



Foto 6 - In primo piano il "Ponte di Annibale", sullo sfondo la pescaia di Bruscheto (Comune di Incisa)



Foto 8 - L'autostrada del Sole è una delle importanti arterie nazionali che attraversano l'Arno nella zona di Reggello/Incisa



Foto 7 - In primo piano l'alveo roccioso affiorante, sullo sfondo la pescaia di Bruscheto (Incisa) con la pendice coperta da bosco di latifoglie mesofile fortemente ceduo.



Foto 9 - Il depuratore di Incisa è una delle infrastrutture che si affacciano direttamente sul fiume



Foto 10 - Il ponte della linea ferroviaria regionale, ubicato tra Incisa e Reggello. Intorno la vegetazione riparia



Foto 12 - Veduta panoramica dell'Arno dal ponte di Pian dell'Isola



Foto 11 - Il mulino a Bruscheto (Incisa). Fino al primo dopoguerra il mulino sfruttava la forza dell'acqua per azionare i meccanismi delle macchine.



Foto 13 - Ancora la Pescaia di Bruscheto. Su entrambe le sponde fitta vegetazione riparia pluristratificata



Foto 14 - Scarpata ferroviaria all'altezza di Incisa (sulla destra della foto) che funge da argine sx del fiume e che termina con un muro di contenimento in pietra. In basso e sullo sfondo la vegetazione arbustiva si è insediata nell'alveo affiorante



Foto 16 - Costone roccioso a picco sul fiume in località San Clemente (Comune di Reggello)



Foto 15 - Campo di orzo in località Leccio (Comune di Reggello), ubicato nel piano alluvionale dove è prevista la realizzazione di opere idrauliche. Sulla sinistra la fascia di vegetazione riparia dell'Arno



Foto 17 - Lastra a Signa. Veduta panoramica dell'Arno in direzione della confluenza con il Bisenzio.



Foto 18 - Parapetto del Lungarno e gradone cementificato nella zona abitata di Lastra a Signa. La vegetazione erbacea ha comunque colonizzato le parti ricoperte di sabbia.



Foto 20 - Bosco ripariale adulto di robinia con esemplari di grandi dimensioni (Signa)



Foto 19 - Sponda invasa dall'artemisia in area a vegetazione degradata (Lastra a Signa).



Foto 21 - Costa sabbiosa sull'ansa dell'Arno nel comune di Signa, nei pressi della confluenza con l'Ombrone. Di fronte si trova la località La Lisca (Lastra a Signa)

8 - PARAMETRAZIONE AMBIENTALE

G. Galli, A. Trivisonno

8.1 - MISURARE LA BIODIVERSITÀ

L'obiettivo principale nella redazione delle linee guida è la ricerca di un metodo operativamente appropriato per proporre la classificazione della Biodiversità delle aree campione e in prospettiva su tutta l'asta dell'Arno, per realizzare l'Atlante della Biodiversità del fiume Arno.

Il principio di rappresentare con descrittori numerici un concetto dinamico e complesso come la diversità biologica può risultare una semplificazione. Vari metodi messi a punto anche in ambiti disciplinari diversi, dimostrano che, seppure con un certo grado di approssimazione, è possibile dare una stima della qualità di un ambiente, prendendo come unità di misura le specie di viventi che vivono in quel determinato habitat. Piante ed animali sono evidentemente le manifestazioni più macroscopiche di questo universo biologico, anche se in senso stretto non possono dirsi rappresentative dell'intero concetto di Biodiversità.

Considerando l'area analizzata un insieme, e le piante e gli animali presenti gli elementi di questo insieme, è possibile confrontare due insiemi anche diversi sulla base di elaborazioni statistiche effettuate su questi elementi, purché gli elementi appartengano allo stesso Regno. Vengono infatti confrontate piante con piante, animali con animali e, per l'ecologia del paesaggio, ambienti con ambienti.

La prima distinzione nella misura della Biodiversità è la scala di valutazione: all'interno di un insieme, tra due o più insiemi, su scala locale, o su scala regionale. Gli insiemi nel caso dei rilievi floristici sono rappresentati dalle aree campione, suddivise in sezioni, a loro volta suddivise in profili (transetti).

A proposito di scala di elaborazione dei rilievi per meglio comprendere la natura della ricerca e dare la corretta interpretazione ai dati ottenuti, si deve qui fare riferimento alle definizioni degli ambienti indagati che sono state fornite nei rispettivi capitoli di introduzione metodologica.

Vengono ora utilizzati i dati acquisiti, suddivisi per profili, sezioni e sponde, per valutare il grado di Biodiversità delle aree rilevate sotto la specie del Regno vegetale.

E' evidente che la diversità biologica sia influenzata da numerosi fattori come il grado di evoluzione dell'area, le condizioni climatiche, quelle edafiche, la presenza dell'uomo, gli eventi accidentali, caratteristiche ambientali (nel nostro caso il fiume) e numerosi altri fattori che sono gli elementi costitutivi di un ambiente (competizione, presenza di specie alloctone, etc.). I dati ottenuti dai rilievi in termini di composizione specifica sono il risultato apparente, si può dire il "fenotipo", dell'interazione tra tutti questi fattori.

Per **parametrare la diversità** è quindi necessario prima di tutto conoscere il numero delle specie presenti, avendo la ragionevole certezza di poterle rilevare integralmente rispetto all'ambiente di riferimento. La **quantità di specie** è il primo indice che definisce, seppure in maniera molto grossolana, la ricchezza (abbondanza) di un ambiente. Un'area con poche specie è sicuramente meno varia di una con più specie presenti.

Il successivo e indispensabile livello di approfondimento di valutazione della diversità, consiste nell'indagare come queste specie siano ripartite all'interno della comunità, ovvero se ne esista una o più dominanti o se siano abbastanza equamente distribuite.

L'**equiripartizione** è uno degli elementi alla base della stabilità di un ecosistema.

La scomparsa di una specie o l'inserimento di una nuova, infatti hanno un impatto molto minore in un ambiente eterogeneo con specie equiripartite, rispetto ad un ambiente dove esistono una o poche specie dominanti.

Per inciso questa considerazione dovrebbe fare molto riflettere sugli effetti devastanti causati dalla superficialità con cui siamo capaci di eliminare specie autoctone o permettere la diffusione di specie alloctone, come se questo non comportasse effetti nell'ambiente.

E' importante considerare, oltre ai **dati quantitativi sulle specie** (quante e come sono distribuite), anche quelli qualitativi, ovvero le loro caratteristiche. Maggiore è la differenza di comportamento tra queste e maggiore sarà la capacità di reazione ad agenti esterni o modificazioni dell'ecosistema.

La cosiddetta correlazione negativa consiste nell'opposta reazione di due specie diverse ad una situazione comune (inondamento, incendio, introduzione di specie alloctone, scomparsa di una specie), e sta anch'esso alla base dell'equilibrio degli ecosistemi.

In base a queste considerazioni si fonda buona parte della teoria della **parametrazione ambientale**, uno degli obbiettivi principali dello studio, oltre alla riflessione generale sulla Biodiversità.

8.2 - INDICE DI ABBONDANZA RELATIVA (I. DI SHANNON-WIENER)

L'indice di Shannon-Wiener è un indice di abbondanza che deriva dalla teoria dell'informazione, partendo dal concetto che l'informazione contenuta in un messaggio è proporzionale alla diversità insita nel messaggio stesso.

Per l'applicazione di tale principio all'ecologia, applicazione in uso da circa mezzo secolo, è necessario ricordare che l'indice nasce per campioni di grandezza infinita, caso evidentemente impossibile da realizzare in ecologia. Tuttavia tale condizione è superata nel momento in cui siano rappresentati tutti gli elementi di un insieme indipendentemente dal loro numero totale. Questo riconduce alla necessità di avere la ragionevole certezza di aver rappresentato tutti gli elementi di un insieme, senza privilegiare aree o specie in particolare (Casagrandi/Gatto, 2003).

Non è necessario in questa sede ribadire tutti i passaggi che portano alla formulazione dell'indice di Shannon, che è un indice di abbondanza relativa, ovvero individua la ricchezza di elementi di un insieme, senza perdere di vista la distribuzione nell'insieme stesso.

Nel caso presente gli insiemi sono i profili, le sezioni e le sponde mentre gli elementi sono le specie e la percentuale di copertura del suolo attribuita ad ogni specie. Maggiore è il valore di questo indice, che in ambito biologico solitamente assume valori compresi tra zero e cinque, e maggiore è la ricchezza relativa di un campione.

L'indice evidenzia la probabilità che un individuo preso a caso dal campione appartenga ad una specie piuttosto che un'altra, è massimo per abbondanze relative uguali, ovvero quando tutte le specie sono equidistribuite.

A parità di ripartizione, la comunità con più specie ha un indice maggiore.

L'indice di Shannon-Wiener è così espresso:

$$H = - \sum p_i (\ln p_i)$$

Dove p_i è la probabilità che un individuo preso a caso dal campione appartenga ad una specie. La sommatoria dei logaritmi naturali della percentuale per la percentuale stessa di ogni specie fornisce l'indice di Shannon.

Le elaborazioni dell'indice di Shannon effettuate per le specie possono essere realizzate anche per le categorie del paesaggio, ovvero per gli usi del suolo, utilizzando in questo caso le classi d'uso rilevate con la tecnica della fotointerpretazione come elementi dell'insieme "paesaggio" per determinarne la complessità.

Ad una maggiore frammentazione del paesaggio infatti corrisponde un mosaico ambientale più complesso e (bio)diverso. Al contrario, l'appiattimento degli usi del suolo su poche classi determina una semplificazione eccessiva del paesaggio (dominanza di una classe, minore equiripartizione), fattore che nuoce alla variabilità ambientale che è elemento portante della conservazione della Biodiversità.

8.3 - INDICE DI DIVERSITÀ RELATIVA (I. DI PIELOU)

Per valutare la ripartizione degli individui all'interno di una comunità, successivo livello indagine della Biodiversità, viene generalmente utilizzato un indice di diversità relativa.

Questo parametro, che è comunque proporzionale all'indice di Shannon-Wiener, è l'indice di Pielou a cui vengono attribuiti vari sinonimi: - indice di equitabilità, di equiripartizione, di Evenness, di diversità relativa. Esso prende spunto proprio dall'indice di Shannon, confrontando di volta in volta il campione con l'elemento che presenta la massima equiripartizione fra tutte le specie (H_{max}); ovvero - la ripartizione osservata confrontata con la massima attesa.

L'indice di Pielou è:

$$J = H'/H_{max}$$

dove H_{max} è $\ln(S)$ con $S = n$. specie presenti.

I valori sono compresi tra 0 e 1, ed è massimo per una ripartizione di specie perfettamente equa ($H' = H_{max}$).

I due indici sopra descritti, elaborando su base statistica i dati di campo, sono in grado di parametrare la struttura di una comunità, e rendere a questo punto confrontabili anche entità diverse quali piante, uccelli o paesaggi.

8.4 - RISULTATI

8.4.1 - Note per l'interpretazione dei dati

Prima di procedere all'analisi dei risultati ottenuti è necessario specificare che la metodologia di elaborazione degli indici di Biodiversità è stata adattata al caso specifico del rilievo della vegetazione effettuato sulle sezioni idrauliche dell'Arno.

Nell'elaborazione degli indici si è tenuto conto della percentuale di individui appartenenti ad ogni specie, la somma dei quali forma il campione del rilievo. Nel caso della vegetazione, soprattutto di quella erbacea, non è possibile contare il singolo individuo censito su un transetto così esteso (40-100 mq), bensì secondo Braun-Blanquet, si è valutata la copertura percentuale del suolo attribuita a una data specie.

Quale espressione del numero di individui presenti viene quindi impiegata la percentuale di copertura, esattamente al posto di p_i : - se una specie ha una copertura del 12%, significa che esistono 12 possibilità su 100 di imbattersi in quella specie.

Nel caso di aree pluristratificate in questo studio la vegetazione erbacea è sempre stata considerata dominante dal punto di vista ecologico e funzionale; ad essa sono stati attribuiti i valori di copertura, prima di passare agli strati vegetali più alti. Le specie dei piani arbustivo e arboreo infatti, a volte composti da pochi o addirittura da un unico individuo all'interno del transetto, sono stati considerati come specie rare ("r" di Braun-Blanquet).

Ad ogni specie rara "r" è stato attribuito il valore simbolico di copertura dello 0,5%, che sta ad indicare la presenza con copertura non significativa.

Anche la superficie non vegetata (aree nude), sia permeabile che impermeabile, è stata considerata nel calcolo delle percentuali di copertura, e stimata esattamente come fosse una specie in più (non copertura vegetale). Tale accorgimento, che può sembrare migliorativo del valore degli indici di Biodiversità (a parità di distribuzione, una specie in più aumenta il valore dell'indice), in realtà lo ha opportunamente diminuito. Infatti la superficie non vegetata, ove presente, lo è in percentuale elevata, cioè specie dominante e fattore limitante la diversità di un luogo.

Si pensi infatti che negli ambienti indagati, superfici nude si trovano sotto forma di argini cementificati o di muro di argine, oppure di fascia di sponda sabbiosa sottoposta a frequenti cambiamenti di morfologia o ancora sotto forma di alveo roccioso affiorante. In tutti questi casi la vegetazione si insedia esclusivamente negli interstizi in grado di raccogliere un poco di suolo, ed è evidente che il valore della BD non possa essere particolarmente elevato.

