

Università degli Studi di Palermo
Facoltà di Scienze MM.FF.NN.

Corso di Laurea in Scienze Naturali

Aspetti naturalistici ed antropici della Piana di Gela

Foto F.Boatta



Tesi di Laurea di:
Fulvio Boatta

Relatore:
Maurizio Sarà

Anno Accademico 2006 – 2007

Università degli Studi di Palermo
Facoltà di Scienze MM.FF.NN.

Corso di Laurea in Scienze Naturali

Aspetti naturalistici ed antropici della Piana di Gela

Tesi di Laurea di:
Fulvio Boatta

Relatore:
Maurizio Sarà

Anno Accademico 2006 – 2007

***“L’uomo non proteggerà mai
qualcosa che ignora e che non
comprende completamente. (...)
La vostra responsabilità è
proporzionale alla vostra
conoscenza (...).”***

Jean Dorst

Indice

Capitolo I

Inquadramento dell'area.....pag. 1

Capitolo II

La Piana:area caratterizzata da profonde contraddizioni.....pag. 5

Capitolo III

La Ghiandaia marina:un indicatore di biodiversità.....pag. 43

Capitolo IV

Quali prospettive?.....pag. 57

Bibliografiapag. 77

Aspetti naturalistici ed antropici della Piana di Gela

Introduzione.

L'obiettivo principale della tesi è quello di evidenziare la valenza naturalistica di un complesso agroecosistema steppico-cerealicolo, come quello della Piana di Gela, sottolineandone vantaggi derivanti da una corretta gestione, che si traduce in una migliore qualità della vita degli abitanti del posto, accompagnata da utili economici per la comunità. Rimarcando, infine, i pericoli e le conseguenze di un'errata gestione delle risorse e del territorio, come rilevato da modelli predittivi, applicati in analoghi agroecosistemi spagnoli.

L'area presa in esame è soggetta a un forte sfruttamento delle risorse naturali, che comporta non solo il depauperamento delle stesse ma soprattutto fenomeni di inquinamento massivo, fonte di pericolo per la salute umana e non solo. È possibile, inoltre valutare la qualità dell'ecosistema osservando lo status di popolazione di specie sensibili, come ad esempio la Ghiandaia marina.

Ho voluto riportare alcuni esempi di gestione del territorio attuati in Spagna ed in Italia, calandoli nel contesto della Politica Agraria Comune, in modo da offrire un'alternativa ed un confronto con i correnti modelli di gestione del territorio usati a Gela.

*Il **I capitolo** è un inquadramento dell'area di studio, sotto il punto di vista, geologico, pedologico, geomorfologico e della geografia fisica.*

*Il **II capitolo** affronta la questione dei problemi ambientali causati da una cattiva gestione delle risorse, mi sono concentrato in particolar modo sul petrolchimico e sulla serricoltura intensiva, contrapponendo questi aspetti antropici della Piana agli*

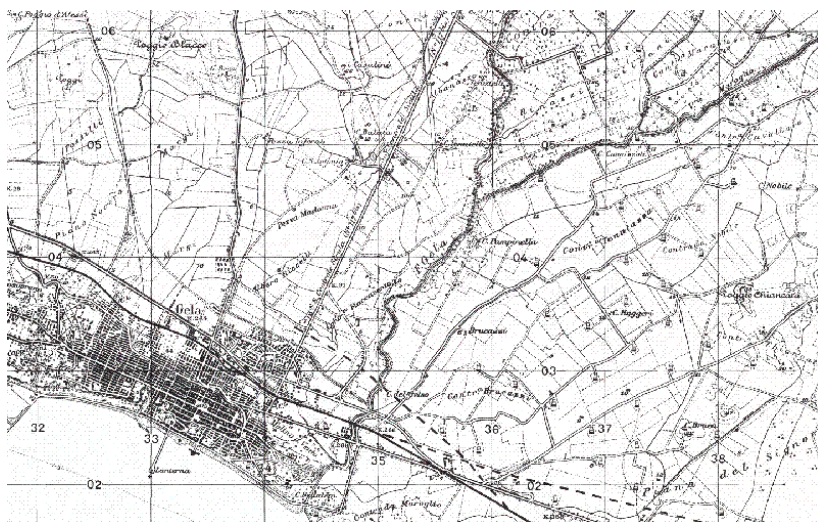
aspetti naturalistici, evidenziando il fatto che nonostante i problemi ambientali la Piana conserva ancora un buon grado di naturalézza.

*Il **capitolo III** parla della Ghiandaia marina, descrivendo vari aspetti zoologici, come la classificazione, la morfologia, la biologia riproduttiva, le caratteristiche etologiche, elencando le peculiarità che fanno di questo Coraciforme una specie sensibile ed un indicatore della biodiversità.*

*Il **IV capitolo** affronta il tema della tesi, proponendo possibili scenari futuri per la per la Piana di Gela in base a modelli applicati in altre aree geografiche, nel caso in cui non si dovesse invertire la “rotta” nell’attuale gestione politica e proponendo una serie di alternative a tale “strategia” di gestione delle risorse del territorio, risultate efficaci in altri luoghi dalle caratteristiche ed esigenze simili.*

CAPITOLO I – Inquadramento dell'area.

Inquadramento dell'area I.1.



La Piana di Gela è compresa nel foglio 272 II SE della carta 1:25.000 dell'IGM. Dal punto di vista della geografia fisica essa è caratterizzata da aree pianeggianti frapposte a piccoli rilievi collinari.

È uno dei settori più aridi del territorio siciliano, con una precipitazione media annua di 409 mm e temperatura media annua di 18,3°C, il clima è tipicamente xerotermico. Copre infine una superficie complessiva di circa 480 kmq dalla costa fino all'entroterra.

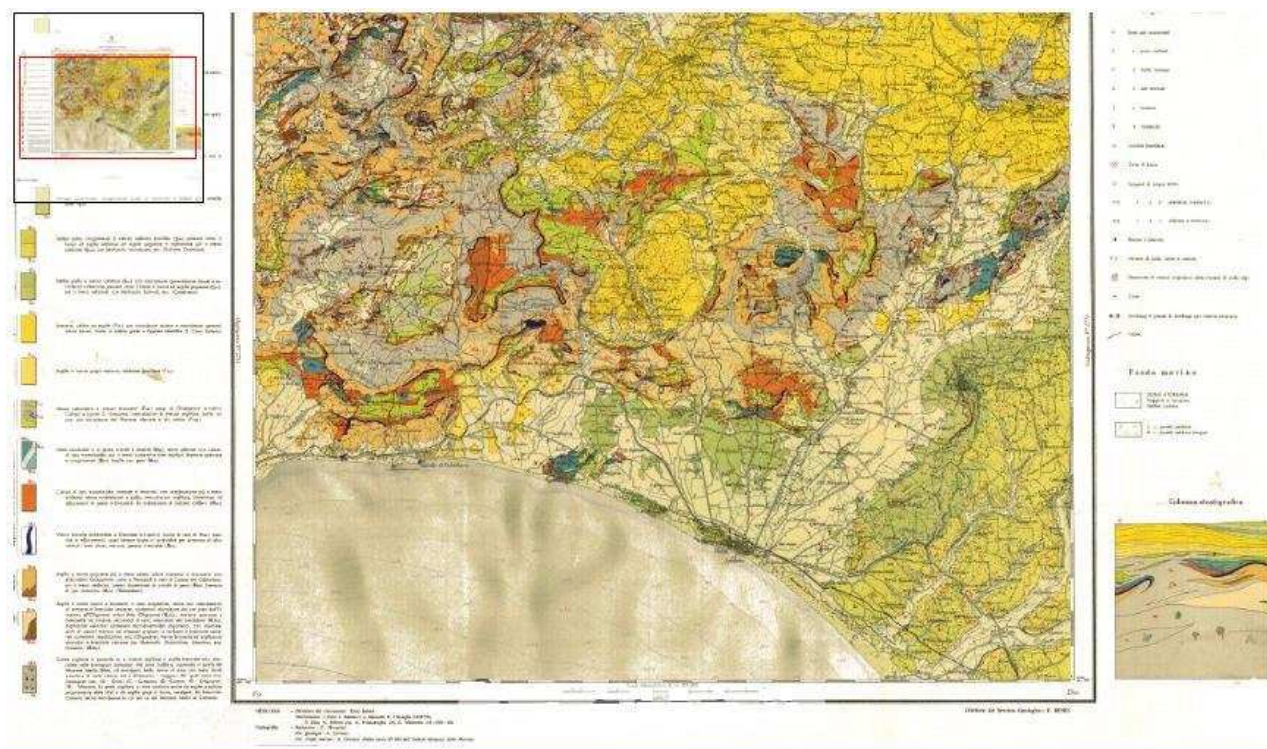
Per ciò che invece concerne la geomorfologia si può dire che sotto questo punto di vista la Piana di Gela può essere definita come una “pianura alluvionale costiera”, ossia il risultato della deposizione dei sedimenti fluviali durante il susseguirsi delle varie alluvioni nei precedenti periodi geologici. Le pianure alluvionali sono caratterizzate da basse pendenze, regolate da quella del fiume stesso, inoltre tutto lo spazio della pianura alluvionale in condizioni naturali può essere raggiunto dalle esondazioni fluviali in occasione delle maggiori piene.



