

○○林業生產合作社森林經營碳匯專案計畫書

版本：第1版 製作日期：113年9月3日

申請單位	○○林業生產合作社
引用之減量方法（版次）	加強森林經營碳匯專案
減量方法範疇別	B-11 林業
年平均減量估計值	295.58噸二氧化碳當量（tCO ₂ e）

目錄

一、專案活動之一般描述	1
(一) 專案名稱	1
(二) 專案參與機構描述	1
(三) 專案活動描述	1
(四) 專案活動之技術說明	2
二、減量方法適用性及外加性分析描述	3
(一) 專案活動採用之減量方法	3
(二) 適用條件與原因	3
(三) 專案邊界	4
(四) 基線情境之選擇與說明	5
(五) 外加性之分析與說明	6
三、減量計算說明	6
(一) 減量計算描述	6
(二) 計入期計算摘要	12
四、監測計畫	13
五、專案活動期程描述	20
(一) 專案活動執行期間	20
(二) 專案計入期	20
方法學附表	20

○○林業生產合作社森林經營碳匯專案計畫書

一、專案活動之一般描述

(一) 專案名稱

1. ○○林業生產合作社森林經營碳匯專案

2. 減量方法範疇別：「類別B-11：林業」

版本	日期	修訂內容摘要
1	○○.○○.○○	新撰寫

(二) 專案參與機構描述

※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。

○○林業生產合作社為民營林場，主要業務為辦理森林經營及木材生產，由農業部林業試驗所協助，規劃撰擬本計畫書。

本專案由○○林業生產合作社，取得100%額度。

參與機構名稱	參與單位性質	角色說明	取得減量額度
○○林業生產合作社	• 私人企業	專案執行者	100%
農業部林業試驗所	• 政府部門	專案規劃者及QC團隊	0%

(三) 專案活動描述

一 專案活動目的：

透過修枝、除蔓、疏伐等森林經營撫育措施，以及透過改善森林經營以提高木材生產量，藉由執行專案提升木材生產量的同時，增加林地碳匯效益。

一 專案活動地點：

合作社經營林地地位於○○縣，專案邊界內森林面積總計30公頃，主要樹種組成爲杉木，林齡15年生。其中10公頃為蓄積量較低且生長狀況不良之林分，計畫伐採後進行再造林改植作業；另20公頃生長良好之林分，計畫採行加強中後期撫育措施，來提升碳吸存效益。

一 專案活動對永續發展的貢獻：

林木生長可將大氣中二氧化碳轉化為生物量儲存於木材中，收穫木材並製成林產品將延長碳保存效果，有助於減緩氣候變遷。

本專案活動在經營期間進行加強中後期撫育及伐採後再造林改植作業，除優化林木生長形質，亦能促進林分生長、提升碳吸存效率，進行林分收穫後將木材製成收穫林產品

(Harvest wood product, HWP)，並規劃更新再造林作業，以進行下一輪林分生長收穫之循環，並達到森林永續經營之理念。

—預期減量成果：

預期於專案計入期內的年平均淨移除量為295.58公噸二氧化碳當量，總碳淨移除量為5,911.53公噸二氧化碳當量。

—本專案係本林業合作社權管土地首次申請專案，屬小規模專案。

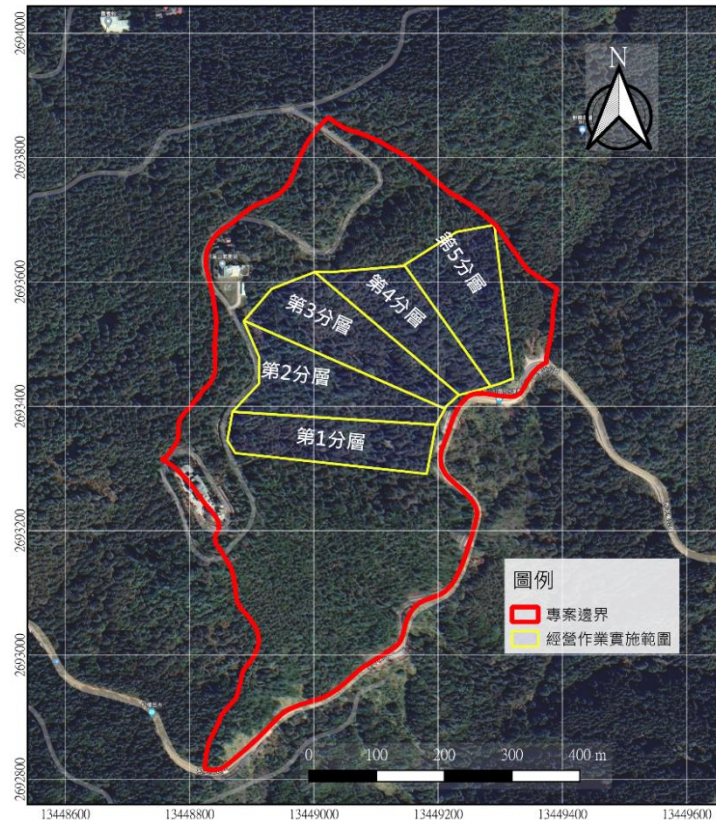


圖 1、本專案計畫預計實施範圍之林地位置分布圖

(四) 專案活動之技術說明

1. 林分伐採計畫

未來五年伐採樹種規劃以前述之蓄積量較低的10公頃杉木林為主，並依據蓄積量調查記錄所示，林分每公頃蓄積量約為50 m³/ha。

在伐採過程中，依據地形決定木材砍伐之方向，減緩砍伐過程對木材本身與其它林木之影響；伐採時移除之枝葉或殘材等，將留置於林地內，使其自然循環，補充土壤養分。在集材過程亦透過架設索道的的方式，將木材吊起，減少對地表影響；而作業過程中所產的廢棄物將依照既定處理辦法進行處理。