L'unità minima di rilievo su cui sono state effettuate le valutazioni statistiche sono i **profili**, ovvero le parti di sezione con morfologia e vegetazione omogenea; sommando i dati di ogni profilo della sponda si ottiene il dato complessivo della mezza sezione indagata (riva DX, SX). Allo stesso modo sommando le due semi-sezioni si arriva al dato totale per sezione. Si tratta di un confronto che può essere significativo perché mette in relazione le due sponde opposte, fisicamente separate dal fiume. Allo stesso modo è importante confrontare mezze sezioni vicine sulla stessa sponda, per valutare con il supporto anche della carta fisionomica della vegetazione, se esista continuità di ambienti lungo la stessa sponda.

8.4.2 - Analisi dei dati

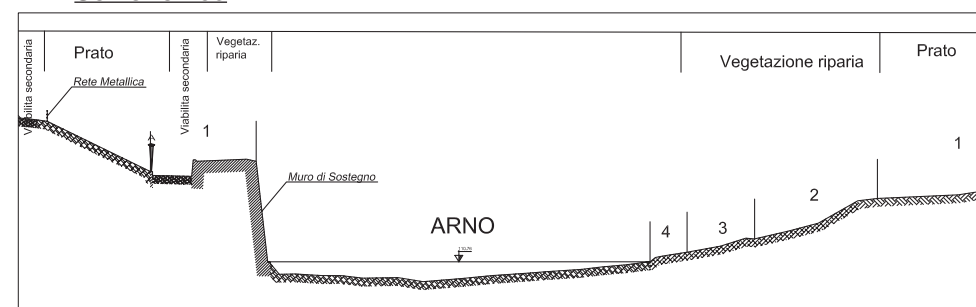
Per ognuna delle 11 sezioni (6 Rignano e 5 Lastra a Signa) sono stati messi in evidenza separatamente, per profilo, per sponda e per sezione intera:

1. Il numero di specie
2. La percentuale di superficie non vegetata
3. L'indice di Shannon-Wiener (abbondanza relativa)
4. L'indice di Pielou (diversità relativa)

Seguono le tabelle con i valori dei dati rilevati in campo e gli indici calcolati per le 11 sezioni indagate.

Rignano/Incisa/Reggello

Sezione 763



La sezione 763 è compresa tra il depuratore di Incisa e il versante opposto, occupato da boschi ripariali ed ex pascoli. Ne scaturisce un quadro molto diversificato tra sponda DX e SX, che vede sulla sinistra una ripida discesa al fiume dal depuratore, caratterizzata da una fascia di vegetazione degradata. La parte non vegetata dello strato erbaceo è la componente principale, tanto che entrambi gli indici portano valori molto bassi. La vegetazione arbustiva impenetrabile è una dimostrazione del degrado dell'area di rilievo.

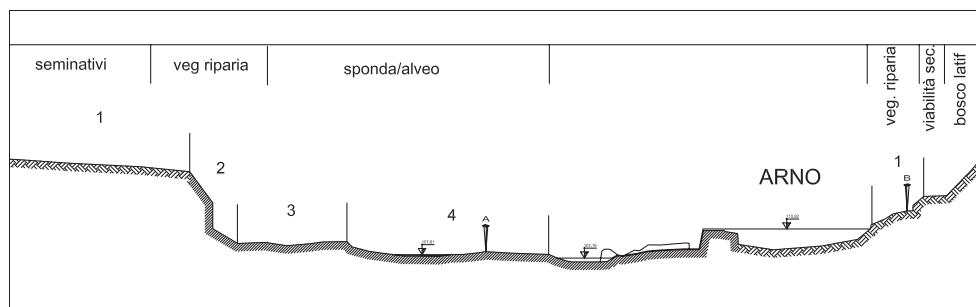
Tab. 24 – Indici di Biodiversità della sezione 763

SEZIONE	PROFILO	N. SPECIE RILEVATE	SUPERFICIE NON VEGETATA (%)	ABBONDANZA RELATIVA (Indice di Shannon)	DIVERSITA' RELATIVA (Indice di Pielou)
SEZIONE 763 SX	1	19	78%	1,084	0,368
SPONDA SX		19	78%	1,084	0,368
SEZIONE 763 DX	1	60	0%	3,098	0,757
	2	17	0%	1,392	0,491
	3	20	6%	1,474	0,492
	4	63	30%	3,136	0,757
SPONDA DX		124	9%	3,424	0,710
SEZIONE INTERA		128	23%	3,266	0,673

La sponda destra è più complessa, e in questo caso la Biodiversità ne giova. Dei quattro profili rilevati due sono ricchi di specie e due non. Come per la sezione 754 il prato sulla sommità dell'argine è un serbatoio di specie (60) ed anche la riva sabbiosa, questa volta ricchissima di piante. Si ottengono comunque i valori massimi di ricchezza, al contrario della scarpata d'erosione e dell'artemisieto tra argine e sponda. Qui sia abbondanza che diversità sono depressi dalla presenza di specie invadenti come rovo e artemisia (entrambe i 2/3 della copertura).

Nel complesso sono rilevati valori medio-alti, che si discostano completamente dalla riva opposta.

Sezione 754



Due sponde molto differenti per morfologia e complessità si affacciano sull'Arno nella sezione 754. La destra infatti presenta un argine semplificato dalla presenza sulla sommità della strada poderale che lo divide dal bosco di latifoglie soprastante. Sull'unico profilo presente, rilevato in alcuni metri di gradone naturale tra strada e riva, si trovano ottime condizioni, con 47 specie e una buona distribuzione. Abbondanza e diversità relative quindi sono garantite anche nel poco spazio disponibile.

Tab. 25 – Indici di Biodiversità della sezione 754

SEZIONE	PROFILO	N. SPECIE RILEVATE	SUPERFICIE NON VEGETATA (%)	ABBONDANZA RELATIVA (Indice di Shannon)	DIVERSITÀ RELATIVA (Indice di Pielou)
SEZIONE 754 SX	1	43	5%	2,581	0,686
	2	24	72%	1,391	0,438
	3	41	14%	2,663	0,717
	4	21	83%	0,942	0,309
SPONDA SX		91	43%	2,708	0,600
SEZIONE 754 DX	1	47	5%	2,840	0,738
SPONDA DX		47	5%	2,840	0,738
SEZIONE INTERA		110	36%	3,057	0,650

La sponda sinistra invece è molto più complessa, ed inizia con un medicaio in testa all'argine, sottostante, la scarpata d'erosione del fiume. Sia quest'ultima che l'alveo soffrono degli affioramenti rocciosi che limitano la quantità di specie (24 e 21) al contrario del campo di erba medica e della sponda sabbiosa (43 e 41) dove si hanno i massimi valori di Shannon e Pielou.

Nel complesso di sponda si hanno valori medio-alti, che confrontati con la riva opposta, evidenziano abbondanza e diversità leggermente superiori.

Sezione 750



Questa sezione attraversa una delle anse che il fiume compie nella parte bassa dell'area tra Rignano, Incisa e Reggello ed è inserita tra due versanti ricoperti di boschi di latifoglie. Questa naturalità apparente, interrotta solo da alcune infrastrutture stradali, si rispecchia abbastanza fedelmente sugli indici rilevati.

Tab. 26 – Indici di Biodiversità della sezione 750

SEZIONE	PROFILO	N. SPECIE RILEVATE	SUPERFICIE NON VEGETATA (%)	ABBONDANZA RELATIVA (Indice di Shannon)	DIVERSITÀ RELATIVA (Indice di Pielou)
SEZIONE 750 SX	1	34	5%	2,820	0,800
	2	51	46%	2,663	0,677
SPONDA SX		79	26%	3,332	0,763
SEZIONE 750 DX	1	39	3%	3,282	0,896
	2	12	0%	1,446	0,582
	3	47	25%	3,128	0,812
	4	24	0%	0,997	0,314
	5	43	57%	2,153	0,573
SPONDA DX		109	0%	3,284	0,700
SEZIONE INTERA		151	19%	3,590	0,715

La sponda sinistra consiste nella scarpata ferroviaria e nell'alveo roccioso del fiume. Il profilo 1 ha molte meno specie ma è un'area particolarmente favorevole perché si tratta della scarpata ferroviaria su cui la vegetazione erbacea si è inserita senza problemi. Ne consegue più che la quantità di specie, la loro buona ripartizione (0,79), superiore a quanto riscontrato in alveo dove vi è molta più varietà. Le specie sono concentrate in alcuni spazi dell'alveo dove si è accumulata la sabbia e la sostanza organica, mentre il 46% del suolo roccioso, funge da fattore limitante. Nel complesso della sponda SX i valori di abbondanza e diversità sono ottimi.

Così come lo sono nella sponda DX, sebbene questa sia attraversata da situazioni molto diversificate. Vi trovano ospitalità aree prative, arbustive, boschi, rive sabbiose e alvei affioranti che hanno tutti caratteristiche diverse. In questo caso l'area prativa e il bosco rappresentano l'*optimum*, mentre la sponda sabbiosa invasa da artemisia e rovi, gli elementi peggiori. L'alveo ha una posizione intermedia, condizionato come prima dalla grande percentuale di superficie non vegetata.

Anche in questa sponda il numero di specie e gli indicatori di abbondanza e diversità nel complesso raggiungono buoni valori.

Sezione 740



La sezione 740 si trova tra seminativi e distretto industriale, e le due sponde hanno andamento opposto. La parte sinistra, che si affaccia su Pian dell'Isola, ha il primo profilo ricco di specie (è il resede prativo di uno degli insediamenti produttivi), e la Biodiversità decresce con l'avvicinarsi alla riva. Da 42 specie presenti e valori di abbondanza e diversità di 3,12 e 0,83 si passa a 17 specie e 1,56 e 0,55. Questo gradiente, seppure lieve nelle prime parti dell'argine, diminuisce sulla sponda causa la ripidezza di questa, che è invasa da vegetazione come sambuco e artemisia. Il valore totale è comunque più che buono, poiché i profili precedenti indicavano una buona situazione di Biodiversità.

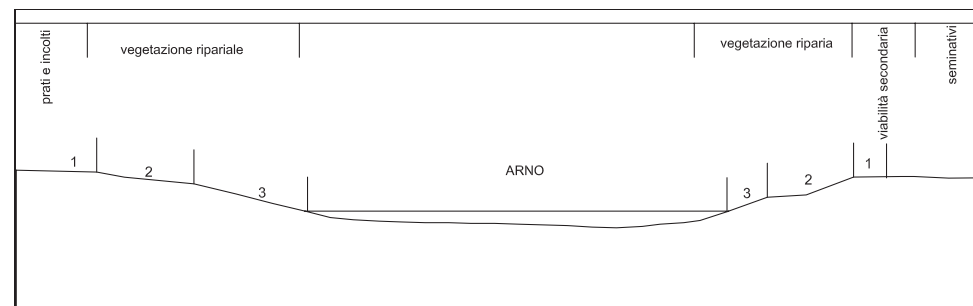
Tab. 27 – Indici di Biodiversità della sezione 740

SEZIONE	PROFILO	N. SPECIE RILEVATE	SUPERFICIE NON VEGETATA (%)	ABBONDANZA RELATIVA (Indice di Shannon)	DIVERSITÀ RELATIVA (Indice di Pielou)
SEZIONE 740 SX	1	42	15%	3,130	0,837
	2	22	8%	2,593	0,839
	3	27	4%	2,510	0,762
	4	17	0%	1,563	0,552
SPONDA SX		67	7%	3,202	0,761
SEZIONE 740 DX	1	26	0%	1,819	0,558
	2	19	3%	2,201	0,747
	3	21	4%	2,191	0,720
	4	54	9%	3,460	0,867
SPONDA DX		75	4%	3,044	0,705
SEZIONE INTERA		108	5%	3,469	0,741

La sponda destra ha andamento opposto, infatti trova le migliori situazioni sulla riva del fiume, mantenendo comunque un buon livello di diversità su tutta la sponda. Sia il numero di specie che l'indice di abbondanza crescono scendendo l'argine, poiché i vegetali trovano condizioni favorevoli per l'attecchimento.

Al contrario la testa dell'argine, pur avendo un numero di specie favorevole, non riesce ad esprimere una valida condizione per la Biodiversità. Tale fattore è dovuto in sintesi dalla presenza maggioritaria, di una specie (festuca), e alla presenza minima (massimo 4/5%) di tutte le altre specie.

Sezione 735



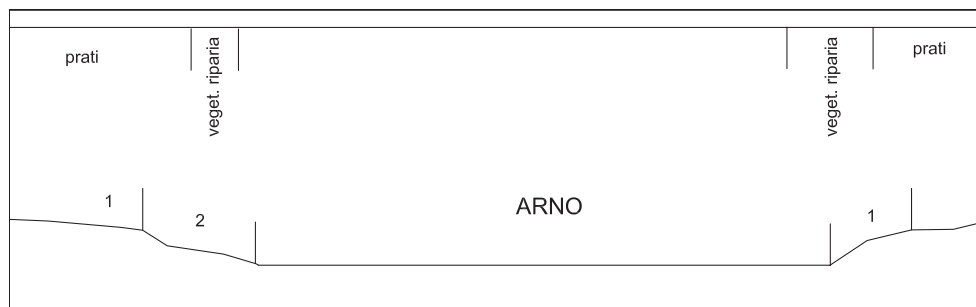
In questa sezione si confrontano sui due lati la pianura alluvionale occupata dai seminativi a DX e l'area sopra la zona industriale di Pian dell'Isola a SX. In entrambi i casi l'argine sottoposto a rilievi ha dato discreti risultati. La sponda sinistra inizia con un prato non sfalcato ricco di specie e ad elevata diversità biologica (profilo 1). Scendendo sulla sponda la BD diminuisce causa l'insediarsi di vegetazione erbacea e arbustiva fitta come sambuco, artemisia e ortica, che limitano la ricchezza di specie. Anche l'inclinazione della sponda sull'acqua è un altro fattore limitante alla conquista di spazio da parte delle piante. Ne risulta un quadro complessivo di sponda con valori di BD medio-alti, ma gli ultimi due profili concorrono poco al risultato.