La portata del fiume Maroglio (affluente del fiume Gela) ai nostri giorni è notevolmente diminuita, ed è iniziata di recente (dal punto di vista geologico) l'erosione del substrato da parte del

fiume stesso che ha portato alla formazione di meandri incastrati nella parte più prossima alla foce fluviale, la presenza dei meandri incastrati pone le condizioni ideali per l'instaurarsi di particolari microclimi umidi all'interno della Piana caratterizzata invece da un clima semiarido.

Da un punto di vista geologico, secondo la carta geologica d'Italia, su scala 1:100.000, foglio 272-Gela- del servizio geologico d'Italia, il territorio è tra i più recenti delle terre emerse siciliane, si è sedimentato circa 2 Ma nel mare pliocenico, quando la Piana di Gela e quella di Catania erano separate da un enorme golfo,



chiara testimonianza di ciò sono i numerosi fossili di molluschi (gasteropodi e bivalvi). La formazione geologica è costituita da argille grigie, calcari (sia pelagici che a globigerine, i Trubbi), gessi e marne (argilla mista a calcare).



Secondo la carta dei suoli di Sicilia (Dazzi, Fierotti, Raimondi 1989) su scala 1:250.000, le associazioni pedologiche prevalenti su tutta la Piana sono quattro, e sono segnate dai numeri: 18 (Vertic xerofluvents -USDA- si tratta di vertisuoli

bruni idromorfi), 17 (Vertic xerofluvents -USDA- sono vertisuoli bruni salino pietrosi), 16 (Typic xerorthens –USDA- si tratta di regosuoli leggermente lisciviati su calcareniti), 12 (Typic xerorthens –USDA- si tratta di regosuoli calanchivi su argille). La lisciviazione è l'allontanamento di materiabile solubile dal solum (parte di suolo sfruttato dalle piante).

I regosuoli sono suoli poco evoluti che si formano su roccia tenera (gessi e calcareniti) dalla tessitura sabbiosa ed il drenaggio rapido, tale suolo costituito essenzialmente da depositi arenitici è di età pleistocenica (1,5 Ma), che un tempo costituiva un complesso sistema dunale.

Mentre i vertisuoli sono tipici suoli alluvionali con alto spessore e ricchi in argille (circa il 50%).

La maggior parte dei suoli della Piana sono a reazione subalcalina, ossia ricchi di vari sali, come carbonato di calcio, potassio, fosforo e sodio, sono inoltre ricchi di sostanze azotate. Ciò perché tale suolo poggia su di un substrato gessoso, della serie gesso-solfifera del Messiniano (circa 7 Ma nel Miocene –da 25 a 5 Ma-) che rende alta la alcalinità del suolo stesso, infatti una delle manifestazioni più caratteristiche

dovuta alla presenza di sali e delle argille sono proprio i calanchi, presenti lungo le pareti dei circostanti rilievi collinari. Essi sono appunto tipiche forme di erosione delle argille plio-pleistoceniche e si presentano più frequentemente nei versanti esposti a sud.

La formazione di un calanco è presieduta dalla presenza delle argille e del sodio



Calanchi, foto F.Boatta

nell'acqua circolante.

Infatti il sodio è uno ione vicariante del calcio, può quindi facilmente sostituirsi nella struttura della argilla ad esso se presente ad alte concentrazioni, rompe i ponti ionici (formati dal calcio con le sue due cariche disponibili) destrutturando così micelle di argilla, il suolo perde quindi la sua tessitura e si dice che l'argilla floccula (ossia va in sospensione acquosa) venendo così dilavata dalle acque circolanti ed accentuando il fenomeno erosivo.

CAPITOLO II – La Piana: *un area caratterizzata da profonde contraddizioni*

Area caratterizzata da realtà contrastanti II.1.

Da sempre l'uomo si è insediato ed ha sviluppato le sue attività e civiltà in prossimità delle coste e dei corsi d'acqua, tanto che oggi le aree costiere della Sicilia appaiono pesantemente alterate dalle varie attività antropiche, come impianti industriali, agglomerati urbani e turistico-balneari, soprattutto la serricoltura e l'industria petrolchimica, hanno stravolto drasticamente l'assetto originario del territorio meridionale dell'isola.

L'area oggetto d'esame è caratterizzata tuttavia da realtà fortemente contraddittorie e contrastanti, perché se da una parte la Regione Siciliana e le comunità locali hanno scelto per il territorio un modello di sviluppo invasivo ed impattante come quello che prevede la costruzione di numerose infrastrutture da aggiungersi a quelle già esistenti, l'estrazione e la raffinazione di idrocarburi, incentivi per la conversione del modello di agricoltura tradizionale in modello irriguo-intensivo per il futuro prossimo; dall'altra parte questo modello di sviluppo andrebbe ad impattare su di un ecosistema nonostante tutto, ancora degno di tutela e considerazione, poiché caratterizzato dalla presenza di numerose specie sia animali che vegetali, di notevole pregio naturalistico.

Aspetti antropici (il petrolchimico) II.2.

L'estrazione e la raffinazione del petrolio, sono attività intrinsecamente impattanti nel territorio in cui esse vengono praticate, perché sono una delle maggiori cause di degradazione dell'ecosistema per una serie di ragioni a seguito analizzate.

Infatti tali attività provocano in maniera più o meno indiretta oltre i fenomeni di dissesto idrogeologico che sono un serio rischio da tenere in considerazione per un'area come quella considerata, anche fonte di differenti tipi di inquinamento, come

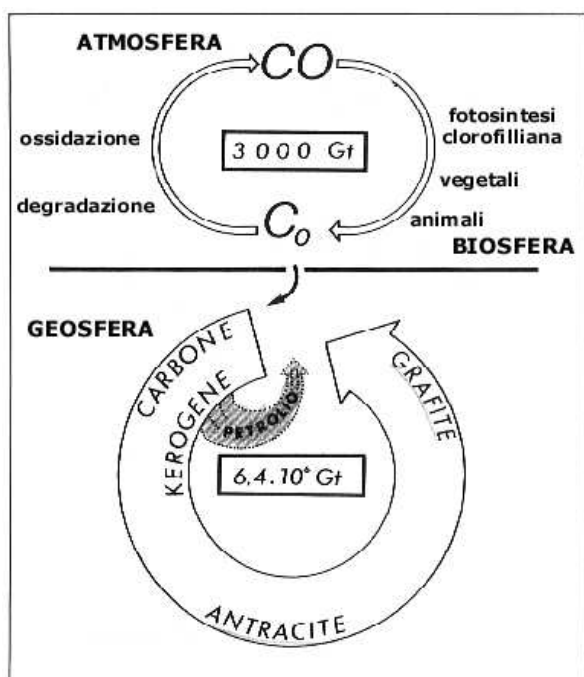
quello delle falde acquifere, delle coste, del suolo e dell'atmosfera ed infine inquinamento acustico. Considerando inoltre la costruzione di infrastrutture da asservire a queste attività, si incrementano i danni causati al paesaggio.

Per capire le ragioni che portano ai fenomeni di inquinamento dovuti alla raffinazione ed al trasporto di idrocarburi, è opportuno analizzare brevemente la composizione del petrolio che viene estratto, successivamente le fasi di raffinazione e quello che esse causano.

Il petrolio è un fluido oleoso più o meno denso, infiammabile, di colore variabile da giallastro a nero. Si trova sotto la superficie terrestre ed è la principale materia prima dell'industria petrolchimica. Tutti i tipi di petrolio sono costituiti principalmente da una miscela di idrocarburi (sostanze chimiche organiche, le cui molecole sono formate esclusivamente da atomi di carbonio e di idrogeno, variamente legati fra loro), anche se solitamente contengono zolfo in quantità variabile dallo 0,1% al 5%, - specie in zone geologiche caratterizzate dalla presenza di evaporati come il gesso-ossigeno e metalli pesanti come vanadio e mercurio.