2. 伐採計畫

為促使林地永續經營，及避免伐採後因缺乏森林保護而導致水土流失，更新再造林作業於同年亦或隔年造林季節時進行，並辦理造林地檢測，將扣除未伐採面積及不適造林地面積規劃造林計畫。

更新再造林樹種主要以經濟效益為優先考量，且為因應林業保育署推行原生樹種之造林政策，因此以相思樹作為再造林樹種；栽植密度規劃為每公頃種植2,000株，苗木來源除了向林業保育署申請新植造林之苗木配發外，亦自行向苗圃購買。

3. 森林撫育計畫

再造林林分後續會執行期初撫育作業，即栽植後第1~3年每年除草2~3次；第4~6年每年除草1~2次，後續待林木不需刈草後，開始施作除蔓、修枝、疏伐等森林經營措施；未伐採林地亦會執行中後期撫育作業，施作除蔓、修枝等森林經營措施，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。

二、減量方法適用性及外加性分析描述

(一) 專案活動採用之減量方法

本專案活動採用之減量方法為「加強森林經營碳匯專案活動」。

(二) 適用條件與原因

適用條件	說明與佐證
(1) 實施加強森林經營碳匯專案土地於註冊申請前須符合森林定義。	本專案活動土地在申請前已符合森林定義，土地面積為30公頃，整體森林樹高超過5公尺、樹冠覆蓋率超過10%以上。
(2) 本減量方法不適用位於重要濕地和以竹林經營為主之土地。	本專案土地為原有林地、非為重要濕地，且專案活動以林木經營為主。
(3) 本減量方法適用於實施加強森林經營措施之森林。	本專案活動預計部分森林區域採行伐採後再造林進行林相更新，其餘區域採行中後期撫育措施，提升森林之碳匯。
(4) 專案採行之加強森林經營措施須符合森林經營及水土保持相關規範要求。	本專案活動符合森林法及水土保持法之相關要求，主要土壤擾動的經營活動為造林前整地及伐採，所有活動符合法規規定。
(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 (tCO ₂ e)，且整個專案淨移除量需為正值。	專案活動溫室氣體每年淨移除量為295.58噸二氧化碳當量。
(6) 註冊申請日前3年內實施之各項加強森林經營措施，得列入為專案情境。	本專案活動係為事前經營計畫，於註冊申請後開始執行。

(三) 專案邊界

本專案邊界為合作社經營所有林地，土地面積共30公頃，專案活動執行之經營工作所產生之移除及排放，皆納入專案邊界。基線情境採用維持現有之森林組成，包含平均年生長量及蓄積量。在森林經營專案活動期間，專案邊界內所選碳庫的碳儲存變化量。

基線碳庫	是否選擇	說明
地上部生物量	是	森林經營活動的主要碳庫
地下部生物量	是	森林經營活動的主要碳庫
枯死木、枯落物及土壤有機質	否	基線情境採用維持現有之森林組成，且不會有森林經營活動，故枯死木和地表枯落物及土壤有機質皆以保守方式忽略不計。
收穫林產品	否	基線情境採用維持現有之森林組成，且不會有森林經營活動，故不會有林木收穫及收穫林產品碳匯，因此忽略不計。

專案碳庫	是否選擇	說明
地上部生物量	是	森林經營活動的主要碳庫
地下部生物量	是	森林經營活動的主要碳庫
枯死木、枯落物及土壤有機質	否	專案活動不移除枯死木和地表枯落物、採土壤擾動最小為原則，且不涉及地貌及土地利用類型改變，皆以保守方式忽略不計。
收穫林產品	是	本專案活動在經營期間進行林分收穫後，將收穫木材製成收穫林產品，在較長的專案期間，林分收穫林產品是森林經營項目的主要碳匯來源之一。

專案邊界內的溫室氣體排放源計算項目為收穫材積搬出運輸之化石燃料碳排放及林木生物質燃燒。由於無法事先預測專案邊界內之火災發生情況，因此暫不考慮森林火災造成之專案邊界內非二氧化碳溫室氣體排放。

溫室氣體	排放源	情境	是否選擇	說明
CO ₂	化石燃料	基線情境	否	基線情境採用維持現有之森林組成，且不會有森林經營活動，故不會有林木收穫搬出，因此忽略不計。
		專案情境	是	收穫木材搬出運輸過程中，交通工具化石燃料所排放的二氧化碳將納入專案排放量計算中。

(四) 基線情境之選擇與說明

本專案基線情境採用現有之森林組成，而專案情境為伐採後再造林進行林相變更，爰採用過去林分蓄積量調查之資料建立蓄積量生長模式，配合生物量擴展係數法推估基線情境（如表1），如無專案推動之伐採、更新再造林、林分撫育等經營活動的影響，林地狀態將維持該推估之狀態。

綜上所述，本專案之基線情境溫室氣體移除量以現有森林組成之林分生物量變化計算，因基線情境無伐木活動，排放量忽略不計假設為0。

表1、基線模式推估林分蓄積量表（m³/ha）

林齡	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
蓄積量	50	53	57	60	64	66	68	71	74	77
林齡	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
蓄積量	79	82	85	87	90	93	95	98	100	103

