

100 年度國家重要濕地保育行動計畫

人工濕地水資源及生態保育行動計畫

申請單位：台南市政府

執行單位：嘉南藥理科技大學生態工程技術研發中心

補助單位：內政部營建署

內政部 100 年 1 月 20 日內授營園字第 1000818032 號函附件一審查意見回覆表

機關意見	意見回覆
1. 請補充本濕地目前營運管理方式、工作內容及經費。	目前本人工濕地由鄰近社區與校工共同管理，主要工作內容為環境整理，以及濕地中水生植物的管理，人力經費以臨時工雇工兼差性質支應，本計畫執行後，未來將逐漸社區人力共同管理本校人工濕地。
2. 請補充土地使用同意文件。	土地使用同意書文件部分，本校擬以提供土地租賃契約書，呈請內政部營建署城鄉發展分署予以認定。
3. 本計畫請增加辦理濕地管理成本效益分析及評估。	遵照辦理，將於本計畫中增加管理成本效益分析與評估項目。

「100 年度國家重要濕地保育行動計畫內政佈與經濟部水利署聯合申

請補助」諮詢協調會議【內政部主管部分】意見審查回覆

諮詢委員及相關機關意見	意見回覆
委員 1 嘉南藥理人工濕地可作為社區環境教育場所，建議組成地方服務諮詢團。	感謝委員意見，嘉藥計畫團隊將以本計畫為交流平台，提供社區人工濕地與社區民眾相關諮詢與交流之平台。
委員 2 1. 大台南宜成立顧問團，就地理位置將濕地依自然營造區分為大區塊，系統性進行研究復育。 2. 本計畫宜以永續行動為重，並擴展至社群。 3. 請加強各研究互動。 4. 請參考國科會永續會人工濕地研究案。	感謝委員意見，嘉藥計畫團隊申請計畫時即期望可透過參與國重要濕地計畫與其他濕地團隊進行交流，並以本計畫團隊於歷年執行人工濕地產官學計畫之研究成果與經驗為基礎，除了結合社區共同維護人工濕地，將本計畫延伸為交流平台成立諮詢團隊，提供社區人工濕地的相關諮詢，以利國內人工濕地之發展，此部份工作已增加於 p.5 社區參與濕地管理部份。
委員 3 本濕地營運應建立系統性管理。	感謝委員意見，嘉藥計畫團隊將按照實際管理狀況建立可供參考之系統管理程序，提供一般民眾參考，此部份工作已增加於 p.5 社區參與濕地管理部份。
委員 4 請台南縣政府進行調查資料	本計畫相關成果將呈送承辦單位以利

	庫之整合工作。	資料整合。
委員 7	請補充說明人工濕地處理污水之生命週期、處理效能如何進行後續維護工作。	處理污水型人工濕地之生命週期於場址興建後，需視後續管理維護狀況而定，若人工濕地場址設置後即完全不理，該人工濕地不僅將逐漸陸化，而且水質處理效能也會受到影響，進而逐漸失地濕地的功能。因此一般處理污水型人工濕地操作穩定後，後續需經常性的維護工作為定期的水生植物管理、景觀維護工作與設施保養工作，以維持人工濕地可以穩定的處理污水與生命週期。

審查意見答覆表

項目	審查修正內容	說明
1	稍微補充本計畫之成果有國家重要濕地保育行動計畫之相關性、產生串連。	感謝委員建議，本計畫已依據國家重要濕地保育行動計畫之執行方向部分內容配合進行，此部分之詳細說明並已增加至內容之中。
2	經費結構，請調整自籌款比例，經費細項請補充。	遵照辦理，經費結構已修正，請於計畫書中參考。
3	行政管理費 15%，請調整。	遵照辦理，已修正內文。
4	社區參與 40 萬元，建議在業務費中述明。	感謝委員建議，社區教育部份之詳細人工與經費之應用內容已於經費結構中修正。
5	預期工作成果中請補充推廣手冊、觀察手冊及講座之規格與數量(份數、場數)。	遵照辦理，社區教育部份之推廣手冊數、觀察手冊數及環境教育場數已於計畫中詳列。

100 年度國家重要濕地保育行動計畫摘要表

編號：	
計畫名稱：人工濕地水資源及生態保育行動計畫	
分工輔導單位：	
中央部會：內政部營建署 地方政府：台南市	
提案單位：台南市政府	
承辦課長：吳心浩	電話：06-6321731 傳真：06-6334348
	E-mail：agr141@msl.tainan.gov.tw
承辦人：高郁婷	電話：06-6321731 傳真：06-6334348
	E-mail：agr674@msl.tainan.gov.tw
執行單位：嘉南藥理科技大學生態工程技術研發中心	
聯絡人：黃大駿 助理教授 電話：06-3660285; 06-2664911 轉 6411	
傳真：(06)3663871	
E-mail： dajihuang@mail.chna.edu.tw ; daji@ms19.hinet.net	
聯絡地址：台南市仁德區保安里二仁路一段 60 號 嘉南藥理科技大學生態工程技術研發中心	
計畫類型：(可重複勾選)	
<input type="checkbox"/> 擬定國家重要濕地保育行動計畫	<input checked="" type="checkbox"/> 濕地棲地環境營造
<input type="checkbox"/> 濕地生態廊道建構與復育	<input type="checkbox"/> 海岸濕地防護
<input checked="" type="checkbox"/> 背景環境生物及社會長期調查研究與監測	<input checked="" type="checkbox"/> 社區參與濕地經營管理
<input type="checkbox"/> 其他緊急或必要性保育措施	<input checked="" type="checkbox"/> 教育推廣
計畫位置：嘉南藥理科技大學人工濕地	
計畫內容概述：(請以條列敘述)	
<p>本計畫以嘉南藥理科技大學人工濕地為計劃位置，擬應用 97.71 萬(其中 93.75 萬為補助款，其餘為本校學校配合款)費用進行人工濕地營運、人工濕地長期調查監測與生物指標定訂、社區參與濕地管理，以及製作相關鄉土生態教育素材四項，以達成人工濕地水資源使用效率、水質資料及生態資料建立與教育推廣等，國家重要濕地保育行動計畫目標。</p>	
<p>1. 人工濕地營運部分：為提升水質淨化之效率與中水回收效率，擬於人工濕地進流端設置簡易沉降槽及排泥設施，以攔截濕地進流水固體顆粒，避免濕地前端淤積堵塞。同時於人工濕地進流端進行污泥清除工程，將過去積存的汙泥清除。另外，人工濕地場址採收的水生植物及清除的雜草如何處置，也是濕地營運上的頭痛問題，本計畫擬購置碎葉機或碎枝機，將人工濕地場址經常採收的水生植物或雜草集中切碎，然後鋪設在濕地步道上，一方面以之堆肥方式使其自然腐化，二方面墊高濕地步道並維持透水性質，三方面節省廢棄物的清運費。此項費用編列 46.95 萬元預算。此部分擬進行工作如下：</p>	
<ul style="list-style-type: none"> ● 人工濕地進流端設置簡易沉降槽及排泥設施，雇工購料 24.8 萬。 ● 人工濕地進流端污泥清除工程，雇工購料 7.15 萬。 	