Tab. 28 – Indici di Biodiversità della sezione 735

SEZIONE	PROFILO	N. SPECIE RILEVATE	SUPERFICIE NON VEGETATA (%)	ABBONDANZA RELATIVA (Indice di Shannon)	DIVERSITÀ RELATIVA (Indice di Pielou)
SEZIONE 735 SX	1	35	0%	3,029	0,852
	2	28	0%	1,574	0,414
	3	11	77%	0,946	0,395
SPONDA SX		58	26%	2,773	0,683
SEZIONE 735 DX	1	23	0%	2,613	0,833
	2	38	0%	2,819	0,741
	3	41	35%	2,672	0,719
SPONDA DX		70	12%	3,289	0,774

La sponda destra è molto più omogenea, pur avendo lo stesso numero di profili. I due indici scelti sono simili in tutte le tre situazioni rilevate, ovvero testa d'argine, scarpata sul fiume e riva sabbiosa. Il numero di specie è leggermente maggiore che sull'altra sponda, soprattutto le specie sono meglio equiripartite, e questo si riflette sui valori totali, leggermente migliori. La particolarità all'interno di questa mezza sezione si nota confrontando numero di specie dei profili 1 e 3 e indice di abbondanza. A parità (o quasi) di indice, corrisponde un numero di specie quasi doppio. La particolarità risiede probabilmente nella percentuale elevata di superficie non vegetata nel profilo 3 che in questo caso agisce da fattore limitante alla Biodiversità.

Anche il totale di sponda raggiunge ottimi livelli di Biodiversità, stando agli indici rilevati.

Sezione 732

Questa è la sezione che si trova sotto San Clemente e Rignano, in area periurbana, sul lato destro già immersa nella campagna. Il campione è caratterizzato dalla semplicità delle sponde, formate da uno e due profili dall'argine alla riva. Questa semplicità di ambienti corrisponde però ad una grande naturalità intesa come quantità di specie e valori degli indici. Sia sull'una che sull'altra sponda non si trovano superfici non vegetate e le specie presenti sono numerose, soprattutto sulla riva sinistra.

Tab. 29 – Indici di Biodiversità della sezione 732

SEZIONE	PROFILO	N. SPECIE	SUPERFICIE NON VEGETATA (%)	ABBONDANZA RELATIVA (Indice di Shannon)	DIVERSITÀ RELATIVA (Indice di Pielou)
SEZIONE 732 SX	1	46	0%	3,130	0,817
	2	45	0%	3,131	0,823
SPONDA SX		81	0%	3,602	0,820
SEZIONE 732 DX	1	51	0%	3,273	0,832
SPONDA DX		51	0%	3,273	0,832
SEZIONE INTERA		114	0%	3,907	0,825

La riva destra è composta da un semplice argine naturale che arriva fino all'acqua, separato dagli ambienti circostanti da un viottolo. Ebbene sotto questo, sull'argine, la vegetazione ha comunque trovato lo spazio e le condizioni ecologiche per prosperare con ricchezza di specie e alti valori di abbondanza e diversità relativa. Si tratta di una situazione ottima dal punto di vista della ricchezza biologica.

La riva sinistra è composta da due profili che si sviluppano su una scarpata probabilmente di origine antropica realizzata con terreno di riporto, in questa oltretutto esistono delle infrastrutture idrauliche. Nonostante ciò, anche qui la vegetazione ha trovato un ambiente particolarmente favorevole per prosperare, tanto da avere in entrambi i profili indici di abbondanza superiore al valore tre e di diversità sopra 0,8, valori tra i massimi riscontrati nello studio.

Confronto fra sezioni

Nel confronto tra le sei sezioni che attraversano l'area di Rignano, Incisa e Reggello si ha una situazione abbastanza omogenea per quanto riguarda il numero di specie presenti, ma non per la superficie non vegetata.

Sono state rilevate circa un centinaio di specie per sezione, ad eccezione della sezione 750 che ne conta 151. Questo scostamento dalla media va ricondotto all'elevato grado di naturalità che vi si riscontra, caratterizzata da aree lontane da influenze antropiche e da fenomeni di degrado in corso.

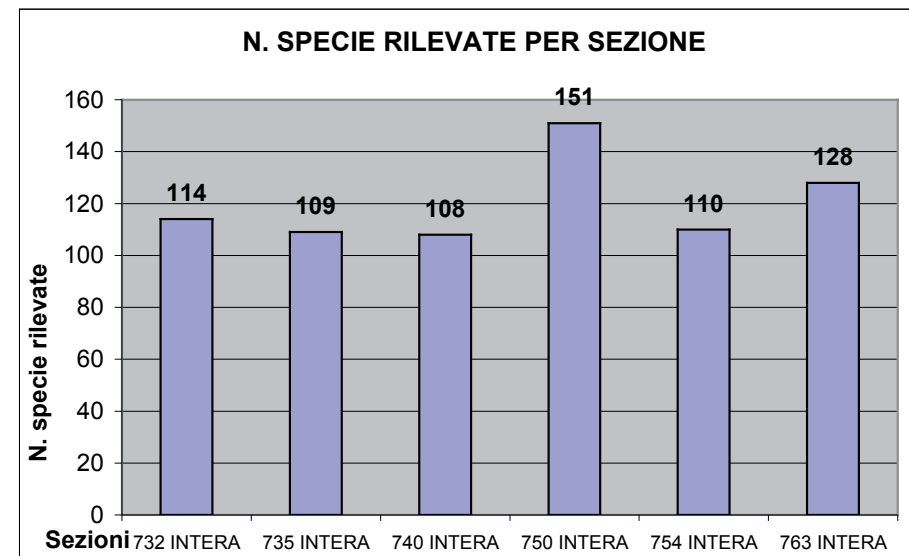


Grafico 8 – Distribuzione del n. di specie nelle sezioni di Rignano

La distribuzione della superficie non vegetata non sembra seguire una logica. Questa infatti può dipendere da diversi fattori, sia antropici che naturali e a volte può, come mostrano i dati, non rappresentare necessariamente una limitazione allo sviluppo della vegetazione.

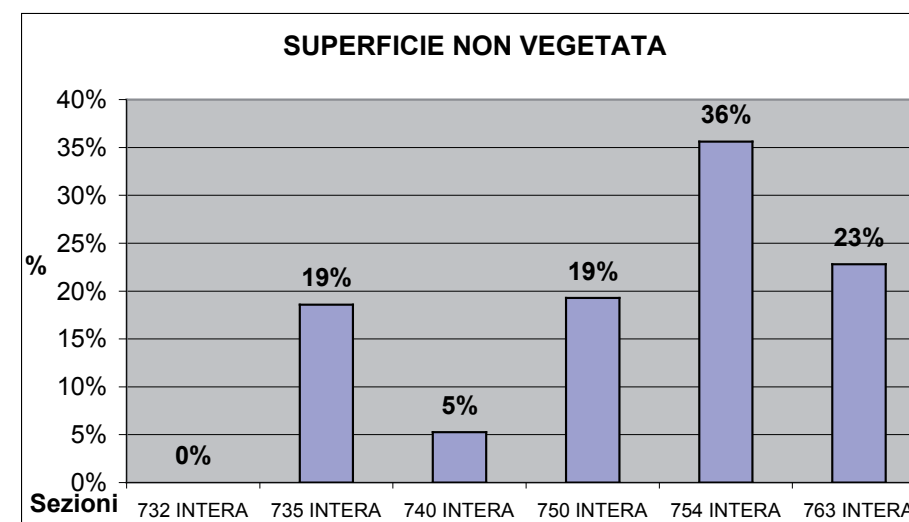


Grafico 9 – Distribuzione delle superfici non vegetate nelle sezioni di Rignano

La particolarità delle superfici non vegetate di questa area sta nel fatto che a differenza di quella di Lastra a Signa, queste superfici corrispondono prevalentemente all'alveo roccioso affiorante del fiume, che nella stagione di rilievo causa l'assenza di piogge era particolarmente esteso. Altra parte consistente della superficie non vegetata consiste nelle scarpate d'erosione dove la vegetazione non cresce per l'azione erosiva del fiume e la forte pendenza. E' il caso del sezione 754, sponda sinistra, che ha i massimi valori di superficie non vegetata; in questo caso la presenza di superficie non coperta da vegetazione è effettivamente correlata con la bassa diversità del luogo.

Passando all'analisi degli indici di Biodiversità, i valori confermano la qualità dell'area, pur con le sue eccezioni. Tutte le sezioni rilevate, scelte ripetiamo per indagare senza ripetizioni il maggior numero di ambienti diversi, conseguono un punteggio secondo l'indice di Shannon superiore a 3, fatto che le distingue già dai risultati dall'altra area più antropizzata delle Signe.

Il valore più elevato si rileva nella sezione 732 e il minore nella 754. Complessivamente ne deriva un ambiente di buona ricchezza biologica, dovuto soprattutto all'abbondanza di specie, distribuite in più ambienti diversi.

Non sono qui presenti argini cementificati o estese aree degradate dominate da una o poche specie, ma solo alcune in macchie isolate.

Grafico 10 – Distribuzione dell'indice di Shannon-Wiener nelle sezioni di Rignano

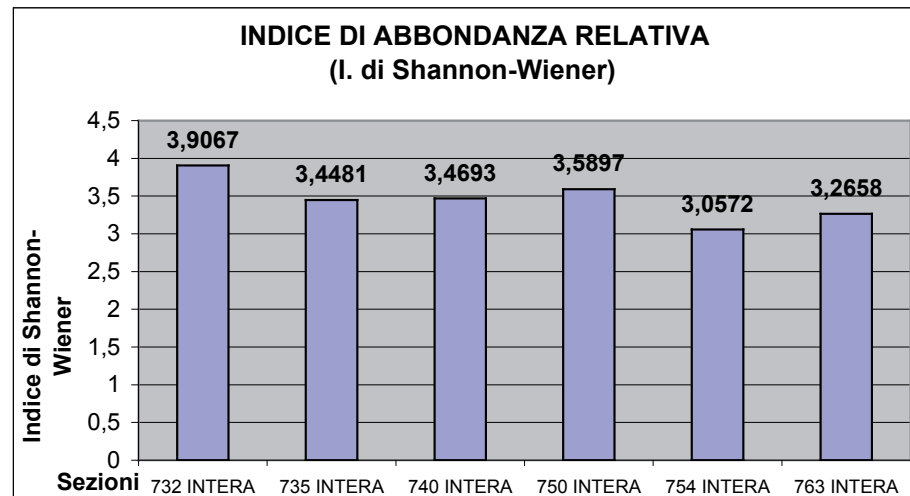
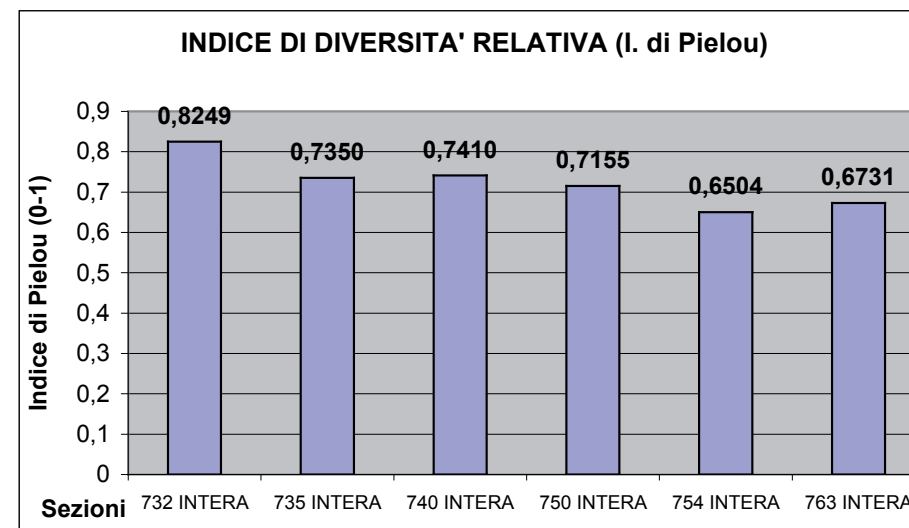


Grafico 11 – Distribuzione dell'indice di Pielou nelle sezioni di Rignano



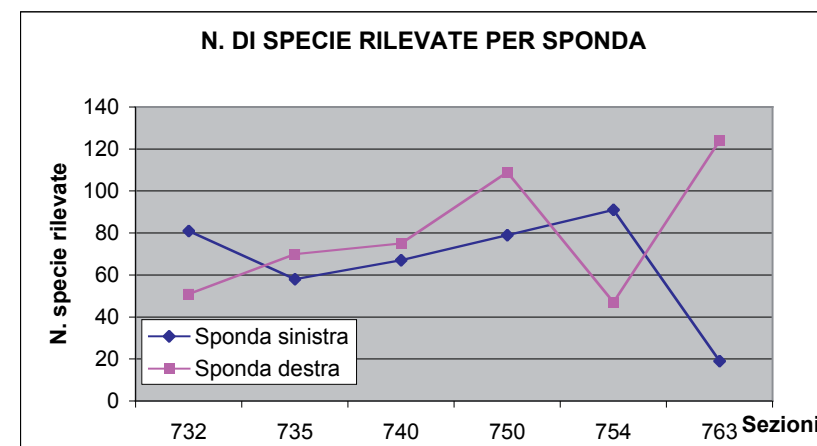
La distribuzione della diversità relativa per sezioni è simile a quella dell'abbondanza. I valori sono abbastanza omogenei e livellati verso l'alto ($0 \leq J \leq 1$), con picco nella 732 e minimo della 754, andamenti analoghi anche per l'abbondanza.