基線計算說明如下：

基線邊界內，第i分層林分生物量碳儲存年變化量之和，即為基線林分生物量碳儲存變化量（ ΔC_{FR_BSL} ）。假設一段時間內（第t₁至t₂年）基線林分生物量的變化是線性的，則基線林分生物量碳儲存變化量（ $\Delta C_{FR_BSL,i}$ ）之計算公式如下：

$$\Delta C_{FR_BSL,i,t} = \frac{C_{FR_BSL,i,t_2} - C_{FR_BSL,i,t_1}}{t_2 - t_1}$$

林分碳儲存量之計算公式為：

$$C_{FR_BSL,i,t} = G_{FR_BSL,i,t} \times A_{BSL,i} \times CF \times 44/12$$

基線情境邊界內平均每公頃林分生物量則採用「生物量擴展係數法」來估算，並配合表1之蓄積量模式推估結果進行計算，計算公式為：

$$G_{FR_BSL,i,t} = \sum_i \left(\sum_j (V_{FR_BSL,i,j,t} \times BCEF_j \times (1+R_j)) \right) \div A_{PLOT,i}$$

其中引用之參數分別為：

1. BCEF_j：根據方法學附表1提供之建議參數，人工針葉林為0.51。
2. R_j：根據方法學附表1提供之建議參數，人工針葉林為0.22。
3. CF：根據方法學附表1提供之建議參數，人工針葉林為0.4821。

為計算專案邊界內各再造林地林相更新後的生長量，相關假設說明如下：

1. 基線情境假設為維持原有之森林組成，以計算每年度的基線移除量，計入面積則與專案邊界之森林面積相等。
2. 因基線情境為維持原有之森林組成，故不會有伐木活動，因此基線排放量忽略不計。
3. 專案活動每年度伐採更新面積為2公頃，逐步更新林相及進行撫育，施行5年共10公頃，所有的更新再造林地之造林樹種為相思樹。
4. 其餘20公頃維持原林分組成，因有受到森林撫育措施之影響，另參考《第二期農業部門溫室氣體排放管制行動方案》中加強森林經營之中後期撫育作業的修枝及除蔓效益參數，其每年每公頃之淨二氧化碳移除量為1.28公噸，此部分即為該分層之專案活動貢獻淨移除量（已扣除基線移除）。

根據上述假設，各別計算基線情境及專案邊界內各不同年度的更新再造林地林分碳儲存量與未更新林分之中後期撫育作業效益碳儲存量，加總後即為基線及專案總林分生物量碳儲存變化量，除以20年即為基線及專案平均年度碳移除量。

再造林地林分的基線年移除量等於推估模式中兩個年度間的蓄積量差值，再依序轉換為生物量、碳儲存量、二氧化碳當量，乘上受專案影響伐除之基線面積10公頃，以此類推計算出各年度基線移除量。

例如：第一年的基線移除量為：

$$(50.16 - 50) \times 0.51 \times (1+0.22) \times 0.4821 \times 44/12 \times 10 = 1.75 \text{ (tCO}_2\text{e)}$$

第二年的基線移除量為：

$$(53 - 50) \times 0.51 \times (1+0.22) \times 0.4821 \times 44/12 \times 10 = 36.68 \text{ (tCO}_2\text{e)}$$

（五）外加性之分析與說明

本專案年碳移除量小於20,000公噸二氧化碳當量，依據「溫室氣體自願減量專案管理辦法」外加性分析規範，外加性得僅分析法規外加性。

本專案之執行非屬中央法規、地方自治條例及國家政策、方案、綱領等法規規定須辦理加強森林經營活動之對象。

三、減量計算說明

(一) 減量計算描述

1. 所引用減量方法之公式描述

森林經營專案之實際溫室氣體淨移除量 ($\Delta C_{AT,t}$)，為專案邊界內所選碳庫的碳儲存變化量。根據加強森林經營碳匯方法學，本專案活動情境下，主要考量林木生物量 ($\Delta C_{FR,P,t}$) 及收穫林產品 ($C_{HWP,P,t}$) 之碳儲存變化量，不考慮灌木、枯死木、枯落物及土壤有機質之碳儲存變化量，並減去專案活動引起的運輸 ($E_{CO_2,P,t}$) 及非二氧化碳溫室氣體排放量 ($GHG_{E,t}$)。

計算公式為：

$$\Delta C_{AT,t} = \Delta C_{FR,P,t} + C_{HWP,P,t} - E_{CO_2,P,t} - GHG_{E,t}$$

由於本專案活動不考慮灌木、枯死木、枯落物及土壤有機質之碳儲存變化量；且根據方法學適用條件，專案邊界內於活動實施前須已是森林，不會引起專案前既有活動的轉移，因此專案活動不存在潛在洩漏。另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非二氧化碳溫室氣體排放，即 $GHG_{E,t}$ 可忽略不計。

(1) 專案林分生物量碳儲存變化量

本專案林分碳儲存變化量參酌基線情境設定及計算成果，並套用蓄積量模式推估（如表2）更新再造林之相思樹未來蓄積量變化。隨著專案活動施行，最終會有10公頃（5個分層）更新後不同林齡之相思樹林及20公頃（1個分層）受森林撫育措施影響之原組成林分。

表2、專案模式推估林分蓄積量表 (m^3/ha)

林齡	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
蓄積量	14	28	43	59	75	97	111	127	143	161
林齡	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
蓄積量	180	200	220	241	263	285	308	332	356	380