- 切碎人工濕地採收的水生植物進行簡易堆肥，購置碎葉機或碎枝機設備 15 萬。
2. **人工濕地長期調查監測與生物指標定訂：**嘉南藥理科技大學人工濕地為一人工濕地的示範場所，同時也是進行相關濕地管理及模擬的試驗場所。因此濕地的長期監測資料是濕地管理重要的依據，因此持續針對該區域進行生態監測為爾後政策與效用評估的重要資訊。此外，本計劃擬將目前長期性監測的結果進行統計推估，並尋求一個有效推估濕地水質狀態的生物指標，並期待此指標爾後可以應用到其他濕地的推估。此項費用編列 10.2 萬元預算。此部分擬進行工作如下：
- 每季進行水質調查：水質因子測定分為現場水質測定及實驗室水質分析兩大類。現場水質測定主要以 Hyerolav(mini sonde 4A, USA)測定現場水體溫度(後簡稱：溫度)、溶氧(DO, dissolved oxygen)及酸鹼值(pH)等水質資料。實驗室水質分析主要將樣區水樣採回後做進一步的水質檢測分析，其檢測項目包含濁度(turbidity)、總懸浮固體(TSS, total suspended solids)、化學需氧量(COD, chemical oxygen demand)、生化需氧量(BOD；Biochemical Oxygen Demand)、葉綠素(Cha, chlorophyll a)及大腸桿菌數(*E.coil*, *Escherichia coli*)等水質重要指標。此外為有效了解水質與濕地動物的關係，亦針對水中氨氮 (NH_4^+)與硝酸鹽(NO_3^-)、亞硝酸鹽(NO_2^-)及磷酸鹽(PO_4^{+})進行分析。此部分雇工及水質檢驗材料約 5.1 萬。
 - 每季進行節肢動物、鳥類、小型哺乳類等陸域調查及浮游動物、浮游植物、甲殼類、軟體動物、魚類等水域調查。此部分雇工及材料約 5.1 萬。
 - 將調結果以整合溪流生物指標(Complex Biology Index Model)及 ASI (Aquatic ecosystem stress index)兩種綜合指標進行試算，期待可以經由調整或更正來尋求適合濕地使用的綜合生物指標。
3. **社區參與濕地管理：**為結合本校專業知識，以及社區的智慧與力量，協同校園四周二行社區共同維護管理本校濕地。此案除了供地方環境教育與社區參與外，更可以提升社區內民眾對濕地保護與維護的專業知識。此項費用編列 19.2 萬元預算。此部分擬進行工作如下：
- 協同社區民眾移除與採收人工濕地中植物。
 - 教導協同社區民眾簡易水質分析方法，並應用社區民眾力量保護與維護人工濕地。
 - 成立社區人工濕地交流平台，以社區交流經驗協助其他社區管理人工濕地。
 - 建立人工濕地管理維護準則。
4. **製作相關鄉土生態教育素材：**嘉南藥理科技大學人工濕地為一人工濕地的示範場所，同時也是進行相關濕地的教育場所。為提升一般民眾對人工濕地的認知及其相關知識，本計劃將製作相關鄉土生態教材。此項費用編列 7.5 萬元預算。此部分擬進行工作如下：
- 製作嘉南藥理科技大學人工濕地生物觀察手冊。

工程施作概述：(請以條列敘述，無工程計畫則免填)

1. 人工濕地進流端設置簡易沉降槽及排泥設施，以攔截濕地進流水固體顆粒，避免造成濕地進流端的固體沉積與堵塞。此工程包括設置簡易沉降槽，管線配置使槽體進流口與原進流水抽水機連接，槽體出口與原溼地進流管連接，並設置排泥管線。此項簡易工程擬以雇工購料方式完成，約需 24.8 萬經費。
2. 人工濕地進流端污泥清除工程。嘉南藥理科技大學人工濕地原設計並無設置初級沉降池，導致操作 4~5 年後溼地進流端明顯的污泥累積，增加水頭損失影響水流(但水質淨化功能無受影響)，因此配合前項工程，將既有污泥累積較顯著的濕地前端約 70m² 範圍，以雇工方式完成以下工作：先將濕地植物清除、礫石移出、底泥清運、原礫石置回、補植栽。施工範圍少於人工濕地水域面積的 1.5%。此項工程編列 7.15 萬元預算。

<p>土地權屬</p> <p><input type="checkbox"/> 公有土地</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 私有土地：嘉南藥理科技大學</p> <p><input type="checkbox"/> 都有，公有土地佔____%；私有土地佔____%</p>	<p>土地使用同意文件</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 已取得同意</p> <p><input type="checkbox"/> 尚未取得同意</p>
---	--

近 2 年內相關執行計畫：

國家重要濕地補助計畫

計畫名稱：(__ 年度)	_____濕地	
總經費_____萬元	執行進度 <input type="checkbox"/> __年度執行完成 <input type="checkbox"/> 目前執行進度____%	與本案是否為延續性計畫 <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 不是
計畫名稱：(__ 年度)	_____濕地	
總經費_____萬元	執行進度 <input type="checkbox"/> __年度執行完成 <input type="checkbox"/> 目前執行進度____%	與本案是否為延續性計畫 <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 不是

其他單位計畫

計畫名稱：(<u>96~98</u> 年度) 人工溼地廢水處理之溫室氣體釋放研究(三年期計畫)		委託/補助機關：國科會
總經費 <u>282.4</u> 萬元	執行進度 <input checked="" type="checkbox"/> <u>98</u> 年度執行完成 <input type="checkbox"/> 目前執行進度____%	與本案是否為延續性計畫 <input type="checkbox"/> 是 <input checked="" type="checkbox"/> 不是
計畫名稱：(<u>98</u> 年度) 草生植群變化對人工濕地影響之研究		委託/補助機關：國科會
總經費 <u>58.5</u> 萬元	執行進度 <input checked="" type="checkbox"/> <u>98</u> 年度執行完成	與本案是否為延續性計畫 <input type="checkbox"/> 是 <input checked="" type="checkbox"/> 不是