Interpolazione dei dati riuniti per sponda

Nella precedente sezione del lavoro, i dati sono stati analizzati così come sono stati rilevati, sezione per sezione. Al fine di valutare le possibili, probabili influenze della diversa esposizione delle due sponde e dell'Arno stesso, si è ripetuto parte dell'analisi raggruppando longitudinalmente il dato per sponda, e verificando che effettivamente alcuni valori si scostano notevolmente da quelli della sponda opposta.

Per quanto riguarda il numero di specie e la superficie non vegetata (Graf. 12 e 13), le prime tre sezioni (732, 735 e 740) sono abbastanza omogenee sia in DX che in SX.

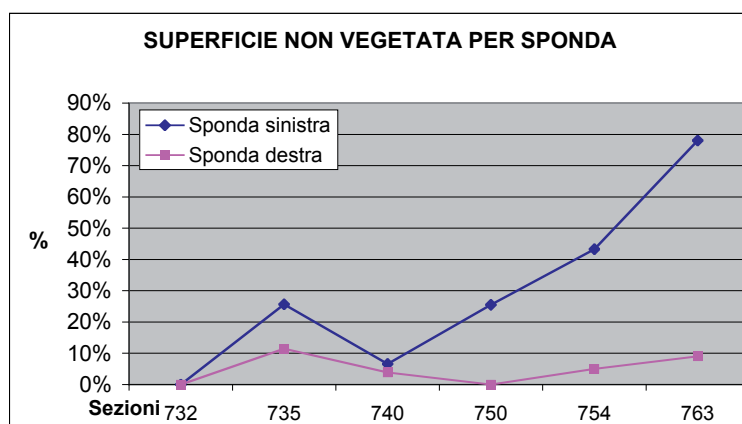
Grafico 12 – Confronto tra le due sponde opposte nelle sezioni di Rignano (N. specie)



Il grafico n. 12 evidenzia questo andamento; nel primo tratto risalendo da Rignano, fino alla 740, sponda dx e sx risultano abbastanza simili, per poi marcare la differenza nelle sezioni più a monte. Dalla 750 in poi lo scostamento tra le sponde è netto, grazie alle oscillazioni dei valori del n. di specie. Queste oscillazioni, che assumono i massimi valori per la 763, sono dovute più alle particolari condizioni delle rive, come la presenza del depuratore di Incisa e dal muro quasi perpendicolare di argine nella 763, che alla funzione dell'Arno come fattore discriminante tra sponde. Complessivamente sulla sponda destra, in tutto il tratto valdarnese si osserva un maggior numero di specie rispetto alla riva opposta.

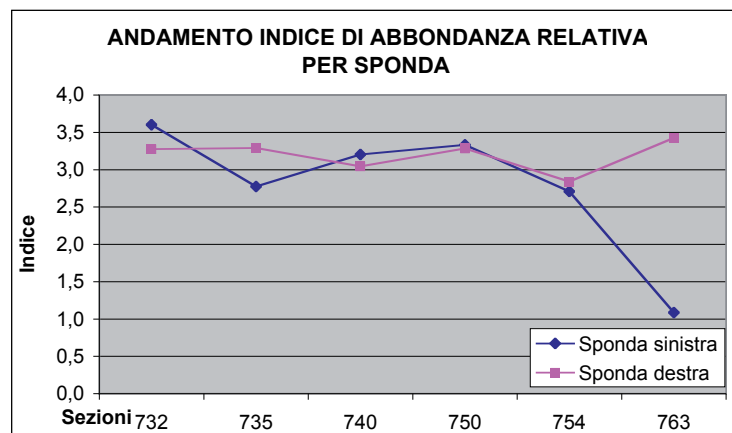
Considerazioni del tutto simili si possono riportare anche per la superficie non vegetata, in cui la sponda sinistra ha un progressivo aumento da valle verso monte, fino ad arrivare al livello massimo della sezione 763, dovuta ai motivi già esposti.

Grafico 13 - Confronto tra le due sponde opposte nelle sezioni di Rignano (% sup. non vegetata)



E' interessante notare come nelle sezioni 750 e 754 sponda sinistra, che hanno dei valori di superfici non vegetate abbastanza elevati, queste siano rappresentate soprattutto dall'alveo roccioso del fiume, che invece è quasi assente a destra, fatto dovuto alla conformazione del letto del fiume.

Grafico 14 - Confronto tra le due sponde opposte nelle sezioni di Rignano (I. Shannon)



La Biodiversità in senso longitudinale lungo le sponde mostra andamenti abbastanza simili tra loro. L'indice di Shannon-Wiener è simile in ambedue le sponde ad eccezione della sezione 763 sinistra che cala vertiginosamente a causa delle condizioni già descritte. Non considerando questa mezza sezione si arriverebbe a valori di naturalità molto elevati.

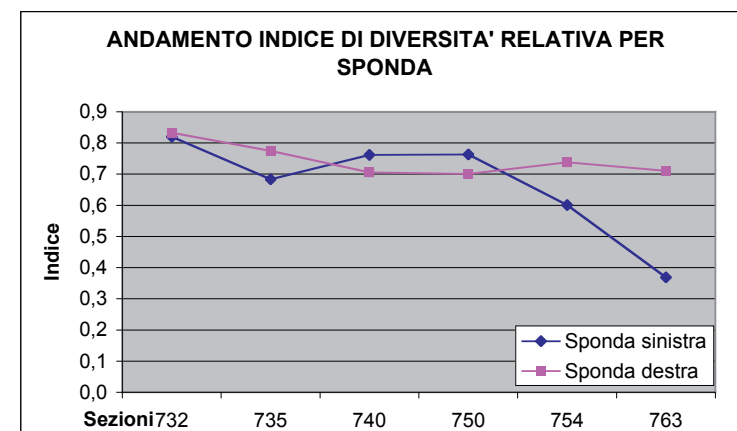
La deviazione standard di questi dati è 0,3054 per la sponda sinistra e 0,2179 per la destra, infatti più omogenea.

Nel complesso dunque anche in questo caso la sponda destra evidenzia valori degli indici mediamente migliori. Tale indicazione trova origine probabilmente nella presenza a sinistra da Nord verso Sud dell'abitato di Rignano, del distretto industriale di Pian dell'Isola e del depuratore di Incisa che hanno contribuito a rarefare in qualche modo gli habitat e di conseguenza la presenza di alcune specie.

Anche la diversità relativa ha valori simili, per le prime tre sezioni, ma già dalla 754 si verifica uno scostamento dalla media. Nella abbondanza, entrambe le sponde della sez 754 conseguono valori bassi (da cui i valori minimi di Biodiversità), mentre qui solo la sponda sinistra diminuisce. L'andamento della sezione 763 è parallelo alla precedente funzione.

La deviazione standard è 0,0625 per la sponda sinistra e 0,0516 per la destra.

Grafico 15 - Confronto tra le due sponde opposte nelle sezioni di Rignano (I. Pielou)



Interpolazione dei dati riuniti longitudinalmente per sezione di rilievo

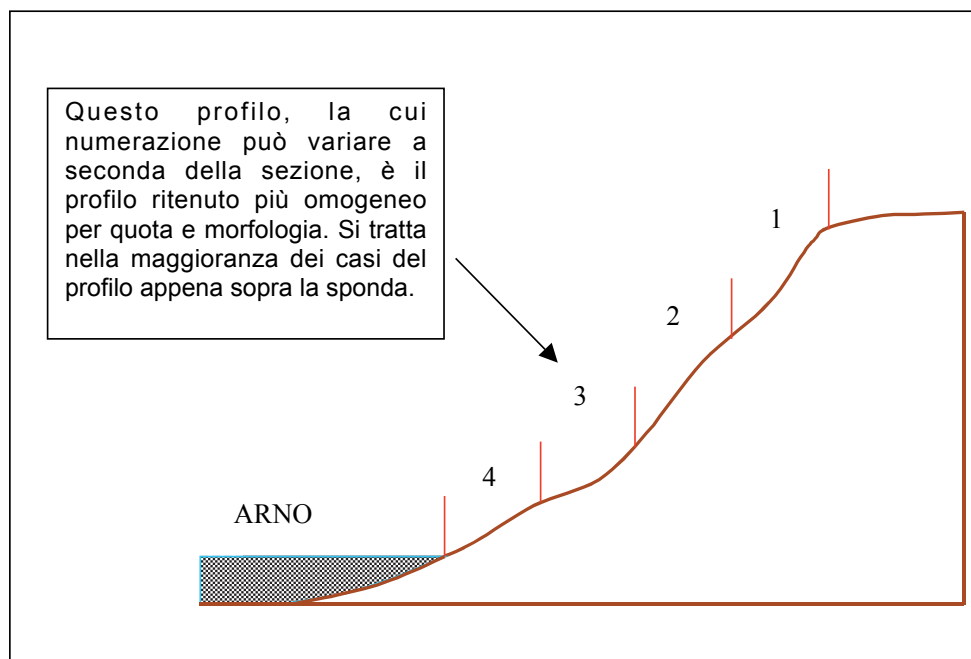
Un ulteriore elaborazione dei dati ha riguardato il confronto tra tutti i profili simili ("profili omogenei"), per quota e morfologia, lungo la stessa sponda.

Questa elaborazione assume il significato di indagare se sia possibile rintracciare una continuità floristica longitudinale riferendosi a sezioni di rilievo assai simili per molti degli aspetti influenti per la vegetazione, primo fra tutti la disponibilità di acqua e la profondità di falda (quota e distanza dal fiume)

La scelta del profilo omogeneo si è basata su criteri principalmente geomorfologici.

I profili che più si assomigliano tra tutte le sezioni scelte, in generale sono quelli rilevati sulle rive, perché per la maggior parte di queste sono costituite da coste sabbiose. La presenza dell'alveo affiorante come continuazione della riva e i continui cambiamenti che queste spiagge subiscono a causa dell'azione erosiva del fiume implicano molti rimaneggiamenti anche nella composizione floristica di questa sezione. Di fatto il profilo che risalta mediamente più omogeneo è quello successivo, quello subito superiore alla riva. Questa parte infatti viene interessata meno frequentemente dalle piene ed è pertanto possibile per la vegetazione stabilizzarsi e conseguire un assetto più maturo; inoltre, trattandosi dell'ultima parte dell'argine o della sponda, si tratta anche della parte meno acclive.

Fig. 23 – Sezione tipo suddivisa in differenti profili



Nel caso del Valdarno i profili scelti sono quelli che nella tabella successiva sono colorati in giallo per la sponda sinistra e rossa per la destra.

Tab. 31 – Profili scelti per il confronto tra sponde nelle sezioni di Rignano

SEZIONE	PROFILO	DESCRIZIONE
763 SX	1	Scarpata con vegetazione degradata
763 DX	1	Pascolo non sfalcato
	2	Argine naturale boscato
	3	Artemiseto tra argine e riva
	4	Riva del fiume
754 SX	1	Campo di erba medica sopra la scarpata
	2	Scarpata d'erosione a roccia affiorante
	3	Sponda con riporto di sabbia
	4	Letto roccioso del fiume
754 DX	1	Argine naturale
750 SX	1	Scarpata ferroviaria-argine
	2	Alveo (letto roccioso) del fiume
750 DX	1	Area prativa prima della scarpata boscata
	2	Area arbustiva prima della scarpata boscata
	3	Fascia boscata d'argine
	4	Fascia ad artemisia prima della sponda
	5	Alveo (letto roccioso) del fiume
740 SX	1	Prato sfalcato sulla sommità dell'argine
	2	Inizio scarpata con orticeto
	3	Fine scarpata con artemisia
	4	Sponda a picco sull'acqua
740 DX	1	Fascia tra seminativi e argine
	2	Orticeto
	3	Arbusteto sopra alla sponda
	4	Sponda ripida sull'acqua
735 SX	1	Pianoro sopra l'argine
	2	Argine ricoperto di vegetazione
	3	Riva a picco sul fiume
735 DX	1	Balzo sottostrada (argine)
	2	Argine naturale poco inclinato
	3	Sponda del fiume
732 SX	1	Piano di terreno riportato in testa all'argine
	2	Argine su fiume - sponda
732 DX	1	Argine sull'acqua più strada podereale

L'analisi degli indici di abbondanza e di diversità fornisce la situazione mostrata dai grafici successivi, in cui si nota un andamento similare, dove il grafico della sponda destra mostra valori lievemente migliori. Confrontando gli indici di tutte le mezze sezioni per sponda con quelli dei soli profili prescelti (1 per sezione), l'andamento non varia.