其各分層平均年碳移除量計算如下：

A. 相思樹林分層

更新再造林作業時間為專案開始前5年，每次面積2公頃共10公頃。同上述基線年移除量計算公式，再造林之年移除量等於推估模式中兩個年度間的蓄積量差值再進行換算，後續以此類推計算出各年度再造林移除量。相關係數引用如下：

- (1) $BCEF_j$ ：根據加方法學附表1提供之建議參數，人工闊葉林為0.92。
- (2) R_j ：根據方法學附表1提供之建議參數，人工闊葉林為0.24。

(3) CF：根據方法學附表1提供之建議參數，人工闊葉林為0.4691。

例如：

1. 第一年再造林分層專案移除量為：

$$(14-0) \times 0.92 \times (1+0.24) \times 0.4691 \times 44/12 \times 2 = 54.29 \text{ (tCO}_2\text{e)}$$

2. 第二年再造林分層專案移除量為：

$$((28-14) + (14-0)) \times 0.92 \times (1+0.24) \times 0.4691 \times 44/12 \times 2 = 110.68 \text{ (tCO}_2\text{e)}$$

3. 第三年再造林分層專案移除量為：

$$((43-28) + (28-14) + (14-0)) \times 0.92 \times (1+0.24) \times 0.4691 \times 44/12 \times 2 = 169.19 \text{ (tCO}_2\text{e)}$$

.....後續以此類推計算。

B. 原組成林分分層：

維持原組成之林分，雖無進行再造林更新活動，但其仍會受到森林中後期撫育措施之影響，使生長量較原來基線情境增加，效益參數為每年每公頃淨1.28公噸二氧化碳 (tCO_{2e} / ha⁻¹ yr⁻¹)。該分層面積為20公頃，每年淨移除量為20×1.28 = 25.60 (tCO_{2e})。

C. 基線及專案邊界內年移除量：

將各分層林分之年碳儲存量按照以上方法計算，加總後即得出專案邊界內全分層林分之二氧化碳移除量。

例如：

第一年之專案移除量為：54.29 (再造林1) + 25.60 (原林分) = 79.89 (tCO_{2e})；

第二年之專案移除量為：110.68 (再造林1+2) + 25.60 (原林分) = 136.28 (tCO_{2e})

.....後續以此類推計算。

根據以上基線和專案情境假設，以公式估算得出之結果概要如表3所示：

表3、基線及專案林分年度移除量表

年度	基線林分 移除量 (tCO _{2e})	專案林分 移除量 (tCO _{2e})	年度	基線林分 移除量 (tCO _{2e})	專案林分 移除量 (tCO _{2e})
1	1.75	79.89	11	29.67	353.53
2	36.68	136.28	12	29.54	374.44
3	37.43	194.79	13	29.41	393.08
4	38.31	255.41	14	29.29	409.76
5	39.19	318.14	15	29.17	424.79
6	18.17	350.37	16	29.06	438.49
7	30.27	350.21	17	28.95	451.16
8	30.11	353.20	18	28.85	463.10
9	29.96	358.67	19	28.75	474.55
10	29.81	366.15	20	28.65	485.82
基線合計	583.04		專案合計	7,031.85	
基線平均	29.15		專案平均	351.59	

(2) 專案收穫林產品碳儲存變化量

林木收穫林產品也是森林經營項目的主要碳匯來源之一，有伐採情形時，因專案伐採而損失之林分生物量，將會被計入專案排放中。此外，伐採木材中的部分碳匯會以林產品的形式儲存下來，而不是立即排放到大氣中。

收穫林產品的碳儲存變化計算公式為：

$$C_{HWP,P,t} = C_{STEM,P,t} \times SF_{BT}$$

$$C_{STEM,P,t} = \sum_j (V_{FR,P,j,t} \times D_j) \times CF \times 44/12$$

每公頃林分伐採材積量參酌表1之推估模式以及伐採面積2公頃，另參酌方法學附表2之建議係數， $SF_{BT} = 0.225$ 代入公式計算，其他參酌係數說明如下：

數據/參數	SF_{BT}
數據單位	%
描述	收穫林產品最終儲存率
數據來源	預設值
應用的數值	22.5%
數據選擇或量測方法和程序	收穫林產品最終儲存率，表示各類型收穫林產品經40年後之最終儲存率，為收穫林產品木材利用率 $(1-WW_{ty}) \times$ 留存率 (OF_{ty}) 。 依方法學規範，因尚未確認林產品用途，以較低之製材類型計算收穫林產品碳儲存量，參照附表2針葉樹製材為22.5%。
備註	

數據/參數	$V_{FR,P,j,t}$
數據單位	m^3
描述	j樹種第t年之總搬出材積量
數據來源	專案伐採計畫預測值
應用的數值	五個年度分別為：100、100、107、114、120
數據選擇或量測方法和程序	參照表1之推估模式結果及專案活動計畫之伐採面積計算，因其為預測值，依方法學附表2，在代入公式計算時須 $\times 0.7$ 。
備註	事前預估搬出材積量可依據專案伐採計畫、林分蓄積量調查、採取許可證等資料計算。此外，在轉換為碳儲存量時須考慮用材及薪材等利用材積與立木材積之換算比率，依據方法學附表2提供之針葉樹和闊葉樹造林木用材搬出係數計算，即預估值 \times 搬出率。

數據/參數	D_j
數據單位	$t \cdot d \cdot m^{-3}$

描述	木材密度
數據來源	引用國內已發表的科學文獻或預設值
應用的數值	針葉樹0.41
數據選擇或量測方法和程序	木材密度 (Basic Wood Density, D) 亦即幹材之絕乾重量與原木去皮材積的比值。根據方法學附表1提供之建議參數，人工針葉林為0.41。
備註	單位符號d.m.為乾重 (dry matter) 縮寫