計畫名稱：(98 年度)產學合作計畫-農村社區設置 污水自然淨化系統的功能評估及操作維護研究		委託/補助機關： 國科會	
總經費 48.3 萬元	執行進度 <input checked="" type="checkbox"/> 98 年度執行完成 <input checked="" type="checkbox"/> 目前執行進度 100 %	與本案是否為延續性計畫 <input type="checkbox"/> 是 <input checked="" type="checkbox"/> 不是	
計畫名稱：(97 年度) 產學合作計畫-污水營養鹽回 收進行生態養殖之研究		委託/補助機關： 國科會	
總經費 50.5 萬元	執行進度 <input checked="" type="checkbox"/> 98 年度執行完成 <input checked="" type="checkbox"/> 目前執行進度 100 %	與本案是否為延續性計畫 <input type="checkbox"/> 是 <input checked="" type="checkbox"/> 不是	
計畫名稱：(97 年度)人工濕地生物群聚與污染物關 係之關係		委託/補助機關： 國科會	
總經費 78.3 萬元	執行進度 <input checked="" type="checkbox"/> 98 年度執行完成 <input checked="" type="checkbox"/> 目前執行進度 100 %	與本案是否為延續性計畫 <input type="checkbox"/> 是 <input checked="" type="checkbox"/> 不是	
計畫名稱：(98 年度)民間建築物綠建築設計及改善 示範工程案		委託/補助機關： 內政部營建署	
總經費 160 萬元	執行進度 <input type="checkbox"/> 年度執行完成 <input checked="" type="checkbox"/> 目前執行進度 %	與本案是否為延續性計畫 <input type="checkbox"/> 是 <input checked="" type="checkbox"/> 不是	
計畫名稱：(__ 年度)		委託/補助機關：	
總經費 _____ 萬元	執行進度 <input type="checkbox"/> 年度執行完成 <input type="checkbox"/> 目前執行進度 %	與本案是否為延續性計畫 <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 不是	
<input type="checkbox"/> 否，新申請案件			
經費需求：總經費：97.71 萬元			
	經常門(萬元)	資本門(萬元)	合計(萬元)
中央補助款	60	15	75
地方政府配合款	18.75	0	18.75
學校配合款	3.96	0	3.96
合計(萬元)	82.71	15	97.71
9.執行期程：(需於 100 年 12 月 20 日前辦理完成)			
10.備註：			

目錄

一、計畫緣起與目標	1
(一)、計畫目的.....	1
(二)、計畫目標.....	1
(三)、工作項目.....	2
二、環境概述	6
(一)計畫位置與範圍.....	6
(二)自然環境說明.....	15
1. 污水淨化及回收再利用的功能	15
2. 節能減碳的功能：	18
3. 物質循環及資源回收的功能	19
(三)社經環境說明.....	20
三、預定作業時程	25
五、預期工作成果與後續配合事項	28
六、過去申請計畫基地及其周邊地區曾獲補助案例.....	30
參考文獻	31

表目錄

表 1 本校人工濕地處理校園污水進流水與出流水水質及處理效能.....	16
表 2 工濕地放流水應用於中水沖廁水質監測結果(N=12).....	16
表 3：整體工作期程甘特圖	26

圖目錄

圖 1 嘉南藥理科技大學人工濕地的鳥瞰圖，她已被列為台灣 75 個重要濕地 中編號第 58 個濕地，屬於地方級的重要濕地.....	8
圖 2 人工濕地原來的場址為一處養鴨農場.....	8
圖 3 本校人工濕地系統的平面圖.....	9
圖 4 污水進流口	9
圖 5 表面下流動(SSF)濕地.....	10
圖 6 SSF 濕地的出流口	10

圖 7 表面流動(FWS)人工濕地.....	11
圖 8 FWS 濕地出流口.....	11
圖 9 景觀生態池.....	12
圖 10 休憩花架.....	12
圖 11 太陽能光電設備.....	13
圖 12 人工濕地場址內的夜間照明由太陽能提供.....	13
圖 13 氣象資料監測站.....	14
圖 14 以廢磚塊(左)及碎石(右)為材料的透水面鋪.....	14
圖 15 嘉南藥理科技大學人工濕地(計畫範圍)空拍圖.....	14
圖 16 人工濕地淨化後的水經回收再利用棒球場及操場草皮的澆灌.....	17
圖 17 本校人工濕地放流水應用於沖廁系統之砂濾與加氯消毒處理單元.....	17
圖 18 本校人工濕地放流水經過濾與消毒程序後，應用於沖廁之目視水質	18
圖 19 人工濕地所採收的植物可作為綠肥.....	19
圖 20 生態池具有發展生態養殖的潛力，圖為從生態池所捕撈的魚群.....	20
圖 21 研究生在人工濕地內監測水質(上)、量測溫室氣體的產生(中)及計量 底棲昆蟲(下).....	22
圖 22 環工系「自然生態處理技術」(上)、生科系「生物技術實驗」(中)及 環管系「水域生態調查」等課程以人工濕地作為教學及實習場址進行 戶外教學.....	23
圖 23 來自泰國及國內的學者專家參訪本校人工濕地.....	24
圖 24 國內的學者專家參訪本校人工濕地.....	24
圖 25 屏東科技大學師生參訪本校人工濕地進行戶外教學.....	25
圖 26 台東縣關山鄉社區民眾選擇本校人工濕地為知性之旅的一站.....	25

一、計畫緣起與目標

人工濕地除了處理污水外，另一項重要功能就是建設為一個生態教育教學應用的生態區。此生態區為一個在人為模仿自然的棲地下，營造適合生物生長棲息及生活的空間，並且提供學校師生或民眾觀察自然、欣賞自然、體驗自然及從事自然或生態教育的場所。此外，人工濕地的維護管理需根據生態技術的設計目標及生態系統的需求，依照計畫進行，應儘量降低人為的干擾。因此，為有效管理及維護人工濕地時，必須透過完整且持續記錄的環境參數(水文及生物)及不斷研究改進，才可以在人為模仿自然的棲地下，營造適合生物生長棲息及生活的空間。嘉南藥理科技大學(以下簡稱本校)人工濕地系統，正是為了此項目的而設立。本校濕地接受教育部 92 年度「永續校園計畫」的補助，基於綠色、生態、環保、健康、節能減碳、物質循環及資源回收的永續發展理念，完成了兼具校園污水淨化及再利用、學術研究、教學、及增進校園生態多樣性與景觀的人工濕地系統之規劃設計。因此，為達成不斷收集環境參數(水文及生物)及不斷研究改進，進而提供學校師生或民眾觀察從事自然或生態教育的場所，以達成有效污水處理、人工濕地經營管理及推廣教育等重要目標，本計劃擬應用補助費用進行人工濕地營運改善、人工濕地長期調查水質與生物監測及生物指標定訂、社區參與濕地管理，以及製作相關鄉土生態教育素材與教育推廣，此四項目的工濕地水資源及生態保育行動計畫。

