線土壤有機質現況調時之樣區設置，不另行設置林木生物量監測樣區。日後於相同之土壤採樣樣區內同時進行林木生物量及土壤有機質監測，以作為專案活動之二氧化碳移除量依據。

相思樹之生物量轉換與擴展係數(BCEF)引用自林裕仁等(2002)「台灣地區主要用材比重與碳含量測定」之數據，為1.240；根莖比(R)及碳含量比例(CF)則引用自林國銓等(2007)「苗栗地區相思樹和木油桐人工林碳和氮累積量及生產量之估算」，分別為0.2380及0.4717。

6. 調查規劃：

本專案監測方式預計於專案邊界內進行樣區設置，專案樣區沿用基線土壤有機質現況調時之樣區設置，同時監測專案情境下林木生物量及土壤有機質變化。林木生物量監測測量參數項目包含編號、樹種、胸高直徑(diameter at breast height, DBH)及樹高(tree height, H)；樣區紀錄項目包含樣區編號、樣區TWD97坐標、調查日期及紀錄人員。若發生森林被害，如火災、病蟲害時，則進行災害調查。土壤相關調查項目則包含樣區編號、採樣點TWD97坐標、土壤容積密度(BD)、土壤有機質含量(C_{Soil})、含石率(RC)，每個樣本點土壤採集深度(Dep)按方法學預設值為0.3公尺。

7. 樣區設置：

本專案樣區設置規格採行20公尺×25公尺的矩形樣區，面積為0.05公

項。抽樣設計採用VCS VMD0021作為樣區設置指引，參考有效性於專案邊界內每公頃抽選2個共6個樣區，並避開道路兩側3公尺內非造林之區域。專案樣區沿用基線土壤有機質現況調時之樣區設置，專案樣區分布圖如下圖所示。

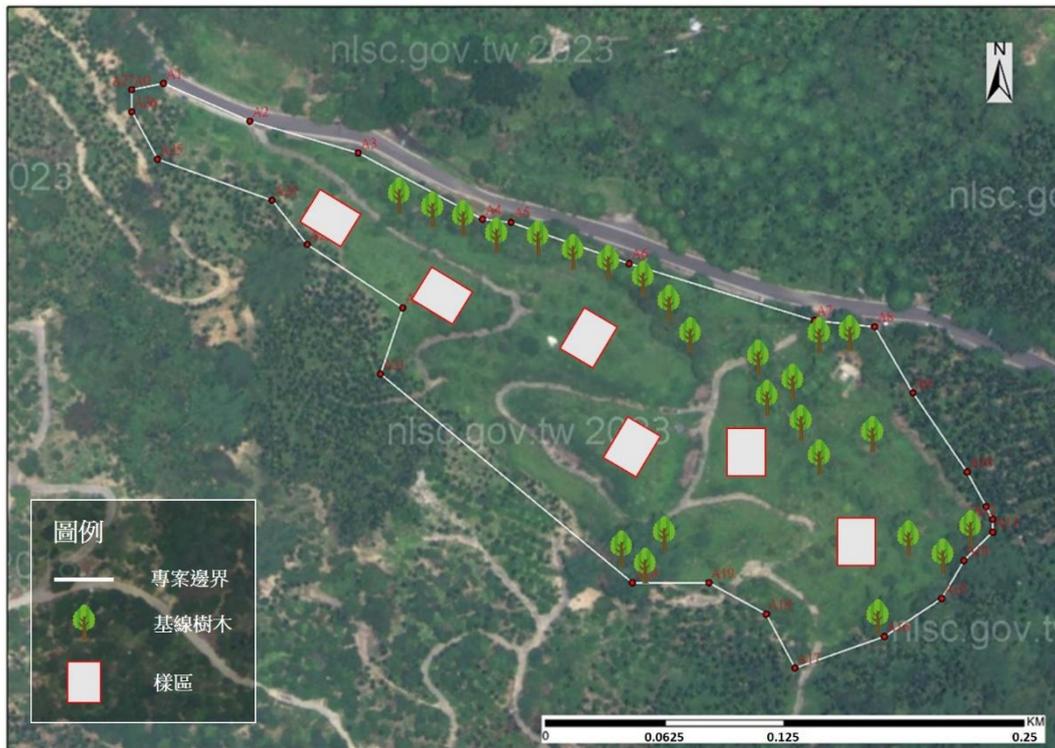


圖3、本專案樣區位置範圍圖

8. 本專案監測項目及調查工具：

本專案胸徑以胸徑尺調查、樹高以測高桿調查，逾測高桿高度之樹木以雷射測距儀調查，樣區設置以羅盤儀定坡度及角度，以皮尺測定邊長。所使用之工具皆為傳統林業監測調查之工具，亦適用於本專案。

9. 調查標準作業程序及品質控制 (QC)、品質保證 (QA) 程序：

本專案參照森林碳匯調查與監測工作手冊，胸高直徑 (胸徑) 及樹高採以下之定義及量測標準：

- (1) 胸徑定義為立木離地表1.3公尺處 (胸高) 之樹幹連皮直徑。
- (2) 胸高量測時，應沿樹木主幹生長方向計算，而非垂直於地表之高程。
- (3) 胸徑之量測宜以直徑捲尺量測，以樹木之圓周換算平均直徑。
- (4) 於平地時，胸高自地表起算；生長於斜坡之林木，胸高應於上坡之地表起算。
- (5) 樹木若生長有水平板根，胸高應自水平板根處起算，若樹木的支持根高度超過130公分時，則於支持根頂部膨大消失處向上30公分處測量直徑。
- (6) 立木於胸高以下分岔者，每一分岔木應視為獨立木進行量測。
- (7) 立木於胸高及以上分岔者，應視為1株立木進行量測，倘胸高處有因分岔而導致之膨大生長，測量位置為分岔下方膨大消失處(下緣)。