數據/參數	CF
數據單位	-
描述	碳含量比
數據來源	引用國內已發表的科學文獻或預設值
應用的數值	針葉樹0.4821
數據選擇或量測方法和程序	根據方法學附表1提供之建議參數，人工針葉林為0.4821。
備註	

根據表1，可計算出專案活動經營計畫前5年之每年度伐採量及收穫林產品碳儲存。根據上述收穫林產品碳儲存計算公式，該年度所生產的林產品碳儲存量將會隨著時間逐漸衰減，考量永久性及保守性下，僅採計40年後之殘留比例 (OF_{ty})。

國產材絕大部分以製材 (Saw Wood) 與圓木 (Round Wood) 利用為主，可納入碳儲存量計算。依方法學規範，因尚未確認林產品用途，以較低之製材類型計算收穫林產品碳儲存量，製材類林產品的半衰期，根據 IPCC (2019) 之修訂報告資料，製材類預設值為35年。

依據表1模式推估資料及生物量擴展係數法，將擴展係數BCEF_j = 0.51、地下部比值R_j = 0.22、木材密度D_j = 0.41及CF = 0.4821，代入公式計算得出每年度伐採的材積量、排放量和HWP留存量之概要如下：

年度	伐採面積 (ha)	伐採立木材積量 (m ³)	伐採排放量 (tCO _{2e})	HWP 留存當量 (tCO _{2e})
1	2	100	109.99	11.41
2	2	100	110.34	11.45
3	2	107	117.67	12.21
4	2	114	125.16	12.99
5	2	120	132.82	13.78
合計	10	542	595.98	61.85

(3) 收穫搬出材積運輸碳排放量

在專案期間，若有林分伐採收穫活動時，搬出過程使用交通工具運輸之碳排放量，應計入專案排放中。本專案活動期間共實施5次林分伐採作業，木材搬出後製成收穫林產品。參照方法學公式，以收穫搬出運輸總重量、伐採地點至集散地的路徑距離及碳足跡係數，計算運輸碳排放量。

$$E_{CO_2,P,t} = \Sigma (W_{P,t} \times d_{P,t} \times EF_{CO_2}) \times 10^{-3}$$

專案伐採地至集散地距離約 50 公里，收穫木材之生材密度，以現場秤重量測計算得出平均為 0.89 t / m³，依據上節表格計算得出總搬出材積生材重量約為 482 噸。運載用板車根據環境部碳足跡資料庫，營業大貨車(柴油)之碳足跡係數為0.131 kgCO₂e / tkm，計算過程如下：

$$\text{第一年之 } E_{CO_2,P,t} = 89 \times 50 \times 0.131 \times 10^{-3} = 0.58 \text{ tCO}_2\text{e}$$

$$\text{第二年之 } E_{CO_2,P,t} = 89.28 \times 50 \times 0.131 \times 10^{-3} = 0.58 \text{ tCO}_2\text{e}$$

$$\text{第三年之 } E_{CO_2,P,t} = 95.22 \times 50 \times 0.131 \times 10^{-3} = 0.62 \text{ tCO}_2\text{e}$$

.....

年度	伐採立木材積量 (m ³)	生材重量 (t)	運輸排放 (tCO ₂ e)
1	100	89	0.58
2	100	89.28	0.58
3	107	95.22	0.62
4	114	101.28	0.66
5	120	107.48	0.70
合計	542	482.26	3.16

數據/參數	EF _{CO₂}
數據單位	kg CO ₂ e/tkm
描述	不同車種及燃油類型的碳足跡排放係數
數據來源	依環境部公告之最新數據為準
應用的數值	0.131
數據選擇或量測方法和程序	環境部公告之營業大貨車(柴油)最新 2022 年碳足跡排放係數
備註	

(4) 專案邊界內年度實際溫室氣體淨移除量之結果

本專案之實際溫室氣體淨移除量 (ΔC_{AT,t}) 即等於林木生物量及收穫林產品碳儲存變化量之總和，再減去專案排放量。將前三條目 (1)、(2)、(3) 計算得出之各項碳儲存變化量總和，即為專案之溫室氣體淨移除量，計算結果概要如下：

年度	森林經營 移除量 (tCO ₂ e)	林產品 移除量 (tCO ₂ e)	專案 排放量 (tCO ₂ e)	專案 淨移除量 (tCO ₂ e)
1	79.89	11.41	110.57	-19.27
2	136.28	11.45	110.92	36.81
3	194.79	12.21	118.29	88.71
4	255.41	12.99	125.82	142.57
5	318.14	13.78	133.52	198.40
6	350.37	0	0	350.37
7	350.21	0	0	350.21
8	353.20	0	0	353.20
9	358.67	0	0	358.67
10	366.15	0	0	366.15
11	353.53	0	0	353.53
12	374.44	0	0	374.44
13	393.08	0	0	393.08
14	409.76	0	0	409.76
15	424.79	0	0	424.79
16	438.49	0	0	438.49
17	451.16	0	0	451.16
18	463.10	0	0	463.10
19	474.55	0	0	474.55
20	485.82	0	0	485.82
合計	7,031.85	61.85	595.98	6,494.56
平均	351.59	-	-	324.73

(二) 計入期計算摘要

專案邊界內二氧化碳減量之結果，為專案活動實施後之碳匯實際淨溫室氣體淨移除量，減去專案活動未實施情況下之碳匯基線溫室氣體淨移除量，並也需減去專案邊界內洩漏溫室氣體排放量 (LK_t)。