Il petrolio trae origine dal ciclo del carbonio, come lo schema a fondo pagina, rappresenta. In tale schema é evidente che la

Elemento	Contenuto %
Carbonio (C)	83-87
Idrogeno (H)	9-14
Zolfo (S)	0,05-8
Ossigeno (O)	0,05-3
Azoto (N)	0,02-1,3



maggior parte di quest'elemento chimico viene stoccato per mezzo dei processi biogeochimici nel compartimento della geosfera, ma di questo solo circa il 0,01-0,1% presiede poi alla formazione degli idrocarburi, mentre quella minima parte che resta nella atmosfera, continua ad essere riciclato attraverso il biota; l'unità di misura Gt equivale a miliardi di tonnellate (Pieri, Petrolio Ed. Zanichelli).

La formazione del petrolio è un fenomeno che ha luogo in scale di tempo geologico, infatti circa il 60% del petrolio attuale si è formato nel periodo Cenozoico (da 65 Ma ad oggi), meno del 30% nel Mesozoico (da 245 Ma a 65 Ma) ed il restante nel Paleozoico (da 570 Ma a 245 Ma) e per gli studiosi di geochimica la formazione degli idrocarburi, rappresenta un modo per stoccare il carbonio organico in eccesso che si trova in atmosfera, all'interno delle rocce (Lovelock, 1988), ma in soli duecento anni circa dall'era industriale ad oggi, la maggior parte dell'anidride carbonica stoccata nella geosfera sotto forma di idrocarburi, è stata dalle attività antropiche che comportano la combustione di tali fonti di energia, estratta e rimessa nell'atmosfera. Gli squilibri che tale azione antropica porta sulla composizione dell'atmosfera, possono generare il così detto "caos climatico" che si traduce nella instabilità del clima e quindi dell'ecosfera (Gleick, 1987), a seguito del riscaldamento climatico dovuto all'effetto serra dell'anidride carbonica, come ormai noto a tutti.

Inoltre pur essendo la classe politica dirigente a conoscenza del fatto che tale fonte non rinnovabile di energia è sull'esaurirsi, che a seguito di ciò aumenterà il suo costo sia in termini economici che ambientali, e che inoltre esistono delle tecnologie alternative per produrre energia, non si assiste purtroppo ad una inversione di tendenza nel proporre modelli di sviluppo che non siano così invasivi e dannosi, altresì si è scelto di continuare ad investire in queste attività a scapito del miglioramento di quelle tecnologie alternative che non prevedano per la Sicilia l'uso della trivellazione petrolifera e della raffinazione. Infatti nel 2004 la Regione Siciliana ha concesso alla Panther Resources Corporation (magnate dell'industria petrolifera texana) la autorizzazione a svolgere indagini, volte alla ricerca di idrocarburi liquidi e gassosi in tutta la Val di Noto (patrimonio UNESCO), come anche denunciato da Ray Bondin commissario UNESCO: *"proprio quando la Sicilia sta cambiando, c'è chi pensa a modelli di sviluppo invasivi"*, mentre nel 2007 la Regione autorizza la suddetta compagnia a trivellare le aree individuate tramite le indagini.

Eppure Fino agli anni 50 Gela viveva di un'agricoltura che pur essendo di tipo tradizionale permetteva anche la sopravvivenza di numerose specie oggi non più presenti nella Piana. Ma una svolta decisiva nel 1956 porterà la Piana ad un radicale cambiamento voluto e sognato da molti, infatti tra i campi di cotone e di frumento l'Agip scoprì il giacimento petrolifero, e Mattei l'allora presidente del Ente Nazionale degli Idrocarburi (ENI) promosse la costruzione di un vasto polo petrolchimico, infatti la cultura dell'epoca teneva conto soltanto del mito del progresso e del boom economico trascurando gli aspetti ambientali, solo di recente considerati degni di attenzione.

Tale polo industriale ha oggi una estensione complessiva di 500 ettari ed è costituito in prevalenza da raffinerie e stabilimenti petrolchimici, è delimitato a Nord dalla SS 115 "Gela-Vittoria", ad Est da terreni agricoli coltivati a carciofi e vigneti, impianti serricoli per il pomodoro ecc., ad Ovest dal Fiume Gela ed in fine, a Sud dalla costa dove sono state costruite complesse infrastrutture per garantire l'attracco di navi petroliere e chimichiere.

La raffineria di Gela ha una capacità di raffinazione di sei milioni di tonnellate di greggio. Produce benzina, gasolio, GPL (Gas Petrolio Liquefatto) e petcoke (sottoprodotto della raffinazione petrolifera ad alto contenuto di zolfo e metalli pesanti), ma per farlo è alimentata da una centrale termoelettrica da 262 megawatt, che per produrre energia elettrica brucia il petcoke stesso (unica raffineria italiana ad usarlo perché altamente inquinante) con conseguente liberazione massiva di metalli pesanti in atmosfera e seppur vero che ad oggi l'impianto si è dotato di sistemi di abbattimento dei metalli pesanti, bisogna tenere conto dei precedenti 40 anni di inquinamento. Inoltre la raffineria utilizza una quantità pari a 20 milioni di metri cubi di acqua dolce al giorno; in un territorio dove la scarsità di tale risorsa impedisce agli abitanti del luogo di usufruire di questo bene primario tutti i giorni come in tutte le altre città dei paesi sviluppati, ciò perché dell'acqua dissalata che viene prodotta e che fuoriesce ad una temperatura pari a 30-35 °C, per gli abitanti di Gela ne restano solo 9 milioni di metri cubi, il resto va al petrolchimico.

Le fasi che caratterizzano la produzione di idrocarburi per l'industria energetica sono varie, quali l'estrazione petrolifera, il trasporto degli idrocarburi ed in fine la loro raffinazione, tutte fasi a seguito analizzate che comportano vari fenomeni di inquinamento.

- **L'estrazione petrolifera** si svolge attraverso vari stadi: il primo comprende gli studi geologici preliminari, successivamente il rilevamento geologico di superficie e l'esame fotogeologico a cui si uniscono le analisi chimico-fisiche e stratigrafiche dei campioni disponibili.

La prima fase, ossia i *rilievi geofisici* per l'individuazione di eventuali giacimenti (le trappole), viene realizzata con i metodi a riflessione e a rifrazione. Tali metodi vengono concretizzati prevalentemente con l'uso di esplosivo fatto detonare in pozzetti perforati nel terreno alla profondità di qualche metro, ma tale metodo non andrebbe utilizzato in zone che presentano rischi di natura geologica come frane e smottamenti.

Lo stadio successivo di studio è rappresentata dalla perforazione dei pozzi di prova che sono volti alla effettiva individuazione dei giacimenti e alla verifica delle potenzialità degli stessi. Una volta individuato il giacimento contenente il greggio si passa all'attività di *perforazione* vera e propria, che spesso comporta l'attraversamento di acquiferi sotterranei che potrebbero essere così contaminati. Ne consegue che spesso tali operazioni portano per forza di cose ad interessare con una perforazione di grosso diametro in tutti gli strati rocciosi fino alla profondità del giacimento, attraversando rocce acquifere e potendo, potenzialmente connettere fra loro acquiferi diversi per caratteristiche chimiche e fisiche.



L'estrazione petrolifera in profondità, comporta a lungo andare il verificarsi di fenomeni di subsidenza (abbassamento del suolo), che provoca la riduzione di spessore degli strati, ripercuotendosi verso l'alto con il manifestarsi superficialmente in un locale cedimento del

suolo. Tali fenomenologie che si esplicano in scale temporali decennali costituiscono un grave rischio idrogeologico per l'area interessata da queste attività. Ulteriori emissioni sono prodotte dalla fiaccola, dispositivo di sicurezza posto all'apice dell'impianto estrattivo. Inoltre secondo quanto afferma Lovelock (2006), durante la fase di estrazione di idrocarburi dal sotto suolo non va assolutamente



sottovalutata quella percentuale di gas metano che sfugge in atmosfera, infatti circa il 2-4 per cento di gas naturale ogni anno sfugge prima di essere bruciato, in accordo con i dati pubblicati nel 2004 dalla Society of Chemical Industry; avendo il metano un effetto serra 24 volte maggiore di quello dell'anidride carbonica, questo raggiunge così un picco pari a tre volte quello dato dal carbone, vanificando così gli effetti del Protocollo di Kyoto, quindi a livello globale il danno provocato da questa fase diviene ancora più grave.