- (8) 立木於胸高處有樹瘤、膨大等不正常生長之情形時，測量位置為其上方膨大消失處（上緣）。
- (9) 胸徑紀錄單位為公分，數值應調查至小數點以下1位。
- (10) 樹高之量測為全樹高，即林木自地表至主幹頂梢之長度，其起算條件與胸高之起算條件相同。
- (11) 樹高之量測，宜以高度測定儀器測定，如角度式雷射測距儀、測高器、測高桿等。
- (12) 如有斷梢、欠頂等情形時，應予以備註。
- (13) 總樹高必須觀察到主幹頂梢，而非樹冠外側可見的最高點。
- (14) 當以角度式雷射測距儀或測高器進行量測時，宜與樹木保持一定之基本距離，以達到45°或更小的量測仰角。
- (15) 樹高紀錄單位為公尺，數值應至少調查至整數位。
- (16) 土壤有機質監測應收集可靠並具代表性之樣本，取樣點應依據氣候、地形、過去土地利用方式、植被、土壤質地、土壤類型等因子進行取樣，並於後續監測中保持一致之取樣劃分。
- (17) 採樣挖掘之土壤剖面應保持垂直，且避免過度破壞擾動採樣剖面。
- (18) 容積密度應以固定體積之採土環採集一個完整的土壤樣品，樣品以105°C持續烘乾至少一天之後，確定土壤樣品以達恆重，並秤量其乾土壤重量後計算容積密度。
- (19) 含石率依照Munsell Soil Color chart中之參考圖，現地對照採樣土樣之剖面得出。
- (20) 土壤有機質碳含量以乾燒法測定，採集的土壤樣本帶回後先平鋪置於室外陰涼通風處一星期待其自然風乾，風乾的土壤以2 mm孔洞之篩網篩選分離出土壤顆粒及石頭，取出部分篩選過的土壤樣品，以球磨機細磨成均勻粉末後並秤重包入錫囊，以元素分析儀分析得到土壤碳含量比例。

另為確保資料品質達標，將由品質控制負責人員執行現場檢驗與資料檢驗。現場檢驗採同步或非同步進行，檢驗比率預計至少為5%。本專案分別參考UNFCCC (2015) Measurements for estimation of carbon stocks in afforestation and reforestation project activities under the clean development mechanism : a field manual之規範設定資料容許偏差與資料品質目標；其值如下：

調查項目	單位	容許偏差	品質目標
胸徑	cm	0.6	檢驗樣本90%符合容許偏差範圍內
樹高	m	1.0	
樣區邊長	m	0.5	

檢驗結果倘通過資料容許偏差與資料品質目標，則以監測調查之數據為準，不依檢驗值進行修正。僅於必要時修正異常值，如樹種誤植。倘未通過資料容許偏差與資料品質目標，則由品質控制/資料分析人員再次辦理森林調查品質訓練，並重新進行調查作業，至通過檢驗為止。另考量調查需一定之期程，該期程內樹木仍持續生長，故QC之檢驗時限應以調查日起

算半年內為限，倘應天災等不可抗力因素致逾時限時，應於QC報告中說明其影響。

10. 資料保存程序：

所有專案減量措施之執行項目、日期紀錄及監測過程中蒐集的數據，包括QA/QC資料，皆以電子檔及紙本方式保存，並按照方法學規範，所蒐集的相關數據由○○環保基金會及農業部林業試驗所分別保存至最後一次核發減量額度或專案活動結束後2年，取保存時間較長者。

三、 減量計算

本專案林分碳匯估算方法採生物量擴展係數法，專案林木生物量溫室氣體總減量方式如公式1-3，另參考「農業部辦理國有林林產物處分暨伐採查驗作業要點」第5點第1項第1款第1目之規定，「樹種為杉木、柳杉、琉球松、臺灣二葉松、相思樹、樟楠類及槠櫟類等樹種，依立木材積表所定立木材積求積式計算，故公式1中的 $V_{S_{p,t}}$ 以監測計畫所得之胸徑及樹高帶入上述之相思樹立木材積求積式計算。公式如下：

$$V = 0.0000446 \times DBH^{1.53573} \times H^{1.50657}$$

其中，V 為立木主幹材積(m³)，DBH 為胸高直徑(cm)，H 為樹高(m)；模式自變數建模區間為 D = 6~35 cm；H = 4~27 m。

倘樹木之樹種、胸徑或樹高逾上述之規範與區間，則改採「農業部辦理國有林林產物處分暨伐採查驗作業要點」第5點第1項第1款第2目之規定，「前目所定樹種以外之一般樹種，其立木材積為胸高直徑之平方乘以零點七九乘以樹高乘以形數」。再參考第3款之規定，「立木材積形數基準，未列入立木材積表之樹種，其立木材積形數定為零點四五或以實際測定之」。即立木材積=(胸高直徑)²×0.79×樹高×0.45。