(一)、計畫目的

本計劃以嘉南藥理科技大學人工濕地為計畫位置，進行人工濕地營運改善、人工濕地長期調查監測與生物指標定訂、社區參與濕地管理，以及製作相關鄉土生態教育素材與教育推廣此四項目，以達到人工濕地永續經營管理及環境教育之目的。

(二)、計畫目標

為達成人工濕地有效污水處理、經營管理及推廣教育等目標，本計劃擬進行人工濕地營運改善、人工濕地長期調查監測與生物指標定訂、社區

參與濕地管理及製作相關鄉土生態教育素材與教育推廣四項目。各項目之目標如下：

1. **人工濕地營運部分改善**：改善人工濕地進流端設計，以提升水質淨化之效率與中水回收效率。同時將人工濕地場址經常採收的水生植物或雜草集中進行利用。
2. **人工濕地長期調查水質與生物監測及生物指標定訂**：進行濕地水文及生物等環境參數調查，並利用資料定訂適合人工溼地的生物指標。
3. **社區參與濕地管理目標**：結合社區的智慧與力量，協同校園四周二行社區共同維護管理本校濕地。
4. **製作相關鄉土生態教育素材**：編撰人工濕地生誤觀察手冊，以提升社區民眾對人工濕地的認知及其相關知識。

(三)、工作項目

本計劃以嘉南藥理科技大學人工濕地為計劃位置，擬應用補助費用進行人工濕地營運、人工濕地長期調查監測與生物指標定訂、社區參與濕地管理及製作相關鄉土生態教育素材四項目的人工濕地水資源及生態保育行動計畫。

1. **人工濕地營運部分**：為提升水質淨化之效率與中水回收效率，擬於人工濕地進流端設置簡易沉降槽及排泥設施，以攔截濕地進流水固體顆粒，避免溼地前端淤積堵塞。同時於人工濕地進流端進行污泥清除工程，將過去積存的汙泥清除。另外，人工濕地場址採收的水生植物及清除的雜草如何處置，也是濕地營運上的頭痛問題，本計畫擬購置碎葉機或碎枝機，將人工濕地場址經常採收的水生植物或雜草集中切碎，然後鋪設在濕地步道上，一方面進行堆肥處置令其自然腐化，二方面墊高濕地步道並維持透水性質，三方面節省廢棄物的清運費。此部分擬進行工作如下：

- 人工濕地進流端設置簡易沉降槽及排泥設施。
- 人工濕地進流端污泥清除工程。
- 購置碎葉機或碎枝機設備切碎人工濕地採收的水生植物，進行簡易

堆肥。

2. **人工濕地長期調查監測與生物指標定訂：**嘉南藥理科技大學人工濕地為一人工濕地的示範場所，同時也是進行相關濕地管理及模擬的試驗場所。因此濕地的長期監測資料是濕地管理重要的依據，因此持續針對該區域進行生態監測為爾後政策平與效用評估重要的資訊。此外，本計劃擬將目前長期性監測的結果進行統計推估，並尋求一個有效推估濕地水質狀態的生物指標，並期待此指標爾後可以應用到其他濕地的推估。此部分擬進行工作如下：

- 每季進行水質調查：實驗室水質分析主要將樣區水樣採回後做進一步的水質檢測分析，其檢測項目包含濁度(turbidity；行政院環境保護署環境檢驗所(環檢所)，2005a)、總懸浮固體(TSS, total suspended solids；環檢所，2003)、化學需氧量(COD, chemical oxygen demand；環檢所，2007a)、生化需氧量(BOD；Biochemical Oxygen Demand；環檢所，2001)、葉綠素(Cha, chlorophyll a；環檢所，2004)及大腸桿菌數(*E.coil, Escherichia coli*；環檢所，2007b)等水質重要指標。此外為有效了解水質與底棲動物的關係，亦針對水中氨氮 (NH_4^+ ；環檢所，2005b)與硝酸鹽(NO_3^-)、亞硝酸鹽(NO_2^-)及磷酸鹽(PO_4^+ ；環檢所，1994)進行分析。
- 每季進行節肢動物、鳥類、小型哺乳類等陸域調查及浮游動物、浮游植物、甲殼類、軟體動物、魚類等水域調查。採樣無脊椎動物(水生昆蟲)與脊椎動物(主要為魚類)等時因生態棲地如急流、緩流、潭及水濱不同，採集所用工具也有差異。本調查依據環境檢驗所(1995)環境檢測方法、林及梁(1997)『魚類資源調查技術手冊』、梁(2005)建立之『淡水水域生物監測之採樣器材介紹及資料分析與應用』及林 等(2009)所著『濕地生態系生物多樣性監測系統標準作業程序』，依現地修正進行採樣。
 - A. 浮游植物：依環保署公告浮游性植物採樣方法(NIEA E504.41T)進行採樣。採樣時單一測點取三點具代表性的表層水樣混合後，再取其中 3 公升水樣分別放入三瓶 1 公升之廣口塑膠瓶。並將每瓶水樣加入 3 mL 福馬林保存，並放入冰箱內帶回實驗

室。鑑定前先將 3 瓶水樣混合均勻，取 50mL 水樣倒入過濾裝置後啟動抽氣幫浦，再將壓力控制在 50k Pa 以下進行過濾。當水樣剩下約 0.5 公分高度時，關掉幫浦，再將壓力降低至 12k Pa 繼續抽氣過濾至水乾。過濾後之濾膜夾起，放入載玻片之油滴上，再加 2 滴顯微鏡用浸油，置於無塵處使其乾燥。待濾紙成透明狀後，再加入 1 滴顯微鏡用浸油用蓋玻片蓋住，以顯微鏡觀察計數。