I rischi ambientali nella fase estrattiva dipendono essenzialmente dalle caratteristiche del territorio, dal collegamento tra i pozzi ed il centro attraverso flow-lines di acciaio che vengono sovente interrate e dai rifiuti della centrale di raccolta.

In generale il rischio si calcola mediante il prodotto tra la probabilità che si verifichi l'evento (la contaminazione) per il danno che tale evento comporterebbe, calcolato come perdita economica e di vite umane; è consequenziale pensare che l'area di Gela sia ad alto rischio considerando soltanto la vicinanza di tali strutture con il centro abitato.

A riprova di quanto detto secondo l'inventario nazionale degli stabilimenti suscettibili di cause incidenti rilevanti, ai sensi dell' art. 15 comma 4, del D.L. 334/99, ed anche dell'inventario stabilimenti a rischi industriali nel territorio della Regione Siciliana, della protezione civile (Dipartimento Regionale, servizio rischi ambientali ed industriali) D.L. 334/99 e D.L. 238/05, a Gela i seguenti impianti con

soglia di rischio maggiore sono diversi, e tutti gestiti da queste cinque società per azioni:

- 1) POLIMERI EUROPA S.p.A., stabilimento chimico-petrolchimico,
- 2) SYNDIAL S.p.A., stabilimento chimico-petrolchimico,
- 3) ENI MED S.p.A., petrolchimico e deposito prodotti petroliferi,
- 4) ex AGIP PETROLI/AGIP GAS (oggi RAFFINERIA DI GELA spa), deposito di gas liquefatti,
- 5) GELA GAS S.p.A., deposito di gas liquefatti.

Poste queste premesse risulta subito evidente che l'attività di estrazione petrolifera è un'attività ad alto impatto ambientale e sociale.

- Anche **l'attività del cantiere** produce un'elevata mole di rifiuti che viene raccolta in appositi vasconi e bacini di lagunaggio impermeabilizzati. Il volume complessivo di questi rifiuti è valutabile nell'ordine di 6000-7000 metri cubi per pozzi di 4000 metri di profondità.

Una volta estratto il greggio viene separata la sua componente liquida da quella gassosa, successivamente si passa alla fase di disidratazione, l'acqua salata generata da questo processo, viene provvisoriamente stoccata in serbatoi, prima dello smaltimento che avviene con reiniezione nel sottosuolo o per vaporizzazione nei forni insieme agli altri gas provenienti dalla prima fase.

Il petrolio così estratto passa alle fasi successive della sua lavorazione, viene infatti immagazzinato in serbatoi di smistamento, da dove viene trasportato alle raffinerie dove verrà infine raffinato. Il trasporto può avvenire mediante tubazioni continue (oleodotti) oppure con navi opportunamente attrezzate (petroliere), ancora con speciali autoveicoli (autocisterne) e carri ferroviari (carri cisterna), anche questa fase come a seguito analizzato non è priva di rischi per l'inquinamento.

- Il **trasporto degli idrocarburi** è uno stadio che comporta fenomeni di inquinamento perché si verificano molto spesso contaminazioni da idrocarburi attraverso perdite dagli oleodotti nel suolo (che se non costantemente mantenuti, sviluppano colonie batteriche metilotrofe, i cui prodotti

catabolici sono acidi organici in grado di corrodere le tubazioni dell'oleodotto stesso, Perry e Stanley 2004), ancora non si devono sottovalutare le contaminazioni dovute ad i sinistri marittimi che coinvolgono le petroliere, che se pur rare sono sempre di grande entità.

- Una volta distribuito, il petrolio passa alla fase di **raffinazione**, che si realizza mediante il procedimento della *distillazione*, che viene svolta dapprima a bassa temperatura, il petrolio inizia infatti a vaporizzare ad una temperatura leggermente inferiore ai 100 °C, in modo che si separano per primi gli idrocarburi a più basso peso molecolare, poi aumentando gradatamente la temperatura si distillano quelli a più alto peso molecolare.

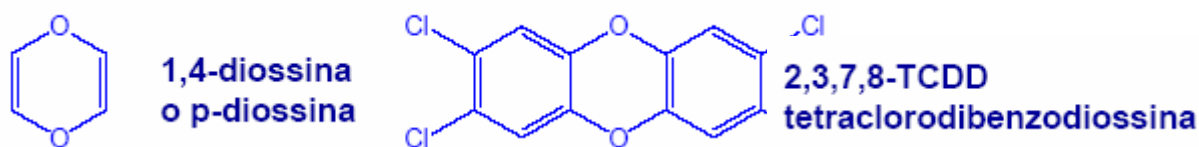
Tutto ciò comporta oltre al rilascio in atmosfera di inquinanti veicolati dai vapori di distillazione, anche un altro particolare tipo di inquinamento, detto "inquinamento termico". Infatti il calore trasferito dall'idrocarburo all'acqua attraverso le serpentine, viene poi riversato in mare dove provoca pericolosi cambiamenti microclimatici, responsabili dell'impoverimento e della banalizzazione delle biocenosi della costa.

Un'altra forma di inquinamento da aggiungere alle precedenti è quello acustico, il livello di rumore prodotto dalle strutture è in media intorno ai 110 decibel, valore riducibile per effetto di insonorizzazione a 60-65 decibel.

Ma tutte queste attività che oltre ad essere la causa di fenomeni di dissesto idrogeologico, sono maggiormente fonte di inquinamento (inteso come immissione di sostanze alloctone in un compartimento biogeochimico o alterazione composizionale dei naturali elementi di un compartimento biogeochimico ed alterazioni fisiche dello stesso), portano alla produzione ed alla immissione nell'ecosistema di vari tipi di inquinanti a seguito elencati, che interessano in modo differente i vari compartimenti biogeochimici:

- Tra gli *inquinanti atmosferici* prodotti dalla raffinazione del petrolio, che hanno maggiore impatto sul biota, vi sono:

Le **diossine** sono sostanze aromatiche liposolubili, dal grande potere embrio tossico, mutageno e cancerogeno.



La tossicità di questi composti genera anche malformazioni durante l'ontogenesi, atrofia dei testicoli e riduzione della vitalità degli spermatozoi, riduzione delle capacità di risposta immunitaria da parte dell'organismo sottoposto a contaminazione anche dieci anni dopo l'esposizione (Connet 2005), infine le diossine sembrerebbero capaci di attivare il retrovirus dell'HIV. Essendo liposolubili interferiscono con la guaina mielinica degli assoni del sistema nervoso dei vertebrati, provocando numerosi danni irreversibili, danneggiano inoltre organi come il fegato ed i reni. Gli unici vertebrati che possono liberarsi delle diossine sono i mammiferi femmine, cedendo tutte le loro diossine al feto. Ancora i **policlorobifenili** rappresentano un'altra fonte di inquinanti di tipo industriale, che presentano caratteristiche di tossicità analoghe a quelle delle diossine. I PCB, presentano una forte neurotossicità e teratogenicità (capacità di provocare alterazioni all'ontogenesi del feto). Questo tipo di inquinanti sono molto pericolosi per via della loro motilità biogeochimica che ne facilita l'ingresso nei sistemi biologici dove si accumulano a seguito di fenomeni di biomagnificazione.

Gli **IPA** (idrocarburi poliaromatici) che sono inquinanti cancerogeni derivanti da sversamenti di petrolio e dalla incompleta combustione di carbone e prodotti petroliferi, sono responsabili di intossicazioni ed infiammazioni alle vie respiratorie dell'uomo.

Ma le principali sostanze inquinanti immesse nell'atmosfera a seguito delle operazioni legate all'estrazione e raffinazione petrolifera, sono il **biossido di zolfo, ossidi di azoto, metano, ozono e monossido di carbonio.**



Il biossido di zolfo, può provocare serie intossicazioni; basti ricordare che nel Golfo Persico, nei primi decenni degli anni '60, morirono quasi 3000 persone intossicate a causa dell'esplosione di una piattaforma. Ricerche inglesi ed americane hanno scientificamente dimostrato che nell'uomo esiste uno stretto rapporto tra le concentrazioni di SO_x e di particolati nell'atmosfera (causa anche del fenomeno delle piogge acide) e l'insorgenza della bronchite cronica e dell'enfisema polmonare, con il raddoppio dell'indice di mortalità per malattie respiratorie; altre ricerche hanno evidenziato un nesso tra le concentrazioni dei prodotti di combustione del petrolio e del carbone degli impianti fissi e l'incidenza delle infezioni delle vie respiratorie.