I grafici successivi mostrano i due indici distribuiti sui profili prescelti e confrontati per sponda:

Grafico 16 – Indice di Shannon dei profili omogenei confrontati per sponda

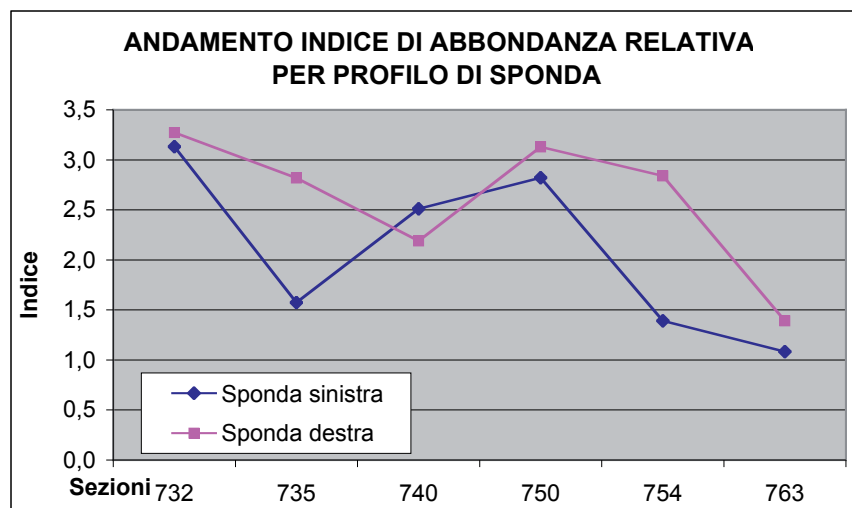
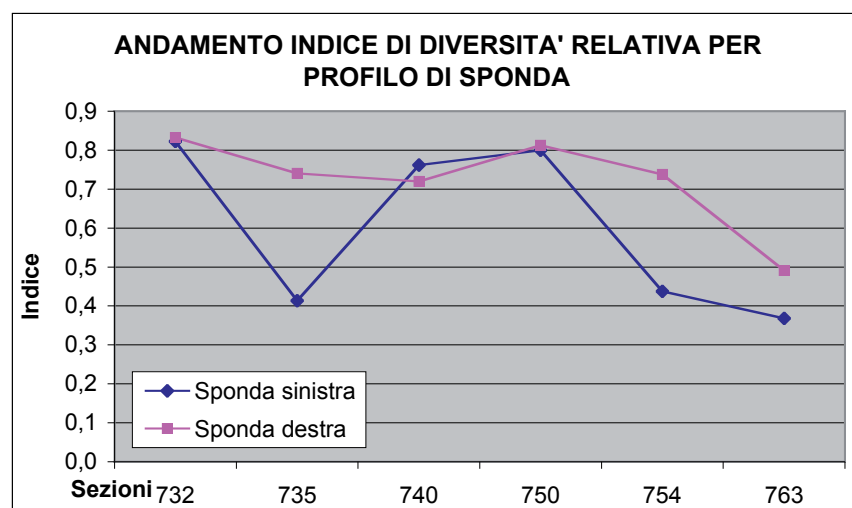


Grafico 17 – Indice di Pielou dei profili omogenei confrontati per sponda



La differenza rispetto alla situazione generale, ovvero di tutta la mezza sezione, consiste nella maggiore escursione dei valori dei singoli profili omogenei rispetto alle sezioni. Ciò è comprensibile in quanto i valori di tutti i profili appartenenti alla stessa sezione si compensano gli uni con gli altri, livellando il risultato (vedi grafici 14 e 15).

E' possibile affermare che a parità di distanza dal fiume, intesa soprattutto come quota, si trovano specie simili, ma questa corrispondenza viene spesso falsata da fattori esterni quali la diversa morfologia delle sponde, l'azione erosiva dell'acqua, e dalla presenza di infrastrutture o altre attività umane.

In definitiva quindi, con i dati disponibili, non sembra possibile riscontrare una effettiva omogeneità floristica nei profili omogenei indagati, per la dominanza di fattori casuali sulla ricercata omogeneità biologica del sito.

Fig. 24 Rappresentazione grafica di sponde con grande ricchezza di specie e di forme



Da North East & Murray Willow Management Working Group (modificato).

Lastra a Signa

Sezione 505

Tab. 32 – Indici di Biodiversità della sezione 505

SEZIONE	PROFILO	N. SPECIE RILEVATE	SUPERFICIE NON VEGETATA (%)	ABBONDANZA RELATIVA (Indice di Shannon)	DIVERSITA' RELATIVA (Indice di Pielou)
SEZIONE 505 SX	1	11	90%	0,559	0,233
	2	27	31%	2,263	0,687
	3	14	95%	0,327	0,124
	4	7	0%	0,760	0,391
	5	24	35%	2,077	0,653
	6	11	70%	1,302	0,543
SPONDA SX		61	53%	2,019	0,491
SEZIONE 505 DX	1	15	90%	0,588	0,217
	2	26	0%	2,730	0,838
	3	11	0%	1,907	0,795
	4	17	7%	1,386	0,489
	5	37	36%	2,577	0,714
	6	11	0%	0,618	0,258
SPONDA DX		69	22%	2,513	0,593
SEZIONE INTERA		109	38%	2,504	0,534

Siamo in presenza di una sezione totalmente inserita in area abitata; questa condizione si riscontra con le percentuali di superficie non vegetata in testa d'argine, che è cementificato.

Entrambi gli argini sono suddivisi in vari profili, praticamente uno per ogni gradone artificiale creato dalle opere idrauliche. Su questi la presenza della vegetazione è molto varia, in relazione al suolo (permeabile o no) e alla pendenza. Ne risultano profili molto eterogenei, con indici biotici da bassissimi (teste d'argine cementificate) a medi su entrambi i lati. Complessivamente si ottengono indici di valore medio-basso.

La riva destra evidenzia valori leggermente migliori, dovuti alla presenza di pianura alluvionale ricoperta di vegetazione e ai gradoni rimodellati in terra, anch'essi ricoperti di vegetazione. La riva sinistra soffre della presenza di superfici non permeabili che condizionano la presenza di piante.

Sezione 499

Tab. 33 – Indici di Biodiversità della sezione 499

SEZIONE	PROFILO	N. SPECIE RILEVATE	SUPERFICIE NON VEGETATA (%)	ABBONDANZA RELATIVA (Indice di Shannon)	DIVERSITÀ RELATIVA (Indice di Pielou)
SEZIONE 499 SX	1	36	0%	3,005	0,839
	2	7	0%	0,799	0,411
	3	17	26%	1,699	0,600
	4	12	70%	1,330	0,535
SPONDA SX		59	24%	2,617	0,642
SEZIONE 499 DX	1	21	0%	2,344	0,770
	2	45	0%	3,214	0,844
SPONDA DX		55	0%	3,059	0,763
SEZIONE INTERA		95	16%	3,141	0,690

Questa sezione si trova al limite tra la parte più intensamente abitata e le prime aree agricole della zona. La riva sinistra è formata da un argine rimodellato in terra, ricoperto da fitta vegetazione erbacea. La parte alta di questo argine, quella ricoperta dallo xero-brometo, ha alti valori di Biodiversità, sia come abbondanza che come equiripartizione. Scendendo verso l'Arno questi valori calano rapidamente, con il diminuire delle specie (dominanza di artemisia) e con l'aumentare della superficie non vegetata, soprattutto in prossimità della riva. Nel complesso della fascia ripariale sinistra si hanno valori medio-alti (2,61 e 0,68).

La sponda destra è suddivisa in soli due profili, quindi morfologicamente molto semplice, ciò nonostante qui molte specie sono ben rappresentate. Anche questo è un argine in terra ricoperto da fitta vegetazione soprattutto erbacea, ben distribuita tra le specie, sia nei profili che complessivamente (3,05 e 0,76).

Sezione 493

Tab. 34 – Indici di Biodiversità della sezione 493

SEZIONE	PROFILO	N. SPECIE RILEVATE	SUPERFICIE NON VEGETATA (%)	ABBONDANZA RELATIVA (Indice di Shannon)	DIVERSITÀ RELATIVA (Indice di Pielou)
SEZIONE 493 SX	1	17	0%	1,936	0,683
	2	8	0%	1,623	0,781
	3	9	0%	0,831	0,378
	4	4	0%	0,638	0,460
SPONDA SX		30	0%	2,026	0,596
SEZIONE 493 DX	1	22	0%	1,102	0,356
	2	10	10%	0,407	0,177
SPONDA DX		26	5%	1,556	0,478
SEZIONE INTERA		48	2%	2,286	0,590

Questa sezione presenta entrambe le rive fortemente degradate.

La presenza principale e dominante del panorama floristico è l'ortica, l'artemisia e il rovo che coprono fittamente il suolo, impedendo l'ingresso di specie secondarie.

Soprattutto l'argine e la sponda destra hanno un profilo molto semplificato, che si rispecchia nei valori di Biodiversità, estremi. Più complesso morfologicamente, ma ugualmente semplificata la sponda sinistra, invasa da dette queste dominanti. Anche in questi casi valori di numero di specie e indici di Biodiversità minimi, oltre ad una copertura del suolo quasi assoluta.

Sezione 490

Tab. 35 – Indici di Biodiversità della sezione 490

SEZIONE	PROFILO	N. SPECIE RILEVATE	SUPERFICIE NON VEGETATA (%)	ABBONDANZA RELATIVA (Indice di Shannon)	DIVERSITÀ RELATIVA (Indice di Pielou)
SEZIONE 490 SX	1	32	73%	1,441	0,416
	2	45	21%	3,099	0,814
	3	32	27%	2,829	0,816
	4	46	6%	3,104	0,811
SPONDA SX		87	32%	3,183	0,713
SEZIONE 490 DX	1	10	0%	1,418	0,616
	2	14	18%	1,398	0,530
	3	16	2%	1,247	0,450
	4	11	0%	0,488	0,204
	5	44	5%	3,200	0,616
SPONDA DX		61	25%	2,569	0,625
SEZIONE INTERA		118	17%	3,239	0,679

Questa sezione si caratterizza per due sponde molto differenti. La destra è interessata nella parte alta da un frutteto abbandonato e vegetazione arborea verso l'argine, con artemisieto e orticeto. L'argine dell'altra è stato rimodellato dall'uomo recentemente, per cui è da poco colonizzato dalla vegetazione spontanea. La conseguenza è una media quantità di specie, molto ben equiripartite, presumibilmente per la giovane età del suolo. La destra ha invece poche specie per profilo e con la presenza di dominanti (artemisia e ortica). Eccezione fa la riva (profilo 5) che ha molte più specie delle altre distribuite più equamente.

Nel complesso la sponda sinistra è in piena evoluzione, considerando anche il profilo 1 ha il 73% di superficie ancora non vegetata (terra di riporto) e che tutto l'argine può ancora essere colonizzato. Se non interverranno fattori di disturbo questa area è destinata ad evolversi e a cambiare conformazione nel futuro.

La sponda destra presenta situazioni degradate (canneto, frutteto abbandonato, artemisieto e orticeto) che con difficoltà cederanno naturalmente ad altre formazioni. Di conseguenza i valori di Biodiversità sono minimi, soprattutto profilo per profilo, con poche specie e presenza di dominanti.

Sezione 485

Tab. 52 – Indici di Biodiversità della sezione 485

SEZIONE	PROFILO	N. SPECIE	SUPERFICIE NON VEGETATA (%)	ABBONDANZA RELATIVA (Indice di Shannon)	DIVERSITA' RELATIVA (Indice di Pielou)
SEZIONE 485 SX	1	23	9%	2,338	0,746
	2	17	0%	1,869	0,567
	3	33	12%	2,698	0,772
SPONDA SX		53	7%	2,743	0,691
SEZIONE 485 DX	1	26	5%	2,377	0,730
	2	17	0%	1,673	0,508
	3	27	26%	2,569	0,780
	4	35	60%	1,891	0,532
SPONDA DX		76	23%	3,159	0,730
SEZIONE INTERA		95	16%	3,369	0,740

Questa sezione si trova al confine Ovest dell'area delle Signe, alla confluenza con l'Ombrore, ed è la più naturaliforme di quelle della zona. Come La sponda destra evidenzia valori leggermente migliori sotto tutti i punti di vista, dal numero di specie agli indici di Biodiversità, pur avendo percentuali di superfici non vegetate abbastanza elevate. I valori inferiori della sponda sinistra sono dovuti alla presenza dominante di ortica e artemisia che coprono il terreno quasi totalmente fino all'inizio della riva, dove si trova la vegetazione igrofila erbacea.

I valori degli indici per profili non sono inferiori alla sponda sinistra, ma il confronto con l'altra sponda è in negativo, fatto dovuto al numero di specie totali molto maggiore dell'una sull'altra. Pesa sulla sponda sinistra quindi l'area degradata ad ortica e artemisia. Sulla sponda di fronte solo il canneto abbassa il numero di specie, complessivamente, soprattutto nell'area di riva, i valori sono migliori.