- B. 附著藻類: 附著性藻類樣品係取水深 10cm 處之石頭，以細銅刷或毛刷刮取 10cm×10cm 定面積上之藻類，之後打散、溶解、過濾。本項採集避免於大雨後一週內進行。採集到的樣品都以 3~5% 之中性福馬林固定保存，再帶回實驗室進行鑑種。
- C. 浮游動物: 採樣時單一測點取三點具代表性的表層水樣 10L。水樣混合後，以 30 μ m 過濾網過濾，之後再以蒸餾水沖洗網目內浮游動物，再將沖洗之水樣放入 100mL 之乾淨塑膠瓶。每一水樣加入 1 mL 福馬林保存，並放入冰箱內帶回實驗室。帶回實驗室之水樣混合均勻後，取 50mL 水樣，於顯微鏡下觀察並計數。
- D. 蝦蟹類: 每一調查樣站架設小型蝦籠 5 個(口徑約為 12 公分)，以米糠誘餌後採集 6 - 24 小時後收回記錄。
- E. 螺貝類: 螺貝類採集包含在水生昆蟲網(50cm×50cm×3 網)的範圍內可採者。若目視水生昆蟲網旁邊(靠水岸的)有螺貝類，以 1 平方公尺為樣區進行採樣。環節動物: 環節動物採集包含在水生昆蟲網(50cm×50cm×3 網)的範圍內可採者。若是在採樣地發現大量的絲蚯蚓，則以 1 平方公分為樣區進行採樣。
- F. 水生昆蟲: 依據環保署 1993 年 3 月 25 日公告 NIEAE 801.30T，以蘇伯氏採集網(Surber net Sampler)或小型細目撈網採取溪河底棲性且肉眼可見的水生昆蟲，其大小能以 30 號標準篩(網孔大小為 0.595cm)篩獲者。水棲昆蟲採集係在沿岸水深 50cm 內，以蘇伯氏採集網(Suber net sampler)，在河中的各種流況下採 3 網。本項採集避免於大雨後一週內進行採集，採集地點避開砂石場、電廠、堰壩下游。採獲之水生昆蟲先以

10%福馬林液固定，記錄採集地點與日期後，帶回實驗室鑑定分類。此外輔以手工濾網、D-形網、人工基質採樣器、水網等同時進行定性採集工具。

G. 魚類: 以手抄網撈及手拋網捕捉為主要方式，另外放置蝦籠作為輔助。另依據河川當時情況，用手拋網進行調查。手拋網尺寸為長度3m，網目2.5cm寬，拋出距離2~4m。取樣範圍在離岸3~4m，水深0.5~1m處。範圍設定在100m的距離內，每次拋網位置需間隔25m，同時在同河段進行釣客漁獲調查。

- 將調結果以整合溪流生物指標(Complex Biology Index Model)及ASI (Aquatic ecosystem stress index)兩種綜合指標進行試算，期待可以經由調整或更正來尋求適合濕地使用的綜合生物指標。

3. **社區參與濕地管理**：為結合本校專業知識，以及社區的智慧與力量，協同校園四周二行社區共同維護管理本校濕地。此案除了供地方環境教育與社區參與外，更可以提升社區內民眾對濕地保護與維護的專業知識。此項費用編列19.2萬元預算。此部分擬進行工作如下：

- 協同社區民眾移除與採收人工濕地中之植物。
- 教導並協同社區民眾進行簡易的水質分析方法，運用社區民眾的力量保護與維護人工濕地。
- 成立社區人工濕地交流平台，以社區交流經驗協助其他社區管理人工濕地。
- 建立人工濕地管理維護準則。

4. **製作相關鄉土生態教育素材**：嘉南藥理科技大學人工濕地為一人工濕地的示範場所，同時也是進行相關濕地的教育場所。為提升一般民眾對人工濕地的認知及其相關知識。本計劃將製作相關鄉土生態。此項費用編列7.5萬元預算。此部分擬進行工作如下：

- 製作嘉南藥理科技大學人工濕地生物觀察手冊。

二、環境概述

(一)計畫位置與範圍

嘉南藥理科技大學人工濕地場址坐落於本校東側，鄰近棒球場，佔地面積約 1.1 公頃，原來為一處養鴨農場，在因地制宜、就地取才的生態技術原則下改造為人工濕地。濕地系統由六個主要單元所組成：

1.表面下流動(SSF)人工濕地：表面積約 1,450 平方公尺其平面宛如腸道，為一個礫石床所形成之高密度植生群落單元，廢水在礫石表層下流動，水中的污染物在植生的礫石間隙中可經由過濾、吸收、及微生物的分解作用加以截留或去除。此單元種植挺水性植物，包括：蘆葦、香蒲、風車草、培地毛、荸薺等。

2.表面流動(FWS)人工濕地：表面積約 2,200 平方公尺其平面亦如腸道，為高密度植生群落所形成的淺水深(約 0.3 公尺)濕地，廢水於濕地底層表面流動，流經水生植物根、莖組織所形成的間隙，污染物經由沉降、過濾、吸收、及微生物的分解作用加以截留或去除。此單元種植的挺水性植物及着根浮葉性水生植物包括：蘆葦、香蒲、日本紙莎草、粉綠狐尾藻、大安水蓴衣、睡蓮、台灣萍蓬草、白花水龍等。

3.景觀生態池：面積約 3,800 平方公尺，為平均水深約 1.0 公尺的水塘，其主要用途為貯存經濕地處理後之處理水，以作為後續生態景觀營造以吸引生物群聚繁殖，再者池中進行生態養殖可將水中的殘餘營養物回收轉化為水產食物蛋白。

4.水回收再利用設施：本校人工濕地水回收系統共為兩個系統，一為利用生態池出流端設置淨化水收集井及高壓管線系統，將濕地淨化後的再生水回收利用於田徑場及棒球場上的植栽及草地澆灌上，以及校園廣場的草皮植栽景觀澆灌，另一系統為人工濕地中水沖廁再利用系統，引用 FWS 濕地的出流水經砂濾、加氯消毒後，再利用於教學大樓沖廁用水。

5.太陽能光電照明：太陽能光電板設置於花架上，轉換太陽能為電能，驅動濕地週遭的夜間照明。

6.休憩花架：利用舊建築廢材，改造建構為花架及座椅提供參訪者遮

陽休憩。

7.透水鋪面：分別在本區進、出口步道及花架區域路面鋪設碎石或廢磚塊(屬舊建築費材)，使降雨時能增加雨水下滲、減少逕流，促進基地保水效能。

8.氣象及水文資料監測站：包括監測濕地場址氣溫、溼度、雨量、蒸發、污水流量、水質等氣象及水文參數的監測與資料蒐集傳輸設備，以獲得研究所需的相關數據。

上述第(1)~(3)項工程為本校資本門經費開支，第(4)~(7)項工程為營建署「獎勵民間綠建築改善示範計畫」的經費補助，第(8)項為教育部「技專校院技術研究中心計畫」的經費提供。