I rischi sulla salute umana legati alle emissioni di azoto sono dovuti al fatto che esso crea irritazione agli occhi, lesioni alle vie respiratorie e attacchi asmatici nei soggetti più a rischio (bambini ed anziani).

E' da rilevare infine che attualmente manca una rete fissa di monitoraggio della qualità dell'aria intorno alle zone maggiormente interessate dall'attività estrattiva, come si evince dal rapporto regionale "L'ambiente in Basilicata 1999", in cui le uniche rilevazioni effettuate risultano quelle nell'area presso Grumento Nova da una stazione mobile detta PMIP, mentre mancano completamente i dati relativi alle emissioni in atmosfera in tutti gli altri siti italiani.

- Per quanto riguarda invece *l'inquinamento della falda acquifera*, secondo Foster (1987) il fattore di rischio che permette di quantizzare l'inquinamento alla quale

un acquifero è sottoposto, può essere valutato mediante lo studio di due di parametri, la **Vulnerabilità dell'acquifero** e la **Magnitudo**: il primo parametro dipende dalla distanza rispetto il centro di emissione degli inquinanti e dalla litologia delle rocce incassanti. La vulnerabilità rappresenta secondo Civita (1994) " *la suscettività specifica dei sistemi acquiferi nelle loro diverse parti componenti e nelle diverse configurazioni geometriche e idrodinamiche, ad ingerire e diffondere, anche mitigandone gli effetti, un inquinante fluido o idroveicolato tale da produrre impatto sulla qualità delle acque nello spazio e nel tempo* ".

La **magnitudo** dell'evento inquinante, è la massa di inquinanti emessa nell'unità di tempo, considerato anche secondo Civita (1994) come l'ampiezza dell'evento inquinante.

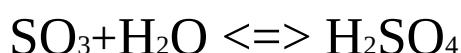
Tenendo conto sia delle precedenti definizioni che di quanto afferma Granata (2005) le acque di falda prossime al polo industriale di Gela risultano in un grave stato di contaminazione, dovuta alla presenza di idrocarburi, composti clorurati e metalli pesanti. Infatti le analisi mostrano che le acque presentano elevate concentrazioni di piombo (30 mg/l) ed altri metalli pesanti, presentano anche elevate concentrazioni di benzene (130 mg/l), toluene (18,8 mg/l) ed arsenico (450 mg/l) non rientrando nei limiti previsti dal DL 31/01 e superando di oltre dieci volte i limiti accettabili per le acque potabili. Infatti le strutture di raffinazione del petrolio sono costruite proprio su suoli sabbiosi a contatto con la falda acquifera, ed essendo tali suoli molto drenati, gli inquinanti passano dal suolo alla falda con molta facilità. Eppure per ciò che riguarda il monitoraggio delle falde come per l'atmosfera, attualmente non è stata realizzata una rete di controllo delle caratteristiche chimico-fisiche delle acque, mediante l'esecuzione di prelievi delle stesse, con analisi di dettaglio delle componenti chimiche presenti nelle falde.

Infine come sottolinea una citazione di Civita (1994):

" l'estrazione di petrolio e gas rappresenta un serio rischio per le acque sotterranee a causa delle tecniche stesse di ricerca e sviluppo e delle notevoli quantità di sostanze ad alto potenziale inquinante che vengono movimentate.

Tali sostanze includono oltre agli idrocarburi, le acque salate connesse ai giacimenti, i fanghi di perforazione, le acque immesse in profondità a scopo di migliorare il recupero del petrolio e/o di contrastare la subsidenza indotta per decompressione dei giacimenti (...). Quantità rilevanti di petrolio fuoriescono dai pozzi e si spargono sul terreno durante le fasi di impegno dei giacimenti e sistemazione dei boccafori. Quantità considerevoli di acque salate (...) hanno causato seri inquinamenti delle acque sotterranee (Aller, 1984). Essi, in genere attraversano più acquiferi e terminano nello strato utile del giacimento e, in caso di rivestimento insufficiente, o mal fatto o deteriorato, si trasformano in connettori".

- Oltre la contaminazione dell'atmosfera e delle acque è opportuno valutare anche i rischi di *contaminazione del suolo*, che derivano dalle prime due tipologie di inquinamento; tanto è vero che per effetto dell'inquinamento atmosferico dovuto alla presenza di SO_x, si verifica un abbassamento del ph del suolo, a seguito delle precipitazioni acidificate dalla reazione di idratazione degli ossidi di zolfo, in presenza di nuclei di condensazione (il particolato atmosferico e PM10):



Tale abbassamento del ph produce l'impoverimento di ampie superfici forestali e dei biotopi della zona per l'invecchiamento precoce delle specie vegetali, dovuto al fatto che lo zolfo compromette il funzionamento della clorofilla, inibendo la sintesi di carboidrati con la conseguente morte delle piante, inoltre promuove il rilascio dei metalli pesanti che divengono così biodisponibili, infine l'acidificazione del suolo e della rete fluviale influisce pesantemente anche sulla fauna.

Analogamente a quanto descritto per i sistemi forestali, tali fenomeni si verificano anche negli agroecosistemi, infatti esiste una stretta relazione tra inquinamento atmosferico e diminuzione della resa agricola.

Infine l'inquinamento da **metalli pesanti** è un argomento da considerare a parte perché questi interessano in egual misura, tutti i compartimenti biogeochimici ad ora considerati.

Con il termine “metalli pesanti”, vengono definiti tutti quegli elementi (piombo, cadmio, mercurio ecc.) la cui densità è superiore ad i 5 gr/cm³. Normalmente presenti in tracce nell'ecosistema, tali elementi sono praticamente indistruttibili e mostrano una spiccata tendenza al bioaccumulo una volta entrati nella biosfera. Inoltre la struttura e la tessitura del suolo (ossia il drenaggio) influenza la capacità di accumulo del metallo pesante nella pedosfera stessa, è stato infatti appurato che i suoli argillosi accumulano tre volte in più metalli pesanti rispetto quelli sabbiosi, dove però tali inquinanti vengono più facilmente rilasciati in falda (Granata 2005).

La motilità nel suolo argilloso di metalli pesanti come piombo e mercurio, è inoltre influenzata da altri fattori, come la formazione di composti metallo-organici ad opera batterica e l'adsorbimento dei metalli da parte delle argille, influenzata a sua volta dalla presenza di ioni calcio e il pH del suolo.

Molti metalli esercitano un'azione tossica sugli organismi, perché come afferma Stryer (1989) *“i principali danni arrecati alle cellule derivano, dal legame irreversibile fra i cationi metallici e gli enzimi o altre molecole organiche funzionali, che vengono così denaturate e rese afunzionali”*.

- Il **mercurio** in particolare interessa l'attività di estrazione e raffinazione del petrolio, esso causa avvelenamenti acuti o anche cronici come l'idrargirismo (colpisce il sistema nervoso danneggiandolo irreparabilmente), sia per ingestione che per inalazione, inoltre si accumula lungo i livelli della rete trofica in seguito alla biomagnificazione, risulta quindi ancora più tossico per i predatori superiori. Solitamente questo metallo è trattenuto nei suoli mediante organo-complessi scarsamente mobili, ma sfortunatamente viene metilato ad opera batterica, nella