La differenza principale tra le due sponde risiede nella quantità di specie, più che nella loro distribuzione. Infatti la differenza in Shannon incide di più (3,1 contro 2,7), che nella ripartizione (0,72 contro 0,69), a conferma che a parità (o quasi) di ripartizione, un maggiore numero di specie esalta la Biodiversità di un ambiente.

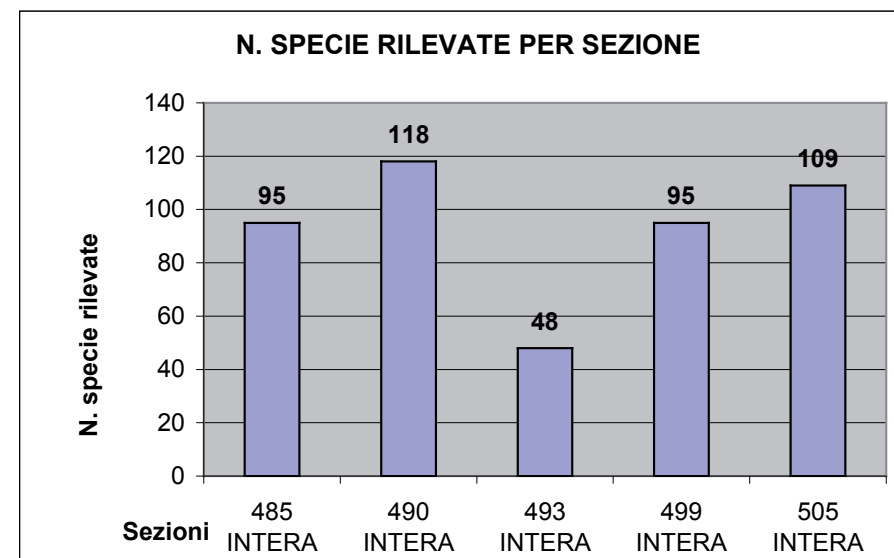
In questo caso le superfici non vegetate non sembrano influire come fattore limitante, dato che il valore massimo si riscontra nella sponda sabbiosa della parte destra, che coincide con il profilo con più specie.

Confronto tra sezioni

Nel confronto tra le cinque sezioni di Lastra a Signa si ha una situazione abbastanza eterogenea per quanto riguarda il numero di specie presenti e la superficie non vegetata.

Come si vede dai due grafici successivi questi due modelli non sono strettamente correlati, infatti ai massimi valori di superficie non vegetata non corrispondono i minimi di specie. Questo perché la superficie non vegetata può essere impermeabile (argine cementato) e quindi rendere veramente impossibile, o molto difficile, l'attecchimento o perché ci troviamo nel caso di una superficie giovane in cui si stanno inserendo nuove specie pioniere.

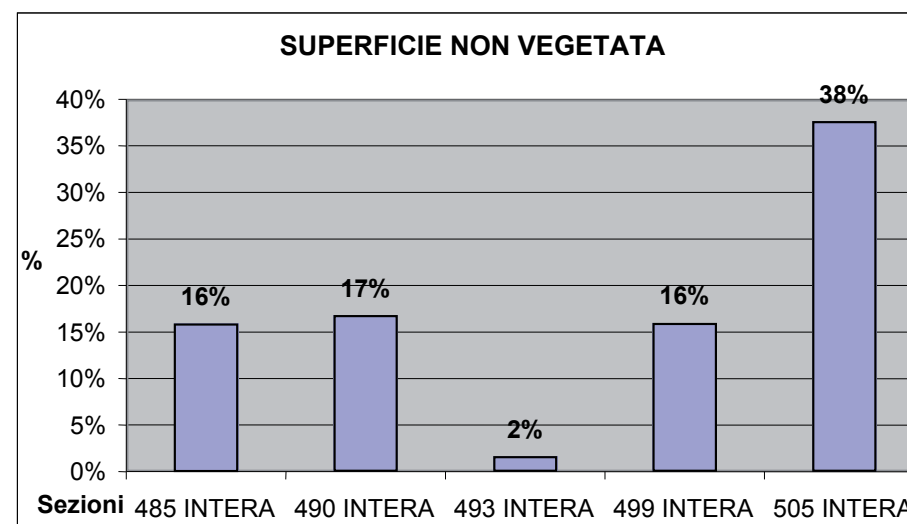
Grafico 18 – Distribuzione del n. di specie nelle sezioni di Lastra a Signa



L'andamento del numero di specie rilevate sarebbe buono ad eccezione della sezione 493, che presenta situazioni degradate con poche specie dominanti. Nelle altre, pur esistendo in alcuni profili vegetazione molto semplificata (roveti, artemisieti, orticeti), la situazione è più equilibrata.

La situazione delle aree non vegetate è opposta, ovvero queste sono quasi inesistenti nella 493 e massime nelle altre, a dimostrare l'aggressività totalizzante delle specie dominanti in grado di ricoprire da sole tutto il suolo, senza lasciare la possibilità per le altre specie di insediarsi.

Grafico 19 – Distribuzione delle superfici non vegetate nelle sezioni di Lastra a Signa

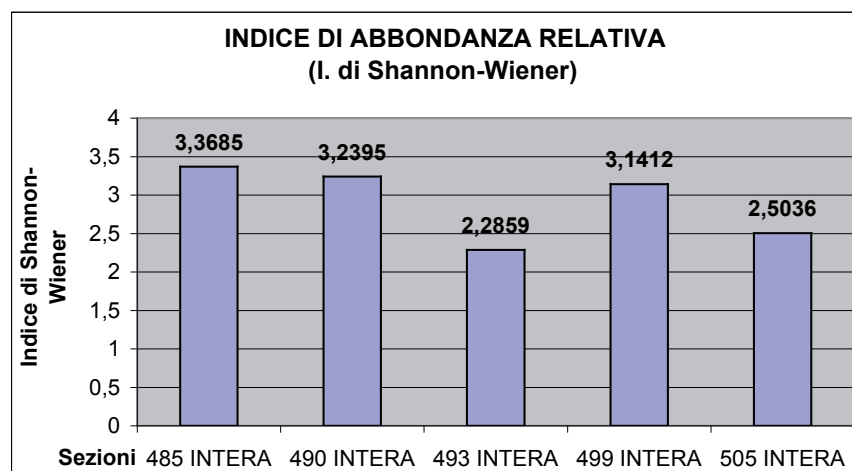


Analizzando poi gli indici di Biodiversità si nota come questi in qualche modo seguano, con le dovute differenze, i valori del numero di specie.

Per quanto riguarda l'indice di abbondanza relativa, mediamente si confermano valori abbastanza costanti, con l'eccezione della 493 e della 505. Infatti l'area più degradata (493) e la sezione nell'ambiente urbano con superfici impermeabilizzate (505) portano gli indici più bassi. La particolarità della sezione 505 è data dal fatto che al suo interno esistono molti ambienti diversificati, qualcuno migliore, molti altri peggiori, dove la vegetazione si è sviluppata nei pochi spazi lasciati liberi dalle superfici impermeabili cementificate. Ne consegue che una buona quantità di specie risulta non equiripartita, e che artemisia e superficie non vegetata risultino ampiamente dominanti su tutte le altre specie.

Ecco quindi che l'indice di Biodiversità assume valori bassi, a dispetto di un numero di specie rilevate relativamente abbondante.

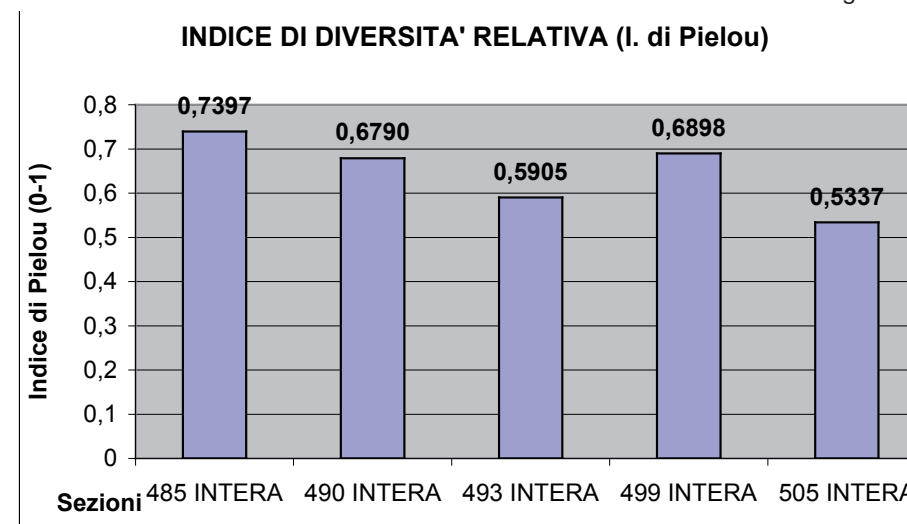
Grafico 20 – Distribuzione dell'indice di Shannon-Wiener nelle sezioni di Lastra a Signa



Questa contraddizione non si ritrova nelle altre sezioni i cui indici sono correlati direttamente con il numero di specie. L'abbondanza massima si riscontra quindi nelle due sezioni più naturaliformi (490 e 485) che contano anche i maggiori valori di specie.

Per quanto riguarda l'indice di diversità relativa (o di Pielou) la tendenza è paragonabile all'abbondanza. Il valore minimo infatti si ottiene per la peggiore distribuzione tra specie, a prescindere dal numero di queste, e si ritrova nella 505 (superficie non vegetata e artemisia superano il 60%). Parimenti la 493 ha un valore basso per la dominanza di specie dominanti. I valori massimi si incontrano nelle medesime sezioni dell'abbondanza relativa maggiore.

Grafico 21 – Distribuzione dell'indice di Pielou nelle sezioni di Lastra a Signa



Interpolazione dei dati riuniti per sponda

Spostando l'obiettivo dell'analisi dalle sezioni al livello di fascia ripariale, ovvero la fascia di vegetazione che unisce le sezioni lungo un'unica riva, è possibile intuire quali siano le condizioni dei due lati distinti dell'Arno, se questi siano condizionati dalla diversa esposizione, che nel caso delle Signe è opposta Nord o Sud, se e quanto l'Arno rappresenti un fattore di discontinuità e come i territori circostanti intervengano nella variazione degli ambienti.

Il grafico seguente mostra l'andamento degli indici rilevati nelle due sponde e mette in evidenza come le differenze maggiori nel numero di specie tra sponde si notino nelle sezioni con Biodiversità più alta e viceversa.

L'andamento comunque è abbastanza concorde, ovvero le due linee non si discostano più di tanto, e questo consentirebbe di affermare, a meno di macroscopiche differenze morfologiche fra le sponde, che l'Arno per le specie vegetali non è assimilabile a una barriera biologica.

Leggermente differente la situazione delle superfici non vegetate per sponda, che sono qui molto simili ad eccezione della sezione 505 che ha la parte di sinistra in buona parte cementificata, e questa situazione si rivela platealmente nel grafico di riferimento.

Anche in questo le similitudini sono superiori alle differenze.

Grafico 22 – Confronto tra le due sponde opposte nelle sezioni di Lastra a Signa (N. specie)

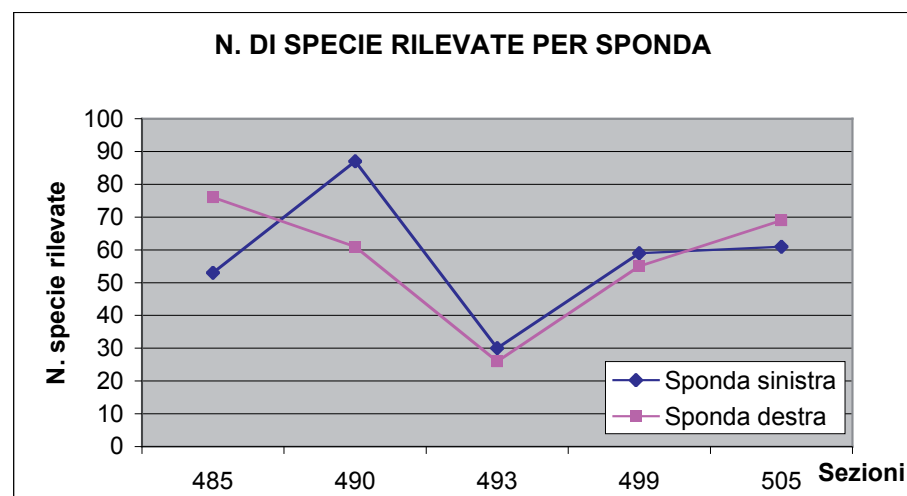
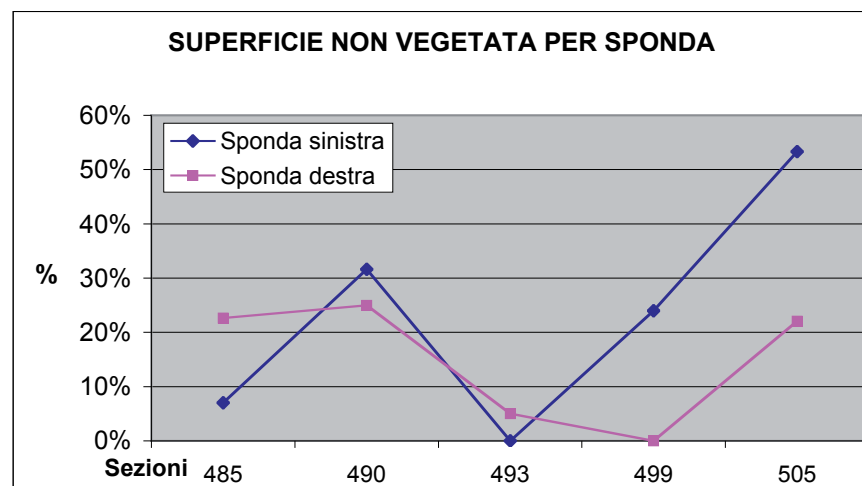


Grafico 23 – Confronto tra le due sponde opposte nelle sezioni di Lastra a Signa (% sup. non vegetata)



I valori degli indici di Biodiversità riflessi nei grafici seguenti non si discostano tra loro. Questi infatti, parlando di entrambi gli indicatori, in ambedue le sponde hanno le medesime oscillazioni, dovute soprattutto alla bassa qualità del sito della sezione 493, che rappresenta infatti l'unico scostamento significativo dai valori medi. Le differenze maggiori, seppure di lieve entità, si notano negli scostamenti dalla media. La sezione sinistra è leggermente più omogenea della destra, nel senso che i valori sono più simili tra loro; fattore che ai fini del lavoro non mette in evidenza una situazione migliore o peggiore, bensì la differenziazione o meno di ambienti.