圖 1 嘉南藥理科技大學人工濕地的鳥瞰圖，她已被列為台灣 75 個重要濕地中編號第 58 個濕地，屬於地方級的重要濕地。



圖 2 人工濕地原來的場址為一處養鴨農場。



圖 3 本校人工濕地系統的平面圖，1：污水進流口，2：表面下流動(SSF)濕地，3：SSF 濕地出口口，4：表面流動(FWS)濕地，5：FWS 濕地出口口，6：景觀生態池，7：生態池出口口，8：水回收再利用高壓幫浦及管線，9：太陽能光電設施，10：休憩花架，11：氣象及水文監測站，淺紫色區域則為透水鋪面鋪設範圍。



圖 4 污水進流口：進流污水由此處流入人工濕地，然後重力方式流經後續單元。



圖 5 表面下流動(SSF)濕地：水在礫石表面下層流動而被淨化，礫石層表面則是挺水性水生植物生長，可稱為污水花園。SSF 濕地的污水淨化功能一般優於 FWS 濕地。



圖 6 SSF 濕地的出流口，同時也是維持表面下流動的水位控制設施。



圖 7 表面流動(FWS)人工濕地：為模擬天然濕地條件的污水處理濕地，其生態保育功能優於 SSF 濕地。



圖 8 FWS 濕地出口：人工濕地淨化後的清澈水由此處流至生態池，右方為流量及水質即時監測設備。



圖 9 景觀生態池：兼具蓄水、生態、養殖、景觀的功能。



圖 10 休憩花架：主要建材是回收自原鴨寮的舊建築廢材。



圖 11 太陽能光電設備：每年可產生約 500 kWh 的電量，足以提供園區內必要夜間照明。



圖 12 人工濕地場址內的夜間照明由太陽能提供。



圖 13 氣象資料監測站：提供研究所需資料，必要的電源來自太陽能。



圖 14 以廢磚塊(左)及碎石(右)為材料的透水面鋪。



圖 15 嘉南藥理科技大學人工濕地(計畫範圍)空拍圖

(二)自然環境說明

濕地可提供相當高的生產力支持其他生物的食物來源，藉由食物鏈及食物網的關係，吸引許多種類的動、植物，並進一步棲息在濕地環境中，形成生物多樣性的生態系統。本校人工濕地之規模乃屬國內個大專院校中首見，自完工以來已受各方肯定。在多方面的維護與經營下，至今除人為輸入動植物外，在人工濕地系統區域內曾觀察到浮游動物 20 種、底棲動物 18 種、魚類 5 種、昆蟲 40 餘種、兩棲爬蟲類 6 種、哺乳類 3 種、鳥類 17 種；維管束植物種類共計有 47 科，77 屬，86 種，其中水生植物有 19 種，濕地區域內的生物豐富度及多樣性都遠高於本校校園內的其他區域。根據觀察，目前濕地中食物鏈及食物網之相互關係漸趨複雜，這意味著越來越多外來生物到此地休息，甚至於居留。因此，本校人工濕地除了對內增進校園生物多樣性以外，對外週遭環境亦發揮了生態保育及復育的貢獻。

除了上述之自然生態功能之外，本校之人工濕地系統還具備以下功能：

1. 污水淨化及回收再利用的功能

本校人工濕地主要的設立目的為校園污水的淨化及回收再利用。來自學生宿舍及教學大樓產生的生活廢水，首先經由兩座機械式廢水處理廠進行二級處理後，其排放水流經下水道管渠與截流站後，由抽水機送至人工濕地進行三級處理。人工濕地的設計污水處理量可達每日 500 立方公尺，實際操作進流污水量平均每日 340 立方公尺。

由民國 95 至 97 年底的水質監測的結果顯示，人工濕地可有效去除水中的主要污染物，平均去除效率達：總懸浮固體物 74%、生化需氧量 80%、總氮 55%、總磷 33%。人工濕地處理後的平均水質也與設計目標相符，懸浮固體物 < 10 mg/L、生化需氧量 < 5 mg/L、大腸菌類 < 900 CFU/mL、總氮 < 11 mg/L、及總磷 < 1.1 mg/L，此水質遠優於環保署制定的「放流水標準」中的二級標準(懸浮固體物 < 30 mg/L、生化需氧量 < 30 mg/L、大腸菌類 < 2000 CFU/mL)，並可達到最嚴格的營養鹽放流水標準(總氮 < 15 mg/L、及總磷 < 2.0 mg/L)。濕地系統每年可去除的汙染物量可達約 2.5 公噸懸浮固體物、2.0 公噸生化需氧量、1.5 公噸的氮、62 公斤的磷，對環境的污染削減具有顯著的貢獻，並替本校善盡了社會責任。

濕地淨化後的處理水質也符合環保署公告的「建築物生活污水回收再

利用建議事項」有關景觀、澆灌、灑水抑制揚塵、洗車或清洗地板等用途的建議值，以及沖廁用水之建議值。目前，本校人工濕地處理水回收再利用的用途有兩種：

(1)景觀與澆灌：生態池的放流水經簡易水回收再利用設施與管線，應用於本校棒球場及操場的植栽及草地澆灌，以及校園廣場草皮與植栽之澆灌，目前回收量約每日 20 立方公尺以上，其餘處理水則回收於景觀生態池中，實際每年已節省的自來水費約 4 萬元。

(2)教學大樓沖廁：引用水源為 FWS 濕地的放流水，經過砂濾、加氯消毒程序後，使再生水可符合「建築物生活污水回收再利用建議事項」之沖廁水質建議值(水質如表 2 所示)，再應用於本校部分教學大樓的沖廁用水，目前再利用於沖廁用水量可達每日 30 立方公尺以上，實際可節省自來水費約 2 萬元以上。

人工濕地每日可產生 300 立方公尺以上的再生水，未來若能全數回收使用於校園廁所沖洗及花木澆灌取代自來水使用，則每年可節省自來水費可達 120 萬元以上。

表 1 本校人工濕地處理校園污水進流水與出流水水質及處理效能

水質參數	懸浮固體物 (mg/L)	BOD (mg/L)	總氮 (mg/L)	總磷 (mg/L)	總大腸桿菌數 (CFU/mL)
進流水	27	20	22.3	1.5	1.3×10^4
出流水	7	4	10.1	1.0	8.5×10^2
去除效率(%)	74	80	55	33	29
去除速率(kg/day)	6.8	5.44	4.15	0.17	93
面積去除速率(g/m ² /d)	1.79	1.43	1.09	0.04	

表 2 人工濕地放流水應用於中水沖廁水質監測結果(N=12)

水質參數	BOD (mg/L)	pH	大腸桿菌群 (CFU/100 mL)	濁度 (mg/L)	懸浮固體物 (mg/L)
FWS濕地出流水	1.9±0.9	7.6±1.0	8.5×10^3	3.5±1.5	4.4±3.3
中水過濾系統再生水	1.2±1.1	7.5±0.8	< 1	2.3±0.6	4.0±3.8
再利用建議值(沖廁)	< 15	6.0~8.5	< 200	-	-