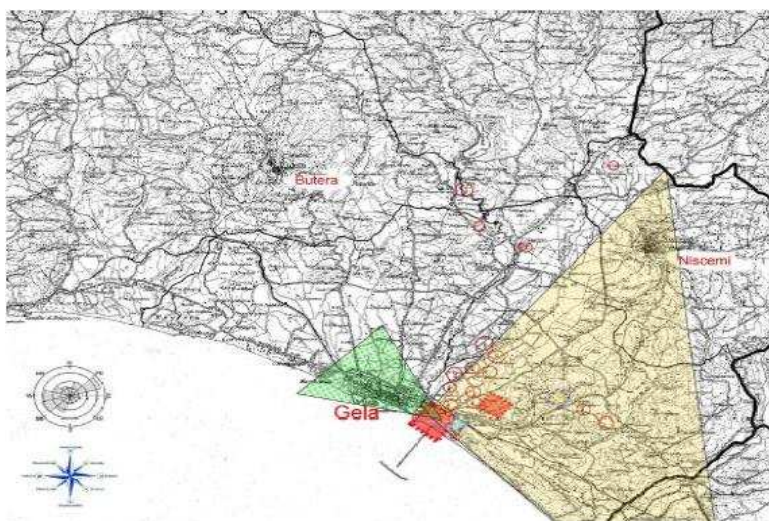
sua forma organica (dimetilmercurio) estremamente mobile e facilmente assorbibile dai viventi, perché diviene solubile in acqua (Streit & Stumm, 1993). L'accumulo di mercurio nelle piante terrestri, è direttamente proporzionale con la concentrazione dello stesso nel suolo, secondo quanto afferma Huckabee (1983) che ha monitorato i livelli del metallo nelle piante che vivevano in prossimità di una miniera di mercurio spagnola. Egli evidenzia come ad una distanza di mezzo chilometro dalla fonte di emissione del metallo pesante, la concentrazione del mercurio fosse superiore ad i 100 mg/kg di biomassa, mentre ad una distanza di 20 km, la concentrazione fosse di 0.20 mg/kg. Inoltre la vegetazione arborea accumula più metallo di quella erbacea in quanto più longeva. Con molta probabilità, analoghi risultati si potrebbero ottenere se lo studio venisse effettuato in un luogo dove la fonte del disturbo non è una miniera ma un'attività industriale. I rischi che le comunità vegetali corrono, evidenziati da tali studi sono che; nelle piante soggette ad inquinamento da metalli pesanti si registrano alterazioni dei ritmi circadiani (dovuti anche alla variazione della temperatura locale a seguito della attività industriale), che provocano ad esempio maturazioni precoci nelle culture, si registra inoltre un calo della produttività dovuto all'acidificazione delle piogge e del tasso di mutazione genetica che compromette la qualità delle successive generazioni.

Inoltre lo studio sulla tossicità del mercurio sulla fauna invertebrata, ha condotto invece ad i seguenti risultati; pare che il mercurio sia nella forma organica che in quella inorganica, non influenzi la mortalità delle specie studiate (Marigomez 1986) ma ancora i dati a disposizione in questo campo sono troppo pochi per giungere a delle conclusioni. In particolare lo studio di Marigomez è stato condotto principalmente su *Arion ater* una specie di mollusco polmonato, dove per 27 giorni è stata somministrata nella dieta del campione di individui preso in considerazione, una certa concentrazione di metallo pesante, gli esperimenti sono stati condotti a varie concentrazioni (da 0 a 1000 mg/kg); il tasso di mortalità ottenuto per tutte le prove era in media di tre individui ogni

ventiquattro. Ad ogni modo questo ha delle grosse implicazioni considerando la biomagnificazione, soprattutto su uccelli e mammiferi che si nutrono di invertebrati come ad esempio la ghiandaia marina, urge quindi uno studio condotto in modo esaustivo sugli effetti dell'inquinamento da metalli pesanti nelle reti trofiche della Piana di Gela.

Se si prende in considerazione lo studio sulla tossicità del mercurio nella classe degli uccelli, questo ha evidenziato che l'entità della contaminazione, varia a seconda della specie, ma in particolare pare che l'organo d'elezione maggiormente colpito sia il fegato (Boening 1999). Sempre secondo il medesimo studio le uova vengono contaminate in modo differente dalle varie forme del mercurio, in particolare il mercurio organico tende ad accumularsi nell'albume, mentre il mercurio inorganico tende a concentrarsi nel tuorlo. Così come il livello trofico degli uccelli piscivori presenta maggiori livelli di mercurio nei tessuti del fegato, rispetto gli uccelli non piscivori, lo stesso vale per gli uccelli predatori di altri uccelli e mammiferi (i predatori superiori), che sono quindi più a rischio di contaminazione.

- Infine per ciò che riguarda invece le concentrazioni di **piombo** altro metallo



pesante di origine antropica, gli studi effettuati da Granata (2005) mostrano che in un campione di pomodori provenienti dalla Piana di Gela, la concentrazione del metallo risulta essere

cento volte superiore rispetto al contenuto dello stesso metallo riscontrato nel campione di controllo. Sono stati ottenuti risultati simili campionando anche nei carciofeti.

Al fine di appurare che il contributo di piombo dato dal traffico veicolare, fosse minimo, per lo studio è stata scelta come area di raccolta di campioni controllo, Riesi (20 Km ad Ovest rispetto il polo industriale) perché si è ritenuto che tale area non fosse soggetta a ricaduta di materiali provenienti dal polo industriale tenendo conto dell'orografia e dei venti dominanti.

Effettivamente la concentrazione di piombo riscontrata nei carciofi di Riesi è risultata in media 56,10 ppb, contro i 153,63 ppb riscontrati invece nei campioni raccolti nell'area di ricaduta a Nord ad una distanza di 20 km, e contro una concentrazione riscontrata nei campioni raccolti a Nord Est ad una distanza di 20 km di 2400 ppb; valori certamente al disopra dei limiti imposti dal regolamento CEE 466/01 per i carciofi che pone un limite massimo di 100 ppb di piombo. Analoghi risultati sempre per il piombo ed altri metalli pesanti sono stati ottenuti analizzando prodotti caseari come ricotta e latte. Risulta quindi evidente che tali fenomeni di inquinamento colpiscono anche direttamente la qualità di vita dell'uomo.

Infine considerando in particolare gli effetti del piombo sugli uccelli, vari studi dimostrano che Il piombo interferisce in due step della catena biosintetica dell'emoglobina, da una parte è in grado di interferire con enzimi responsabili della sintesi della globine e dall'altra interferisce con la sintesi dell'eme: infatti inibisce l'enzima ALA-deidratasi che è un enzima zinco-dipendente, esso lega un atomo di zinco per subunità, ed è molto sensibile all'inibizione da piombo (Bernard e Lauwerys, 1987) perché esso interagisce sia con i gruppi sulfidrilici dell'enzima, sia sottraendo lo zinco dai siti di legame (Tsukamoto et al., 1979). La ALA-deidratasi degli eritrociti è probabilmente il più sensibile indicatore della esposizione al piombo. Infatti è stato mostrato che il livello di inibizione è correlato secondo una legge inversamente proporzionale con la concentrazione di piombo nel sangue. Il logaritmo dell'attività dell'ALA-deidratasi decresce linearmente quando la concentrazione del piombo nel sangue aumenta (De Matteise Lim, 1994).

Attualmente si sa anche che il piombo interferisce nel sistema di trasferimento del ferro. Il piombo sarebbe quindi responsabile di una carenza di ferro, similmente a quanto avviene nella anemia da ferro, ciò porterebbe in sintesi alla perdita di un intermedio della sintesi dell'eme (Labbe et al., 1987).

Sintetizzando è certamente possibile affermare che l'impatto delle attività di ricerca, estrazione e raffinazione petrolifera sulla flora, la fauna e sul comparto agricolo, è un elemento che deve essere considerato con attenzione, date le conseguenze che tali attività industriali comportano sia sulla salute dell'uomo sulle specie viventi. Per tanto la attuale situazione della Piana di Gela non gode assolutamente di un buono status di sicurezza; considerando infatti che il petrolchimico ENICHEM è posizionato non solo su un suolo non idoneo a questo tipo di attività, ma anche in una posizione orografica per la quale, con l'effetto dei venti dominanti, gli inquinanti prodotti si riversano su tutta la Piana retrostante. Quindi a seguito di un utile economico (dubbio perché gli abitanti di Gela continuano ad emigrare in altre città italiane) la comunità deve sostenere spese imponenti non solo in termini di vite umane, ma anche in termini economici. Basti tenere conto sia dei fondi stanziati dallo Stato Italiano secondo il "programma nazionale per le opere di bonifica e ripristino ambientale" legge num.426/98 (D.M. 10/01/2000 G.U. n. 44 del 23/02/2000) per una somma in euro pari a 19.935.236 nella sola Gela, sia delle spese sanitarie dovute alle malattie provocate dagli inquinanti prodotti a seguito di tali attività industriali e ancora nulla sappiamo delle spese economiche che la comunità dovrà sostenere per la bonifica dell'ambiente.