La deviazione standard dell'indice di abbondanza della sponda sinistra è 0,4986 contro i 0,6358 della destra, mentre quella dell'indice di diversità è 0,0882 contro 0,1140.

Grafico 24 – Confronto tra le due sponde opposte nelle sezioni di Lastra a Signa (I. di Shannon)

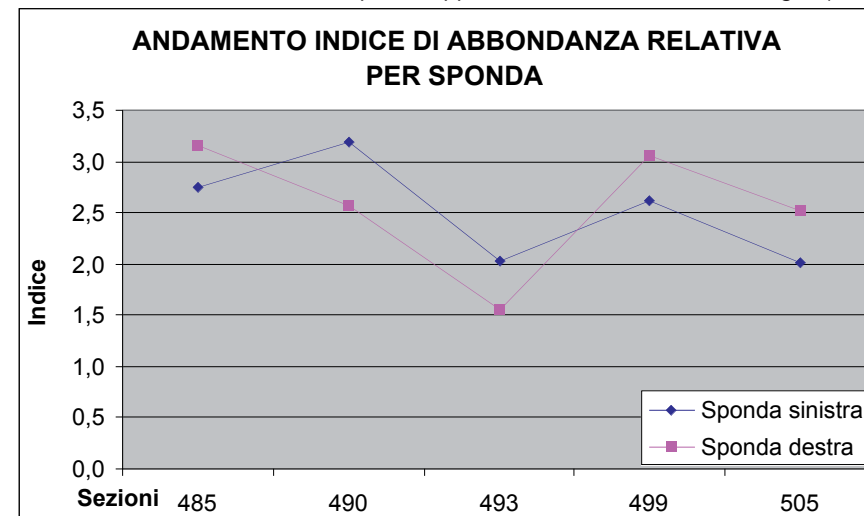
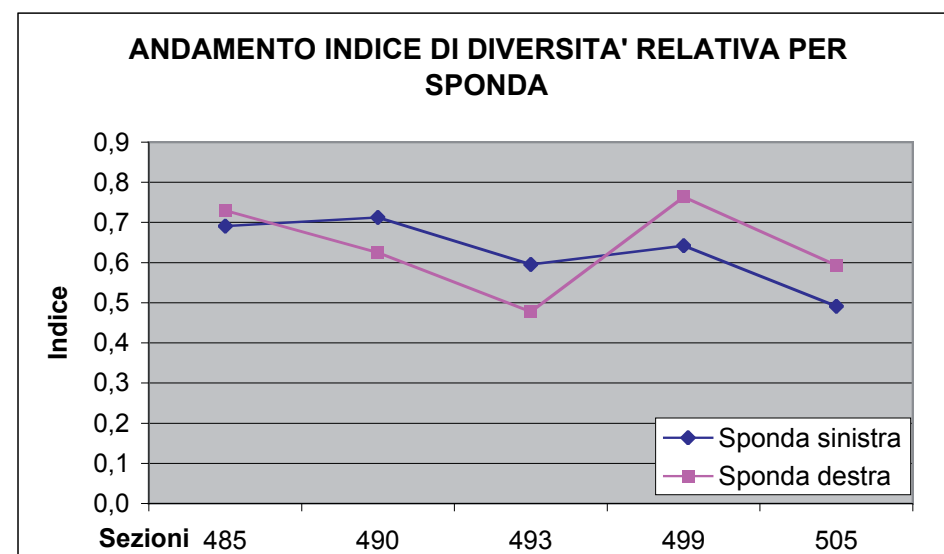


Grafico 25 – Confronto tra le due sponde opposte nelle sezioni di Lastra a Signa (I. di Shannon)



Nel complesso non si rilevano differenze significative tra le sponde. Non sembra infatti possibile attribuire all'una o all'altra una prevalenza sui valori che, a seconda della sezione, cambiano quasi parallelamente.

Interpolazione dei dati riuniti longitudinalmente per sezione di rilievo

L'analisi dei dati per "profili omogenei" si discosta solo parzialmente dalla tendenza. Nell'area campione di Lastra a Signa il profilo più omogeneo con criteri geomorfologici è risultato sempre quello sopra la riva del fiume, che qui assume una forma tipica diversa, più simile alla prosecuzione della sponda sabbiosa che ad una scarpata obliqua come rilevato nel Valdarno. Premesso ciò si mostrano i profili omogenei prescelti nell'area campione (sponda sinistra in giallo e destra in rosso) e relativi grafici:

Tab. 37 – Profili scelti per il confronto tra sponde nelle sezioni di Rignano

SEZIONE	PROFILO	DESCRIZIONE
505 SX	1	Argine murato
	2	Gradone cementificato piana con lieve riporto di materiale sabbioso
	3	Scalino del gradone cementificato
	4	Argine sabbioso
	5	Ultima parte dell'argine
	6	Sponda del fiume
505 DX	1	Interno dell'argine pensile cementificato
	2	Letto naturale del fiume
	3	Argine ricoperto di vegetazione
	4	Altro scalino rimodellato
	5	Striscia pianeggiante tra scarpata e riva del fiume
	6	Sponda del fiume
499 SX	1	Argine rimodellato coperto di vegetazione
	2	Striscia ad artemisieto
	3	Striscia pianeggiante con forte presenza di sabbia di riporto
	4	Sponda del fiume
499 DX	1	Argine rimodellato
	2	Sponda del fiume
493 SX	1	Piano sulla sommità dell'argine
	2	Parte iniziale scarpata
	3	Orticeto attaccato alla riva
	4	Sponda del fiume
493 DX	1	Fascia a Artemisa
	2	Fascia a ortica sulla sponda a picco sul fiume
490 SX	1	Piano di terreno riportato in testa all'argine
	2	Scarpata con terra di riporto (argine)
	3	Ultima parte pianeggiante della scarpata
	4	Sponda sul fiume
490 DX	1	Fascia di canneto
	2	Frutteto abbandonato
	3	Artemiseto-Orticeto
	4	Orticeto
	5	Sponda sul fiume
485 SX	1	Fosso sopra l'argine
	2	Scarpata su fiume
	3	Sponda del fiume
485 DX	1	Pianura alluvionale ad uso parco
	2	Canneto
	3	Scarpata di erosione
	4	Sponda sul fiume

Grafico 26 – Indice di Shannon dei profili omogenei confrontati per sponda

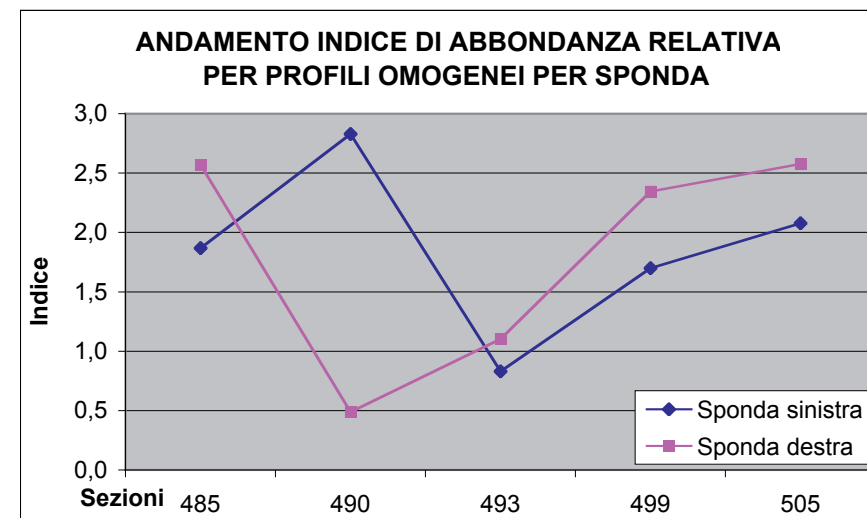
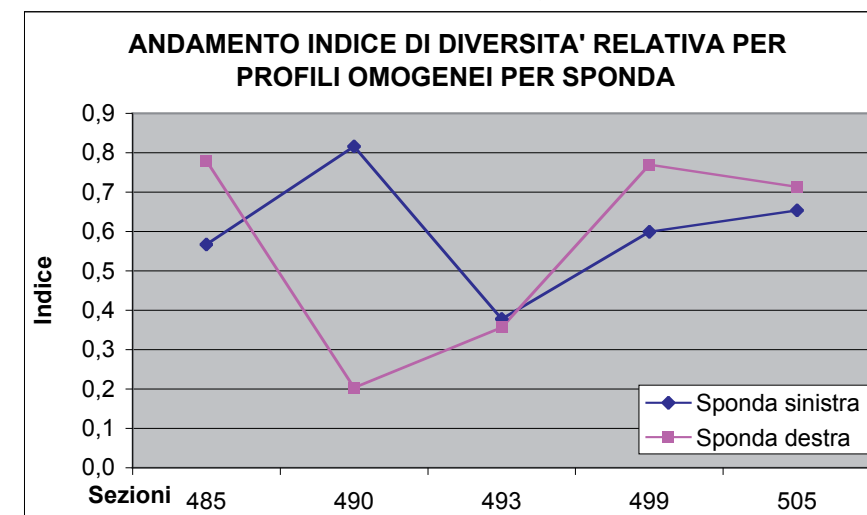


Grafico 27 – Indice di Pielou dei profili omogenei confrontati per sponda



Appare evidente dai grafici come la situazione dei due profili della sezione 490 (uno per sponda) siano fuorvianti rispetto agli altri valori e a quelli della sponda intera. Si tratta infatti di un orticeto in sponda destra e di una scarpata con terra di riporto colonizzata da vegetazione spontanea in sponda sinistra che differiscono molto tra loro (0,4881 contro 2,8292). La grande differenza di valori però non si riscontra nella sponda intera, i cui indici sono simili (2,5693 contro 3,1830).

Ad eccezione di ciò, i restanti valori dei "profili omogenei" rispecchiano apprezzabilmente gli indici generali, per sezione per sponda, evidenziando sempre escursioni maggiori, per le stesse motivazioni riportate per l'area campione del Valdarno.

Considerazioni sulla parametrizzazione dei dati dell'indagine floristica

La parametrizzazione effettuata propone un primo criterio di mappatura della Biodiversità delle due aree campione prescelte. Dai dati ottenuti è possibile estrapolare alcune considerazioni di carattere generale:

- La presenza dell'Arno, ovvero di un fiume di una certa importanza, condiziona ovviamente il territorio circostante, le differenze riscontrate tra le due sponde sembrano dovute più alla morfologia della sponda e alle influenze esterne, non ultimo l'uomo, che alla presenza diretta del fiume. I dati infatti mostrano solo piccole differenze, ad eccezione del caso del depuratore di Incisa che ha mutato completamente l'ambiente circostante con il muro in pietra di contenimento, ed è anche questa opera dell'uomo.
- Differenze tra sponde sono più accentuate nell'area del Valdarno che in quella di Lastra a Signa. Si nota infatti, nella prima area, una situazione lievemente migliore sulla sponda destra che sulla sinistra. La particolarità è data comunque dalla relativa omogeneità di valori, che non si discostano molto dalle medie. Alle Signe è quasi impossibile stabilire se una sponda sia migliore dell'altra, anche perché spesso i valori lungo la stessa riva si scostano notevolmente (tra l'area urbanizzata o degradata e quella più naturaliforme alla Gonfolina).
- L'esposizione solare non sembra influire sulla flora e nelle elaborazioni degli indici di ricchezza e equiripartizione. Il fatto che l'esposizione cambi spesso nel corso del fiume, non trattandosi del versante di una montagna, ma di aree quasi pianeggianti come l'argine di un fiume, non rende la variazione di temperatura e irraggiamento, un fattore tale da determinare differenze nella distribuzione della vegetazione.

8.5 – PARAMETRAZIONI AMBIENTALI IN USO IN AMBITO FLUVIALE

8.5.1 – IFF e IBE su macroaree

La valutazione dei parametri di naturalità afferenti ad un corso d'acqua non può trascurare i due indici ritenuti tra i più importanti per formulare un giudizio sulla qualità di un fiume e del suo ambiente; questi indicatori sono l'Indice di Funzionalità Fluviale (IFF) e l'Indice Biotico Esteso (IBE).