圖 16 人工濕地淨化後的水經加壓管線回收再利用棒球場及操場草皮的澆灌。



圖 17 本校人工濕地放流水應用於沖廁系統之砂濾與加氯消毒處理單元



圖 18 本校人工濕地放流水經過濾與消毒程序後，應用於沖廁之目視水質

2. 節能減碳的功能：

人工濕地系統中除了抽水機以外，無設置其他機械設備、無須添加化學藥品、無污泥產生、也無須由專業技術人員操作，因此在污水處理的成本上可節省電力、藥品、污泥處置及人事等細項費用。不過濕地系統仍然需要植物採收、除草、人員巡視、抽水等基本費用。以處理每立方公尺生活污水的單位操作成本進行比較，小規模(污水處理量小於每日 1,000 立方公尺)的傳統機械式污水處理廠至少需 10 元，本校人工濕地系統處理污水僅需約 3 元，整年節省了約 87 萬元的污水處理營運成本。假設電費支出約佔機械式污水處理廠操作成本的 30%，則本校人工濕地每年可節省約 37 萬元的電力能源使用，相當於每年減少 113 公噸的二氧化碳排放。

濕地是生物生產力最旺盛的生態系統，濕地中的水生及陸生植物進行光合作用並吸收大氣二氧化碳形成有機碳積蓄於濕地中，因此濕地與森林一樣都為地球碳物質循環的重要儲存場所。文獻報導曾調查歐洲的人工濕地碳物質的收支平衡，結果顯示人工濕地每平方公尺每年可積蓄的碳質量達 1.5~2.2 公斤。若根據此項數據，且只估算水體部分，則本校人工濕地系統可積蓄至少 42~61 公噸的二氧化碳。

另外，前述人工濕地產生的再生水如果能全數回收使用，因而節省自來水量的使用，則相當於每年減少 24 公噸的二氧化碳排放。

總計本校人工濕地具有減少排放及吸收二氧化碳的潛能達到每年 298

公噸。

3.物質循環及資源回收的功能

自然生態技術還有另一項特色及功能，就是可以將污水中的營養物質轉換為植物或動物的生物質量(biomass)，若能善用此生物質量則可進一步回收作為綠肥、綠能或食物蛋白等資源。

本校人工濕地中約存在 19 種水生植物，其淨化水質及吸收污染物的同時也快速生長，3 年來生態中心曾進行 2 次計劃性的植物採收，總共採收了約 1.4 公噸的乾重植物，這些生物質量目前堆置於濕地外圍的空地，待其自然穩定形成綠肥。

而濕地系統中的生態池實為一富營養的水體，水中氮磷物質支持浮游生物的生長，浮游生物再提供作為魚類的食物來源，此種藉由食物鏈關係將污水營養物循環為水產食物蛋白的養殖方式為一種古老傳統的生態技術及智慧，或稱為生態養殖。本校生態池在 95~97 年間，在不經意的條件下存在了約 4 種魚類：吳郭魚、鯽魚、鮎鮠及萬金鯰，97 年底曾採收總計約 1.5 公噸的漁獲，由此可見生態池豐富的生產力具有進行生態養殖的潛力，且經檢測後，生態池內魚體的重金屬及戴奧辛含量與一般市售魚類含量相同。



圖 19 人工濕地所採收的植物可作為綠肥(本計畫將購置植物體破碎機，實際應用於堆肥)。



圖 20 生態池具有發展生態養殖的潛力，圖為從生態池所捕撈的魚群。

(三)社經環境說明

嘉南藥理科技大學(以下簡稱本校)人工濕地系統是接受教育部 92 年度「永續校園計畫」的補助，基於綠色、生態、環保、健康、節能減碳、物質循環及資源回收的永續發展理念，完成了兼具校園污水淨化及再利用、學術研究、教學、及增進校園生態多樣性與景觀的人工濕地系統之規劃設計。此設計成果獲得本校王昭雄校長的鼎力支持而投入經費建造，並獲得內政部營建署「獎勵民間綠建築改善示範計畫」的部份經費補助，於民國 94 年 11 月完成人工濕地系統的建造，完工後便開始操作至今(97 年 11 月底)。本校投入的初期建造費用約 500 萬元。由於功能顯著，本校人工濕地於民國 96 年 12 月被內政部「國家重要濕地評選小組」評選為地方級的國家重要濕地，收錄在其出版的「台灣濕地地圖」中。

，本校人工濕地自建造以來陸續有不少老師以該濕地系統作為學術或產學研究對象，研究項目包括：水質淨化功能、污染物的宿命、生態調查、生物指標的建立、溫室氣體產生的影響、生態養殖的應用、綠建築的應用、生態旅遊評估等，3 年來以本校人工濕地為研究項目向公營機構所爭取到的研究計劃及工程補助案總數超過 20 件、研究金額超過 4,000 萬元、參與研究的老師超過 15 名、專題生及研究生達 50 名、產出的學術論文超過 20

篇。其中，直接投入在濕地場址的工程(透水鋪面、太陽能光電照明、休憩花架)及水質監測設備的政府補助經費總額達 1,047 萬元。

有不少教師將上述研究成果導入教學及教材研發，以本校人工濕地為教學素材、實驗設施、實習場址、研討案例、或戶外教學場址，增進學生在環境生態方面的學習成效，至目前為止本校已有環境工程與科學、環境資源管理系、觀光事業管理、生物科技系等系所計 34 門課程之授課內容，以本校人工濕地為教學資料來源。

此外，更有許多國外學術團體或單位，及國內政府單位、學校單位、或民間團體等，慕名而來進行教學及學習參訪或生態之旅，3 年來總計吸引了校外參訪的團體超過 70 個、累計超過 1000 人次。為了讓本校師生及校外參訪者對本校濕地系統有更深入的了解，本計畫期望編印教育宣導手冊，希望藉此手冊能建立人們對人工濕地正確的觀念，避免不必要的誤解，並希望能吸引更多社區民眾更關注濕地、了解濕地，並引起對生態工法的興趣，及對環境保護及生態保育的關注。