Nel 2004 partirono delle inchieste della Procura di Siracusa che portarono all'arresto dei 18 componenti ad i vertici dell'Enichem (società dell'ENI S.p.A.) con l'accusa di "associazione per delinquere finalizzata al traffico illecito di rifiuti pericolosi". Le indagini evidenziarono il grave fenomeno di inquinamento del tratto di costa sud orientale della Sicilia conseguente all'immissione in mare di rifiuti tossici tra i quali in gran parte mercurio, scaricato in quantità 20.000 volte al di sopra dei limiti consentiti dalla legge.

Ciò sembrerebbe essere stata la causa principale della nascita di centinaia di bambini malformati, nati nei paesi del comprensorio dei comuni dell'area industriale e inoltre pare anche, che tale inquinamento massivo sia stato la causa che ha portato all'incremento delle cause di morte per tumore che avrebbero raggiunto a Gela livelli superiori rispetto alla media nazionale.

Infatti studi effettuati in precedenza, nell'area di Gela dal 1992 al 2003 da Fabrizio Bianchi (epidemiologo del CNR) e da Sebastiano Bianca (genetista) evidenziano che a Gela la mortalità maschile per tumore al tratto gastro-intestinale, è superiore del 57% rispetto la media nazionale, mentre il tasso di mortalità femminile per lo stesso motivo, supera del 74% la media nazionale.

Lo stesso studio evidenzia un alto tasso di malformazioni nei bambini neonati, ossia su 13.060 bambini nati vivi, 520 (il 4%) rivelano malformazioni, si suppone che questa alta percentuale di mutazioni genetiche sia dovuto alla contaminazione da metalli pesanti e composti organoclorurati presenti nelle acque ad uso civico provenienti dalle falde idriche.

Inoltre precedentemente l'Ufficio di Igiene e Sanità dell'allora Usl di Gela, nell'ambito di un'indagine epidemiologica sulla mortalità per patologie cancerogene, ha ottenuto il seguente risultato: la mortalità per neoplasie nel triennio 1983/85 è pari al 17,8% mentre nel triennio 1993/95 è pari al 23,9%; il tumore al polmone rimane la prima causa di morte con percentuali del 28,2%, mentre il tumore al fegato supera di 4-5 volte la media nazionale.

Secondo in fine il rapporto dell'Organizzazione Mondiale della Sanità, nell'area del Comune di Gela si registrano tra le cause tumorali, eccessi significativi per il tumore allo stomaco e il tumore al colon retto e al fegato, mortalità che risulta per tutti i tumori superiore alle stime. L'Oms non si limita ad analizzare i dati, ma lancia anche un preciso allarme: *“si registra nell'intera area, un aumento di rischio di contrarre un tumore polmonare tra gli uomini per le generazioni più giovani (...) per l'accumularsi di effetti sulla salute legati ad esposizioni professionali nei decenni passati”*. Il rapporto dell'Oms conclude dicendo che *“non è da escludere che le*

esposizioni ambientali possano avere conseguenze sulla salute, soprattutto tra i residenti più prossimi allo stabilimento o sottovento”.

Infine secondo il "Piano di disinquinamento per il risanamento del territorio della Provincia di Caltanissetta - Sicilia Orientale" si evidenzia che i principali fenomeni di inquinamento dell'ambiente marino costiero nel golfo di Gela sono legati allo scarico delle acque di processo e di raffreddamento delle produzioni del polo industriale, alle attività portuali, al recapito in mare di reflui civili scarsamente o per nulla depurati, al recapito in mare delle acque di dilavamento dei terreni agricoli.

Per ciò che concerne invece la salute dei lavoratori, la sentenza di rinvio a giudizio dei dirigenti del polo petrolchimico di Ravenna (27/6/2000), per il fondato sospetto di avere incrementato i tumori e le leucemie ai dipendenti della struttura, può aiutare a mettere in guardia sui rischi connessi ad uno sfruttamento non controllato nel campo petrolchimico. A questa sentenza fa eco uno studio condotto da Hanis (genetista della Università del Texas) sulla mortalità per tumore in un'industria petrolchimica americana. I risultati dello studio condotto su oltre 15000 lavoratori, tra il 1964 ed il 1973, hanno evidenziato un forte aumento della mortalità per cancro in generale, ed un eccesso di morti per cancro all'esofago, allo stomaco ed ai polmoni tra i lavoratori più esposti.

Numerosi altri autori evidenziano come sia rilevante il numero di morti per cancro e leucemie in relazione a certe mansioni svolte nel settore petrolchimico (lube-oil, manutenzione, lavori di fatica), rispetto ad altre.

Aspetti antropici (La agricoltura intensiva) II.3.

Un altro tipo di impatto ambientale che non meno dell'industria petrolchimica influisce sull'ecosistema è la agricoltura irriguo intensiva; basti pensare che la Sicilia ospita 9.000 ha di serre, pari al 33% dell'intero territorio nazionale (27.000 ha) dopo di che seguono, Campania, Lazio e Veneto. La maggior parte delle serre vengono

impiegate per la ortocoltura protetta (7.000 ha) le restanti per la floricoltura protetta ed il vivaismo (Di Mauro 2005).

Secondo Di Mauro le caratteristiche delle coltivazioni in serra sono:

- 1) sfruttamento eccessivo delle potenzialità del suolo,
- 2) abbassamento della fertilità del suolo,
- 3) accumulo di sostanze tossiche,
- 4) insorgenza di ceppi resistenti agli antibiotici, di gruppi di microrganismi patogeni,
- 5) uso del bromuro di etile (ad oggi molto più limitato di qualche anno fa).

A fronte di tutto ciò gli obiettivi principali che spingono gli agricoltori a scegliere come sistema produttivo la serra sono:

- 1) sperimentazione e diffusione di nuovi prodotti,
- 2) migliorare i profitti, abbattendo i costi di produzione,
- 3) ampliamento del calendario di offerta,
- 4) aumento della produttività.

L'agroecosistema in generale è un ecosistema utilizzato a fini agricoli, risultante dalla sovrapposizione degli interventi antropici sull'ambiente. Ciascuna regione ha un insieme di agroecosistemi, espressione delle variazioni locali riguardanti il clima, il suolo, l'economia, la struttura sociale/organizzativa e la storia della regione stessa. Secondo La Malfa (2004) il territorio siciliano ospita vari tipi di agrosistemi, differenziati per la intensità e per la natura delle modificazioni impresse dall'intervento antropico sull'ecosistema.

Gli agrosistemi specializzati, sono caratterizzati da una estrema semplicità strutturale, accompagnata da un precario equilibrio biologico che raggiunge i massimi livelli nel caso della monocoltura; inoltre secondo Odum (1983) il “padre” della moderna ecologia *“gli agroecosistemi hanno una dipendenza energetica ed un impatto ambientale anche su regioni distanti (...) gli agroecosistemi differiscono dagli ecosistemi naturali o seminaturali attivati dal sole, come i laghi, le foreste ecc., per tre fondamentali aspetti: (1) l'energia sussidiaria che aumenta o sostituisce l'energia*

solare è controllata dall'uomo, e consiste di lavoro umano ed animale, fertilizzanti, pesticidi, irrigazione dell'acqua, carburanti per i macchinari ecc., (2) la diversità degli organismi è fortemente ridotta per massimizzare il raccolto di uno specifico tipo di cibo o altro prodotto; e (3) le piante e gli animali dominanti sono controllati dalla selezione artificiale più che dalla selezione naturale (...) come in tutti gli usi intensivi e specializzati della terra, ci sono costi e profitti che includono l'erosione del suolo, l'inquinamento da pesticidi, l'alto costo dei carburanti e l'accresciuta vulnerabilità a i cambiamenti climatici ed ai parassiti”.

Gli agroecosistemi specializzati più rappresentativi in Sicilia sono la viticoltura, la cerealicoltura, la ortofloricoltura di pien'aria (cioè all'aperto) e dalla ortofloricoltura in serra (detta anche intensiva). Escluse le coltivazioni in serra, se le altre (colture pien'aria) fossero alternate nel paesaggio, costruendo un insieme di tasselli di mosaico ambientale differenti, potrebbero ospitare tutta una serie di specie che gioverebbero della eterogeneità spaziale, la ragione quindi dell'impatto di queste colture è la scarsa eterogeneità, di cui giovano solo le specie opportuniste, come evidenziato da Odum. Ancora oggi a Gela diverse specie giovano infatti del mosaico ambientale creato dall'alternanza di varie coltivazioni come i carciofeti, seminativi a grano, incolto e pascolo.