計算公式為： $\Delta C_{NET,t} = \Delta C_{AT,t} - \Delta C_{BSL,t} - LK_t$

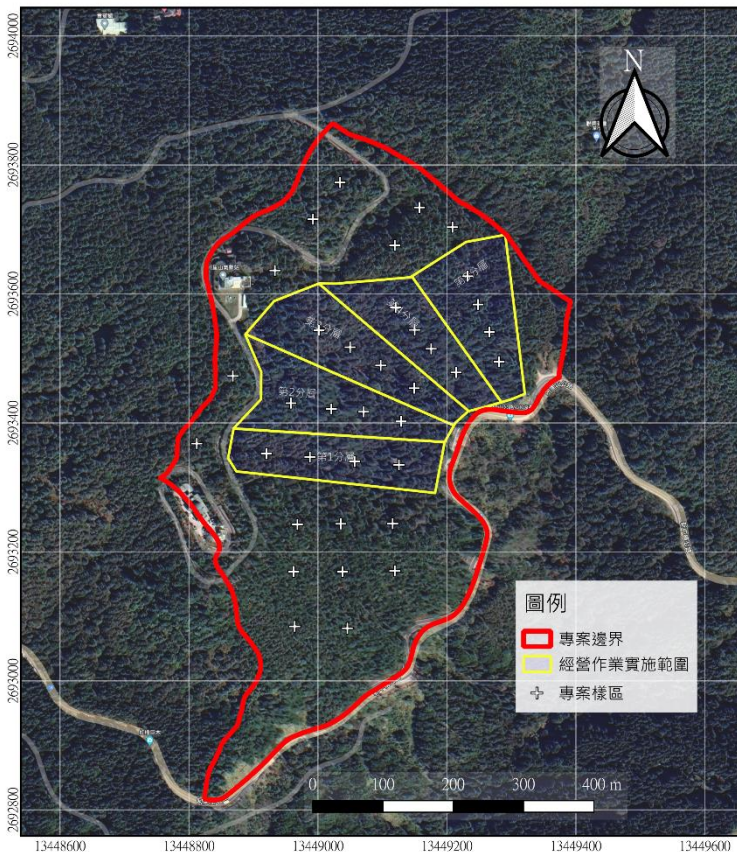
年度	專案淨移除量 ($\Delta C_{AT,t}$) (tCO ₂ e)	基線淨移除量 ($\Delta C_{BSL,t}$) (tCO ₂ e)	洩漏排放 (LK _t) (tCO ₂ e)	人為溫室氣體淨移除量 ($\Delta C_{NET,t}$) (tCO ₂ e)
1	-19.27	1.75	0	-21.02
2	36.81	36.68	0	0.13
3	88.71	37.43	0	51.27
4	142.57	38.31	0	104.26
5	198.40	39.19	0	159.21
6	350.37	18.17	0	332.21
7	350.21	30.27	0	319.94
8	353.20	30.11	0	323.09
9	358.67	29.96	0	328.71
10	366.15	29.81	0	336.34
11	353.53	29.67	0	323.85

年度	專案淨移除量 ($\Delta C_{AT,t}$) (tCO _{2e})	基線淨移除量 ($\Delta C_{BSL,t}$) (tCO _{2e})	洩漏排放 (LK _t) (tCO _{2e})	人為溫室氣體淨移除量 ($\Delta C_{NET,t}$) (tCO _{2e})
12	374.44	29.54	0	344.90
13	393.08	29.41	0	363.67
14	409.76	29.29	0	380.47
15	424.79	29.17	0	395.62
16	438.49	29.06	0	409.43
17	451.16	28.95	0	422.21
18	463.10	28.85	0	434.25
19	474.55	28.75	0	445.81
20	485.82	28.65	0	457.17
總計	6,497.72	583.04	0	5,911.53
計入期總年數	20			
計入期年平均	324.89	29.15	0	295.58

四、監測計畫

本專案監測計畫於專案查證前至少執行一次，並依照方法學規範，提供所需監測的相關數據，以查證碳庫之碳儲存變化及專案排放。

(1) 調查項目與範圍：



(2) 監測工作人員：

監測計畫主持人：XXX (○○林業生產合作社)

品質管控人員：XXX (○○林業生產合作社)

現場調查人員：XXX、XXX、XXX、XXX (○○林業生產合作社)

資料分析人員：XXX (○○林業生產合作社)

XXX (○○股份有限公司)

(3) 碳匯估算方法：略

(實際撰寫請參照前項碳匯估算過程及方法學之碳匯計算公式進行詳細描述)

(4) 預設數據與參數：

數據/參數	$A_{BSL,i}$
數據單位	ha
描述	基線情境下，第 i 分層的總面積
數據來源	地面面積量測儀器實地量測、地理資訊系統 (Geographic Information Systems, GIS) 空間資訊量測或遙感監測資料
應用的數值	30
數據選擇或量測方法和程序	以定位儀器定位邊界坐標後，套用至地理資訊系統量測結果，總面積為 30 公頃
備註	

數據/參數	$A_{PLOT,i}$
數據單位	ha
描述	基線及專案情境下，第 i 分層取樣樣區面積
數據來源	實地量測或地理資訊系統 (GIS) 量測
應用的數值	0.05
數據選擇或量測方法和程序	採用國內普遍使用於森林資源調查及森林經營監測的作法設置方形或矩形樣區。 本專案樣區設置採用第四次森林資源調查之 28.4 m×17.6 m 的矩形樣區，面積為 0.05 ha。
備註	