圖 21 研究生在人工濕地內監測水質(上)、量測溫室氣體的產生(中)及計量底棲昆蟲(下)。



圖 22 環工系「自然生態處理技術」(上)、生科系「生物技術實驗」(中)及環管系「水域生態調查」等課程以人工濕地作為教學及實習場址進行戶外教學。



圖 23 來自泰國及國內的學者專家參訪本校人工濕地。



圖 24 國內的學者專家參訪本校人工濕地。



圖 25 屏東科技大學師生參訪本校人工濕地進行戶外教學。



圖 26 台東縣關山鄉社區民眾選擇本校人工濕地為知性之旅的一站。

三、預定作業時程

本計畫預計於 100 年 4 月至 12 月共計 9 個月的執行時間，加強人工濕地營運部分改善、人工濕地的水質與生態監測與資料收集、社區參與濕地管理目標及教育推廣之主要目標(表 3)。

表 3：整體工作期程甘特圖

工作項目	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
生態調查監測		▨		▨		▨		▨	
水質調查監測		▨		▨		▨		▨	
文獻收集	▨	▨	▨						
社區參與濕地管理	▨	▨	▨	▨	▨	▨	▨	▨	▨
人工濕地生物觀察手冊	▨	▨	▨						
資料分析整理					▨	▨	▨	▨	
期中報告			▨	▨	▨				
期末報告						▨	▨	▨	

四、經費需求：

單位：千元

預算科目	經費來源					合計	說明
	內政部營建署補助			其他			
	經常門	資本門	小計	台南市政府自籌	學校配合款		
人工濕地營運	223	150	373	96.5	0	469.5	1. 設置簡易沉降槽及排泥設施工資 248,000 元(雇工：2,000 元*5 人*10 天，購料：148,000 元) 2. 污泥清除 工資 71,500 元(雇工：1,100 元*10 人*6.5 日) 3. 購置碎葉(枝)機 150,000 元(資本門)
人工濕地水質環境(生態)檢測	86	0	86	16	0	102	1. 檢測用實驗耗材(含維護)1 批 90,000 元(核實報支) 2. 水質及生態調查 1 式：12,000 元(兼任助理：750 元*4 人*4 季)
社區參與濕地管理	192	0	192	0	0	192	1. 雇工：192,000 元(800 元*4 人*60 日)
製作相關鄉土生態教育素材	0	0	0	75	0	75	1. 製作人工濕地生物觀察手冊 1 批 75,000 元(1,500 本*1 手冊*50 元)(台南市政府自籌款 75,000 元)
水電費	99	0	99	0	0	99	1. 水電費分攤
業務費	0	0	0	0	39.6	39.6	1. 文具紙張、影印打字、印刷裝訂費、電腦週邊耗材、餐點費、郵電、資料檢索、保險費、設備維護費
合計	600	150	750	187.5	39.6	977.1	

五、預期工作成果與後續配合事項

1. 主要效益：

- (1)提升嘉南藥理科技大學(以下簡稱：本校)人工濕地水質淨化之效率與中水回收效率。
- (2)完成本校人工濕地水質環境監測4次。
- (3)完成本校人工濕地生態監測4次。
- (4)完成本校人工濕地生態指標模式。
- (5)提升社區內民眾對濕地保護與維護的專業知識。
- (6)完成本校生態資源調查基礎資料1式。
- (7)達成國家重要濕地保育行動計畫重要目標：
 1. 濕地棲地環境營造
 2. 背景環境生物及水質長期調查研究與監測
 3. 社區參與濕地經營管理
 4. 教育推廣

2. 其他效益：

- (1)提供爾後人工濕地或是國家濕地環境監測(水質與生態資料)標準流程之概念。
- (2)以符合生物多樣性保育理念之濕地環境與生態監測及教育解說計畫，達到濕地生態永續、二氧化碳減量、省能、在地化參與、環境綠美化等目標。
- (3)建立「社區民眾參與濕地管理」合作機制。
- (4)作為政府擬訂人工濕地資源保育、管理及改善策略之參考。

3. 後續配合事項：

- (1) 與專家學者及保育團體之合作，改善人工濕地水質處理效用並維護生物多樣性，俾使人工濕地得以永續利用。
- (2) 逐年提出環境調查監測成果報告，建立有關人工濕地水質改善、變化及自然生態資源資料庫，供執行管理業務參考，進而落實資源保育之目標與調查。
- (3) 社區宣導和校園宣導活動得以落實，並奠立後續民間參與經營管理人工濕地等工作之推動。

六、過去申請計畫基地及其周邊地區曾獲補助案例

- 99 年度補助永續校園局部改造計畫，教育部，99 年。
- 98 年度「民間建築物綠建築設計及改善示範工作」，內政部營建署/財團法人台灣建築中心，98 年。
- 草生植群變化對人工濕地影響之研究，國科會，98 年。
- 97 年度產學合作計畫-污水營養鹽回收進行生態養殖之研究，國科會，97 年。
- 人工溼地生物群聚與汙染物關係之研究，國科會，97 年。
- 人工溼地廢水處理之溫室氣體釋放研究，國科會，96-99 年。
- 人工溼地生物群聚與水質變化關係之研究，國科會，96 年。
- 95 年度補助永續校園局部改造計畫，教育部，95 年。
- 95 年度民間建築物綠建築設計及改善示範工作-子計畫二：校園人行景觀步道基地保水及透水性能改善工程，內政部營建署/財團法人台灣建築中心，95 年。

參考文獻

- 林幸助、薛美莉、陳添水、何東輯。2009。濕地生態系生物多樣性監測系統標準作業程序。農委會特有生物中心。南投縣。
- 林曜松、梁世雄。1997。魚類資源調查技術手冊。農業委員會。臺北市。
- 梁世雄。2005。淡水水域生物監測之採樣器材介紹及資料分析與應用。高雄師範大學生物科學研究所簡報。
- 環檢所(行政院環境保護署環境檢驗所)。1994。水中總磷檢測方法。NIEA W427.50A。
- 環檢所(行政院環境保護署環境檢驗所)。1995。環境檢測方法-環境生物檢測。行政院環境保護署環境檢驗所，臺北縣。
- 環檢所(行政院環境保護署環境檢驗所)。2001。水中生化需氧量檢測方法。NIEA W510.54B。
- 環檢所(行政院環境保護署環境檢驗所)。2004。水中葉綠素a檢測方法—丙酮萃取/螢光分析法。NIEA E509.00C。
- 環檢所(行政院環境保護署環境檢驗所)。2003。水中總溶解固體及懸浮固體檢測方法-103~105°C。NIEA W210.57A。
- 環檢所(行政院環境保護署環境檢驗所)。2005a。水中濁度檢測方法—濁度計法。NIEA W219.52C。
- 環檢所(行政院環境保護署環境檢驗所)。2005b。水中氨氮檢測方法—靛酚比色法。NIEA W448.51B。
- 環檢所(行政院環境保護署環境檢驗所)。2007a。水中化學需氧量檢測方法—重鉻酸鉀迴流法。NIEA W515.54A。