L'IFF è un indice che nasce dall'evoluzione di precedenti elaborazioni (RCE-I, RCE-II) la cui sintesi è stata pubblicata da ANPA che nel 1998 ha introdotto adattamenti al metodo, fino a assumere l'attuale configurazione. Questo indice ha la capacità di racchiudere tutti gli aspetti che attengono all'ambito fluviale, caratteristica che lo rende più accurato nei confronti dei precedenti indici che enfatizzavano solo alcuni elementi.

L'applicazione dell'IFF, che consiste in pratica nel compilare una scheda di rilievo sul campo, permette di individuare le criticità dei fiumi o di loro tratti per riquificarne l'ambiente oppure per valorizzarne tratti in buone condizioni.

Tale obiettivo viene conseguito attraverso la descrizione di parametri ecologici, morfologici e strutturali del corso d'acqua. L'analisi è realizzata per i tratti in cui è stato suddiviso il corso d'acqua rispondendo a quesiti sul territorio circostante e sulla vegetazione ripariale, sulla struttura e morfologia delle rive e

dell'alveo e sulle caratteristiche biologiche delle comunità macrobentoniche.

Al valore di IFF è correlata una scala di riferimento che ha un range da I (ottimo) a V (pessimo) per un totale di 9 livelli di giudizio di funzionalità.

L'IBE è un indice con il quale si determina la qualità biologica di un ambiente acquatico attraverso la valutazione delle comunità macrobentoniche presenti, è basato sulla sensibilità di questi organismi agli inquinanti, ovvero al loro comportamento quali specie bioindicatrici. La presenza di specie sensibili all'inquinamento rivela quindi una buona qualità delle acque e viceversa. Da qui la possibilità di estrapolarne un indice biotico, sulla base della quantità e della qualità delle specie rilevate.

Anche al valore di IBE è correlata una scala di riferimento che va da I (Ambiente non inquinato o non alterato) a V (Ambiente fortemente inquinato o alterato) per un totale di 5 livelli di qualità biologica.

Questi due importanti indicatori ambientali sono stati utilizzati in uno studio promosso dall'Autorità di Bacino del Fiume Arno del febbraio 2006 e condotto da Legambiente: - "Obiettivo Arno – I riflettori sul fiume – nel capitolo "Report delle analisi IFF e IBE".

Per le analisi sono stati scelti dei tratti di fiume che solo parzialmente coincidono con quelli del presente studio. La valutazione dell'IFF è stata condotta su 4 macrotratti lunghi alcuni chilometri mentre l'IBE è stato calcolato su 7 stazioni lungo tutto il corso del fiume.

Sono stati estrapolati i dati congrui con le aree di indagine del presente lavoro:

IFF

Macrotratto C

L'area campione del Valdarno ricade all'interno del Macrotratto C, che si estende sia a monte che a valle dell'area campione (A). L'indice è stato calcolato su 20 tratti omogenei all'interno del macrotratto, di cui i tratti C13, C12, C11 rientrano completamente nell'area campione, mentre C10 è lievemente esterno. In sostanza comunque le aree di rilievo sono confrontabili.

Dai risultati dello studio dell'IFF si evidenziano livelli di funzionalità che variano come da tabella:

Tab. 38 – Livelli di funzionalità fluviale secondo Legambiente nell'area campione di Valdarno

Livello di funzionalità	Tratto			
	C13	C12	C11	C10
Sponda sinistra	IV	III-IV	IV	IV-V
Sponda destra	III-IV	III	IV	IV

Dai dati osservati la funzionalità fluviale della zona è mediamente scadente, con alcune distinzioni tra le due sponde. La riva sinistra mostra valori peggiori e più disomogenei, rispetto alla destra, ad eccezione del tratto C11. Il tratto C10 ha valori diversi tra le sponde, ma livellati verso il basso fatto dovuto alla presenza dell'area urbanizzata di Rignano.

Nel tratto C12, corrispondente alle anse che il fiume compie in località Bruschetto, si trovano i migliori valori di vegetazione ripariale e territorio circostante di tutto il Macrotratto C.

Macrotratto B

L'area campione di Lastra a Signa ricade all'interno del Macrotratto B, che si estende anche a monte dell'area campione, mentre il confine a valle coincide con l'area campione. L'indice è stato calcolato su 9 tratti omogenei all'interno del macrotratto, fra questi il tratto B1 rientra completamente nell'area campione, mentre B2 termina a monte. Anche in questo caso comunque le aree di rilievo sono confrontabili.

Dai risultati dello studio dell'IFF si evidenziano livelli di funzionalità che variano come da tabella:

Tab. 39 – Livelli di funzionalità fluviale secondo Legambiente nell'area campione di Lastra a Signa

Livello di funzionalità	Tratto	
	B1	B2
Sponda sinistra	IV	IV-V
Sponda destra	III-IV	IV-V

Anche in questa area campione la funzionalità fluviale è mediamente scadente, e nella sponda destra i valori sono molto migliori. La differenza maggiore si rivela in senso longitudinale, in quanto il tratto B2 è peggiore dell'altro, e coincide in parte con l'urbanizzato di Signa-Lastra a Signa.

La sponda destra del tratto B1 ha per quanto riguarda le caratteristiche della vegetazione e del territorio circostante i migliori valori di tutto il Macrotratto B.

IBE

Le sette stazioni in cui è stato calcolato questo indice biotico non ricadono all'interno delle due aree campione. Solo la stazione 3 - Sant'Ellero - ricade poche centinaia di metri a valle dell'area di Valdarno, appena sopra Rignano e San Clemente.

I livelli di qualità biologica riscontrati in questa stazione, comunque esterna alle aree campione, sono molto bassi, pari a IV-V della scala (ambiente molto inquinato o molto alterato); di fatto sono stati rilevati solo i *taxa* tolleranti l'inquinamento.

9 - CONFRONTO DEGLI INDICATORI AMBIENTALI

G. Galli, M. Giunti, L. Puglisi, C. Ricceri, A. Trivisonno

In linea con i principi del protocollo ANPA sulla valutazione della Biodiversità, il quadro conoscitivo maturato dal presente progetto pilota, ha consentito l'attribuzione di giudizi riferiti ad alcune categorie di indici proposti dall'ETC/NC (European Topic Center on Nature Conservation) quali standard per la definizione della qualità dell'area indagata.

Come affermato in sede di premessa, l'approccio del lavoro propone una scala di dettaglio approfondita, fatto che richiede l'utilizzo di strumenti differenti da quelli proposti dal manuale ANPA che si applicano alla scala regionale; ciò nonostante la procedura di lavoro è riconducibile all'impostazione procedurale proposta dalla Agenzia per l'Ambiente.

Il giudizio finale di sintesi sulla Biodiversità delle fasce fluviale di Arno indagati consta di più voci che esprimono a livelli diversi le componenti ambientali che determinano la diversità di habitat e specie presenti nelle aree indagate.

Per far confluire tutte le informazioni ottenute attraverso la fotointerpretazione, i rilievi floristici, avifaunistici, la bibliografia ed esperienze dirette sul campo prodotte da altri enti, in unico sistema di valutazione da cui potesse scaturire **la legenda dell'Atlante**, è stato necessario ricondurre ad un unico comune denominatore tutti i descrittori numerici (valore avifaunistico, ricchezza specifica) e non (uso del suolo, valore del paesaggio).

Le due aree campione sono state a loro volta suddivise in "unità di paesaggio omogeneo", ovvero parti di territorio in cui è riconoscibile la stessa conformazione morfologica e di utilizzazione del suolo (urbanizzato, area agricola, area silvopastorale, etc).

Queste unità di paesaggio, individuate all'interno delle aree campione, rappresentano anche ambienti omogenei, per estensione degli "habitat" specifici, dove le interazioni della diversità biologica si compongono con la diversità del territorio, andando a completare, almeno per grandi voci, il mosaico delle componenti essenziali della Biodiversità. (Diversità α ; Diversità γ ; Diversità ϵ)

9.1 - METODOLOGIA

9.1.1 – Unità di paesaggio omogenee

All'interno delle due aree campione A del Valdarno e B delle Signe sono state individuate 5 sottounità di paesaggio che presentano connotazioni ambientali distinte. Queste unità territoriali sono state scelte come unità minime di paesaggio, in modo da rappresentare le tessere del mosaico dell'Atlante della Biodiversità.

AREA A

1. Tratto incassato a valle di Incisa (sezioni 763, 754, 750)
2. Pianura alluvionale coltivata - P. dell'Isola/Leccio (sezione 740)
3. Abitato di Rignano/S. Clemente (sezioni 735, 732)

AREA B

1. Area intensamente urbanizzata delle Signe (sezioni 505, 499)
2. Area periurbana ad Ovest delle Signe (493, 490, 485)

A differenza delle aree campione intere, lo studio di queste 5 unità è stato ristretto alla fascia di territorio compresa fino a 300 m dalle sponde del fiume. Questo accorgimento è stato utilizzato per dare maggiore importanza e significatività alla presenza dell'Arno e per includere nella sintesi finale soprattutto le zone più direttamente influenzate dall'Arno.

Unità di paesaggio omogenee

AREA A	
Tratto incassato a valle di Incisa Sezioni 763, 754, 750 Superficie: 1.011.230 mq	E' la prima parte dell'Area A da monte, compresa tra il ponte di Incisa e la confluenza con il torrente Burchio. E' l'area più naturaliforme; qui l'Arno scorre incassato in roccia viva tra le colline sviluppandosi in tre anse consecutive. Nella parte inferiore, vicina al torrente Burchio, inizia la pianura alluvionale caratteristica dell'altra unità, qui solo marginalmente compresa.
Pianura alluvionale coltivata Pian dell'Isola/Leccio Sezione 740 Superficie: 1.599.939 mq	E' la parte centrale dell'Area A, delimitata a Sud del torrente Burchio e a Nord dalla strada di accesso al deposito di inerti in Loc. Casenuove (Reggello). Qui è compreso un tratto d'Arno di pianura, perfettamente rettilineo, in una piana coltivata a seminativi in riva destra e occupato dal distretto industriale di Pian dell'Isola sull'altro lato.
Abitato di Rignano/San Clemente Sezioni: 735, 732 Superficie: 666.771 mq	Unità più a Nord del Valdarno, compresa tra strada di accesso al deposito di inerti in Loc. Casenuove e il ponte tra Rignano e San Clemente. E' un'area per metà ampiamente urbanizzata (abitato di Rignano, San Clemente e parte del distretto di Torre dell'Isola) e parte occupato da i resti delle attività estrattive di pianura, con depositi, larghi bacini d'acqua e alcune aree coltivate.
AREA B	
Area intensamente urbanizzata delle Signe Sezioni: 505, 499 Superficie: 862.655 mq	Unità tra il ponte tra le Signe ad Est e Loc. Casone ad Ovest. Area intensamente urbanizzata compresa tra Signa e Lastra a Signa, con alcune fasce di vegetazione riparia, spesso degradata, e coltivazioni orticole lungo la riva destra.
Area periurbana ad Ovest delle Signe Sezioni: 493, 490, 485 Superficie: 575.891 mq	Delimitata tra Loc. Casone e confluenza con fiume Ombrone ad ovest. Area in cui l'Arno crea un'ampia ansa scavata tra aree agroforestali e mediamente antropizzate. Vi si rilevano comunque alcuni tratti di vegetazione naturaliforme, soprattutto nell'ultimo tratto.

9.1.2 – Grafo di parametrizzazione ambientale

Il giudizio di sintesi sulla biodiversità degli ambienti studiati scaturisce dal confronto multicriterio delle varie componenti e parametri indagati.

Per valutare le risorse presenti vengono confrontati i seguenti indicatori:

1. Uso del suolo (naturalità del territorio)
2. Qualità ecologica
3. Qualità della vegetazione
4. Valore avifaunistico
5. Valore del paesaggio
6. Indice di Funzionalità Fluviale (dalla bibliografia)

Ripercorrendo queste sei voci si evince come siano stati presi in considerazione criteri riguardanti aspetti paesaggistici, territoriali, fitosociologici e faunistici, con l'intento di completare per quanto possibile il set di indicatori.

Alcuni di questi criteri inoltre derivano a loro volta da più voci rilevate sul territorio in fase di analisi ambientale:

1. **Uso del suolo (naturalità territoriale)**
2. **Qualità ecologica**
 - Maturità del soprassuolo
 - Copertura vegetale
3. **Qualità della vegetazione**
 - Ricchezza specifica
 - Indice di abbondanza relativa
 - Indice di diversità relativa
4. **Valore avifaunistico**
 - Ricchezza specifica
 - Rarità
5. **Valore del paesaggio**
 - Eterogeneità del paesaggio
 - Naturalità del corso
 - Fruibilità e accessibilità antropica
6. **Indice di Funzionalità Fluviale (da bibliografia)**

Ognuna delle voci sintetiche viene espressa in una scala da 1 a 5, dove il valore minore corrisponde al valore peggiore e viceversa. Allo stesso modo vengono rappresentate le valutazioni di ognuno dei sei parametri che compongono l'esito finale dell'Atlante.

Nella Fig 25 viene illustrato il grafo del sistema di parametrizzazione della Biodiversità adottato.