數據/參數	CF
數據單位	% 或 $tC (t d.m.)^{-1}$
描述	含碳率，用於將生物量轉換為碳含量
數據來源	採用方法學附表 1 資料
應用的數值	人工針葉林 0.4821、人工闊葉林 0.4691
數據選擇或量測方法和程序	採用現有資料或預設值，根據方法學附表 1 提供之建議參數，人工針葉林為 0.4821、人工闊葉林為 0.4691
備註	

數據/參數	R_j
數據單位	無單位

描述	根莖比 (root-to-shoot ratio), j 樹種林木地下部生物量與地上部生物量之比
數據來源	採用方法學附表1資料
應用的數值	人工針葉林0.22、人工闊葉林0.24
數據選擇或量測方法和程序	採用現有資料或預設值, 根據方法學附表1提供之建議參數, 人工針葉林為0.22、人工闊葉林為0.24
備註	

數據/參數	BCEF _j
數據單位	t d.m. m ⁻³
描述	j 樹種生物量轉換和擴展係數, 即將材積 (連皮) 轉換為地上部生物量之轉換係數
數據來源	採用方法學附表1資料
應用的數值	人工針葉林0.51、人工闊葉林0.92
數據選擇或量測方法和程序	採用現有資料或預設值, 根據方法學附表1提供之建議參數, 人工針葉林為0.51、人工闊葉林為0.92
備註	

數據/參數	D _j
數據單位	t d.m.m ⁻³
描述	木材密度
數據來源	採用方法學附表1資料
應用的數值	針葉樹0.41
數據選擇或量測方法和程序	木材密度 (Basic Wood Density, D) 亦即幹材之絕乾重量與原木去皮材積的比值。根據方法學附表1提供之建議參數, 人工針葉林為0.41
備註	單位符號d.m.為乾重 (dry matter) 縮寫

數據/參數	EF _{CO₂}
數據單位	kg CO ₂ e/tkm
描述	不同車種及燃油類型的碳足跡排放係數
數據來源	依環境部公告之最新數據為準
應用的數值	0.131
數據選擇或量測方法和程序	環境部公告之營業大貨車(柴油)最新 2022 年碳足跡排放係數
備註	

- (5) 調查規劃：預計於專案邊界內進行分層取樣，於保留杉木林及各更新之相思樹林分層中設置樣區，並調查以下相關參數。

數據/參數	A _{P,i}
數據單位	ha
描述	專案情境下, 第i分層的總面積

數據來源	實地量測、地理資訊系統（GIS）量測或遙感監測資料
量測程序	取得邊界座標並計算面積
監測頻率	應於申請查證前進行監測
QA/QC程序	每隔一定年數以地面儀器及地理資訊系統（GIS）空間資訊，監測專案實際實施面積。 QA程序參考依據為美國國家森林局《全國森林清查國家核心實地指南》，並檢附稽核結果通過比例，及QA作業資料處理之相關資料。
備註	

數據/參數	DBH _j / H _j
數據單位	cm / m
描述	j樹種胸高直徑 / j樹種樹高
數據來源	實地量測
量測程序	專案邊界範圍內之樣區/每木調查
監測頻率	應於申請查證前進行監測；得於專案註冊前進行基線調查
QA/QC程序	由專業之QC團隊進行樣區隨機抽查複測，確保複測之誤差符合可接受範圍。 QA程序參考依據為美國國家森林局《全國森林清查國家核心實地指南》，並檢附稽核結果通過比例，及QA作業資料處理之相關資料。
備註	

數據/參數	V _{FR_Pj,t}
數據單位	m ³
描述	j樹種第t年之總搬出材積量
數據來源	實地量測
量測程序	木材檢尺
監測頻率	林分收穫後及申請查證前進行監測
QA/QC程序	收集相關數據至少保存至最後一次核發減量額度後2年
備註	因尚未確認林產品用途，依照方法學規範以較低之製材類型計算收穫林產品碳儲存量。 依照方法學規範，提供足以證明木材收穫與買賣之相關合法證明資料進行舉證，並將收穫林分之木材量登錄於追溯系統中，供後續計算查證，相關資訊如下所示

申請者資訊

申請者編號

○○○○○

單位名稱

○○林業生產合作社

申請者姓名

○○○

連絡電話

○○○○○○○○○

聯絡地址

○○縣○○鄉○○街○○號

電子郵件

○○○○○○○○@○○.○○.○○

產品資訊

產品追溯碼

○○○○○○○○○

產品名稱

杉木原木

產地

○○縣○○鄉

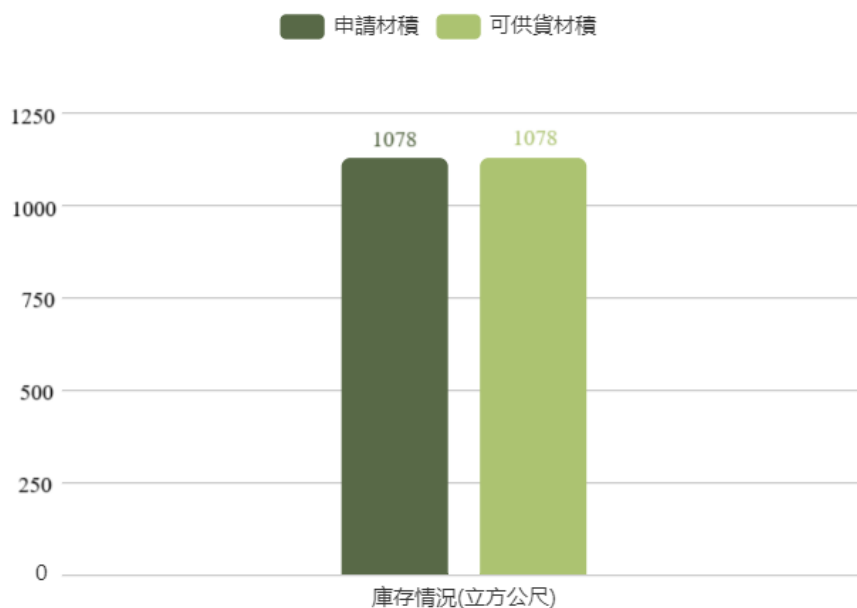
出貨對象

○○製材有限公司

自有網站之網址

<https://○○○○.○○○○.○○>

庫存情況



申請者簡介

略

產品簡介

杉木因生長快速，輪伐期短，為中海拔最主要的造林樹種。木材用途：木材帶有香氣，材面顏色呈均勻的黃白色，常用於製作傢俱。

原料來源資訊-----

產品追溯碼
○○○○○○○○○○

檢驗-----

申請者自主上傳 政府抽驗
- -

區塊鏈資訊-----

區塊編號 交易Hash
○○○○○○○ ○○

數據/參數	$W_{P,t}$
數據單位	t
描述	第t年時，運輸木材之總重量
數據來源	實地量測
量測程序	地磅量測或以搬出材積計算
監測頻率	於木材搬出裝載作業完成後經地磅量測或登錄搬出材積後
QA/QC程序	收集相關數據至少保存至最後一次核發減量額度後2年
備註	

數據/參數	$d_{P,t}$
數據單位	km
描述	第t年時，運輸的距離，即林場至木材集散地之距離
數據來源	地理資訊系統（GIS）量測或遙感監測資料
量測程序	將起點和目的地的座標或地址代入系統中，計算運輸路徑距離
監測頻率	於運輸作業完成後
QA/QC程序	收集相關數據至少保存至最後一次核發減量額度後2年
備註	

(6) 樣區設置：採行森林資源調查作法，依照專案操作分層進行取樣，樣區採第四次森林資源調查之28.4 × 17.6 m的矩形樣區設置。本專案中監測樣區數量依森林碳匯調查與監測操

作手冊所述操作方法，其公式如下：

$$n = \frac{N \times t_{VAL}^2 \times (\sum_i w_i \times s_i)^2}{N \times E^2 + t_{VAL}^2 \times \sum_i w_i \times s_i^2}$$

參數	定義	單位
n	估算專案邊界內生物量所需之樣區數	-
N	專案邊界內可能之總樣區數（即取樣空間或母體），即專案總面積除以單一樣區面積之值。	-
t _{VAL}	在所需信賴區間，自由度無限大的雙尾t值=1.645	-
w _i	i分層的面積權重（即i分層面積除以專案面積）	-
s _i	i分層生物量的標準差預估值	t d.m. 或 t d.m. ha ⁻¹
E	專案邊界內估算生物量的可容許誤差範圍，或可採用CDM建議之專案平均生物量的10%來進行計算	t d.m. 或 t d.m. ha ⁻¹
i	基線分層	-

本專案的各參數值如下.....，計算得出之結果如下。

（實際撰寫請參照森林碳匯調查與監測工作手冊內容進行詳細描述）

(7) 本專案監測項目及調查工具：

調查項目	調查工具
樣區劃設	哈爾濱光學儀器廠 DQL-16Z型經緯羅盤儀 YAMAYO MILLION OPEN 50m Trimble R8s 差分定位儀
胸高直徑 (DBH)	捲尺（YAMAYO MILLION DIAMETER TAPE）
樹高（H）	雷射測距望遠鏡（NIKON Laser Forestry Pro II） 測高桿（A126-Hastings）

(8) 調查標準作業程序及品質控制（QC）程序：參照森林碳匯調查與監測工作手冊。

(9) 品質保證（QA）：本專案參照森林碳匯調查與監測工作手冊，以美國國家森林局《全國森林清查國家核心實地指南》為標準，各項調查準則如下。

變數種類	項目	單位	容許度 (tolerance)	資料品質目標 (DQO/MQO)
距離	樣區半徑或邊長	m	0.05 m	90%符合
	到樣區中心的距離	m	1.00 m	90%符合
	導線長度	m	0.50 m	90%符合
面積	分層面積	ha	50%	100%符合
單木測計	胸高直徑	cm	0.25 cm	90%符合
	樹高	m	1.00 m	90%符合
	樹冠幅	m	0.50 m	90%符合

(10) 資料保存程序：所有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，保存至最後一次核發減量額度後2年。

五、專案活動期程描述

(一) 專案活動執行期間

專案活動期間為民國○○年1月1日~民國○○年12月31日。

(二) 專案計入期

本專案屬移除類型專案，計入期規劃20年。

方法學附表1、各林型根莖比 (R)、含碳率 (CF)、生物量轉換和擴展係數 (BCEF)、生物量擴展係數 (BEF) 及木材密度 (D) 資料

林型	根莖比 (R)	含碳率 (CF)	生物量轉換和擴展係數 (BCEF)	生物量擴展係數 (BEF)	木材密度 (D)
人工針葉林	0.22	0.4821	0.51	1.27	0.41
人工闊葉林	0.24	0.4691	0.92	1.40	0.56