Le ragioni che fanno dell'agricoltura intensiva in serra, un attività altamente impattante sull'ecosistema, sono da ricercare non solo nei metodi di costruzione e conduzione degli impianti serricoli ma anche nel fatto che questo tipo di agricoltura genera una scarsa eterogeneità nel paesaggio a cui consegue una pesante perdita di habitat per le specie interessate da tali ambienti, quest'ultima è infatti una delle cause principali del calo di specie registrato negli ultimi anni negli ecosistemi steppico cerealicoli.

Il primo passo che porta alla costruzione di una serra, implica l'utilizzo di biocidi che servono per **sterilizzare il suolo** su cui verrà costruita la struttura, questa prima fase è anche una delle più impattanti per l'ecosistema. Infatti l'impiego massivo di biocidi non solo non permette l'esistenza nella normale flora batterica e comunità

fungina, su cui si basa la parte finale della catena del detrito che porta alla totale



mineralizzazione della sostanza organica, ma anche non permette l'esistenza di specie caratteristiche della pedofauna, importanti anche per i livelli superiori della rete trofica, come gli uccelli insettivori, che vengono così colpiti in due modi; da una parte la scarsità di risorsa alimentare e la perdita di habitat a seguito del fatto che le

installazioni serricole non sono un habitat idoneo alle specie steppiche, dall'altra con i fenomeni di biomagnificazione e bioaccumulo dei biocidi.

Se poi si considerano le altre fasi della costruzione di una serra, come le **opere di sbancamento** del suolo in aree acclivi, si capisce come viene incrementato il degrado del paesaggio, poiché per facilitare la collocazione delle colture in zone protette, vengono provocati fenomeni di dissesto idrogeologico, infatti tali attività sono poco sostenute dal substrato che di per se è soggetto a forti eventi erosivi, come le formazioni calanchive presenti nei rilievi collinari evidenziano in modo palese, purtroppo il rischio di dissesto idrogeologico è un elemento che non viene mai preso in considerazione nella scelta di un'area per la costruzione di una serra. Se a quanto detto si aggiunga un'altra fase, cioè la **costruzione di strutture isolanti**, che cambiano le condizioni microclimatiche del suolo, non viene difficile intuire come la pedofauna interessata dall'area di costruzione venga totalmente distrutta. Infine ad incrementare il danno provocato dalla costruzione di tali strutture, sta il fatto che queste negli anni passati sono state costruite in aree di interesse naturalistico come i Macconi di Gela (sistemi retrodunali) sottraendo habitat a tutte quelle specie che vivevano in quel delicato ecosistema.

La pratica della serricoltura allora non permette la sopravvivenza della pedofauna e inoltre con l'impiego massivo di concimi, provoca importanti fenomeni di

inquinamento ed eutrofizzazione delle falde idriche circostanti, alterando sensibilmente anche il delicato ecosistema delle zone umide ad esse connesse.

Come intuibile il maggiore impatto di tali attività è dovuto all'impiego dei biocidi, che avendo il vantaggio di colpire velocemente le specie bersaglio e ridurre drasticamente le loro popolazioni con vantaggio per la coltivazione, hanno altresì numerosi svantaggi, quali:

- insorgenza di specie resistenti
- crescita di importanza di infestazioni secondarie
- effetti dannosi su specie non bersaglio (es. predatori naturali delle specie bersaglio e dei pronubi come le api).
- residui negli alimenti.

Le sostanze chimiche più usate nella lotta ad i parassiti sia animali che vegetali e fungini sono i così detti **pesticidi**, che sono sostanze chimiche di sintesi, volutamente immesse nell'ambiente per uccidere il biota; insetti dannosi per l'uomo, erbe infestanti, funghi, alghe ed altri microrganismi. La loro caratteristica principale è la elevata tossicità. All'interno di questa categoria di composti chimici, distinguiamo:

a) Gli **insetticidi** sono biocidi il cui bersaglio è la fauna invertebrata degli artropodi, essi sono composti di natura organica, ma spesso vengono sintetizzati a partire da composti inorganici come sali e metalli pesanti.

Tra gli insetticidi organici troviamo composti derivati dello zolfo, come polisolfuri di calcio e di bario, attivi contro gli stadi giovanili di molti gruppi di insetti, essi hanno inoltre azione fungicida.

Insetticidi derivati dall'arsenico, come gli arseniati di piombo, calcio e sodio, ma sono efficaci solo se ingeriti. Tuttavia questi composti contengono il piombo, metallo pesante che si accumula nella rete alimentare, tanto è vero che lo si può trovare nel miele prodotto dalle api, in aree dove sono stati utilizzati questi insetticidi. Quando questo metallo pesante si accumula nell'uomo è responsabile di malattie come il saturnismo.

- b) Gli **erbicidi**, sono nella maggior parte dei casi composti bipiridilici, possono agire sulle foglie in crescita o sulla divisione cellulare, ma vengono adsorbiti e trattenuti dai substrati argillosi, che risultano difficili da decontaminare se non con complessi e costosi metodi fisicochimici.

Un esempio di diserbante totale (usato per le linee ferroviarie) è il glyphosate, che è un organofosfato dalla tossicità non selettiva, colpisce anche i vertebrati.

Un particolare tipo di erbicida è quello che inibisce la fotosintesi, sono detti a base ureica, la loro alta solubilità in acqua è però causa di fenomeni di inquinamento e di eutrofizzazione (sono composti azotati) delle falde acquifere e delle zone umide ad esse connesse.

Ancora esistono particolari tipi di erbicidi che invece agiscono a livello della divisione cellulare, come i sulfoniluree, che se pur selettivi ed utilizzabili a bassissime concentrazioni, sono però molto persistenti nell'ambiente, dove si accumulano con il passare del tempo impedendo il potenziale sviluppo di qualsiasi forma di vita vegetale.

- c) I **fungicidi** combattono le infezioni fungine che interessano le piante coltivate, essi si distinguono in inorganici, metallorganici, organici sistemici e organici non sistemici.

I fungicidi inorganici sono generalmente composti del rame come ossido di rame (Cu_2O), mentre i metallorganici sono rappresentati da idrossido di calcio, solfato di rame, la cui tossicità deriva sempre dal rame che è capace di formare complessi che compromettono la normale funzionalità cellulare.

Fungicidi organici non sistemici (ad esempio i ditio-carbamati), agiscono per contatto e su molteplici siti d'azione, ciò limita la comparsa di fenomeni di resistenza. Fungicidi organici sistemici, sono rappresentati dai derivati del benzimidazolo, se pur efficaci hanno il difetto di indurre fenomeni di resistenza. Tutti questi composti possono se accumulati nel suolo provocare fenomeni di eutrofizzazione e contaminazione da metalli tossici ed idrocarburi aromatici.

d) I **farmaci**, sono sostanze chimiche di sintesi ad alta attività biologica essendo sviluppati per indurre specifici processi biochimici che portano alla morte delle forme viventi.

Un tipo particolare di farmaco sono i composti organoclorurati (OCL) a cui appartiene anche il DDT, il loro difetto è che sono sostanze molto persistenti, hanno scarsa solubilità in acqua essendo idrofobici, ma proprio per questo si accumulano nel pannicolo adiposo dei vertebrati che li ingeriscono e vengono mobilitati ed assorbiti da altri tessuti in situazione di stress fisico come ad esempio una migrazione stagionale nel caso degli uccelli migratori.

In seguito a fenomeni di biomagnificazione questi composti si sono rivelati altamente pericolosi per molte specie di uccello, infatti già nel 1962 Rachel Carson, ne denuncia la pericolosità nel suo libro "Silent Spring" descrivendo i processi di biomagnificazione.

Oggi il DDT viene usato solo nei paesi del terzo mondo perché è stato messo al bando dai paesi europei ed americani fin dai primi anni sessanta, tuttavia secondo Douthwaite (1991) è ancora causa di danni all'ecosistema, soprattutto per tutte quelle specie di avifauna migratoria, che viene contaminata durante il periodo di svernamento in Africa o in altri paesi dove viene ancora usato.

Così come altri insetticidi a base di idrocarburi contenenti cloro, se ingerito da un uccello interferisce nel processo di formazione del guscio cosicché le uova diventano estremamente fragili, rompendosi prima della schiusa. Per tanto quantità che risultano innocue per il singolo individuo sono invece letali per le popolazioni, specie se si tratta di predatori. Questo fenomeno ha colpito infatti le popolazioni di Falconiformi, poiché si nutrono anche di altri uccelli, compresi gli insettivori (gruppo trofico certamente interessato dalla contaminazione di DDT), e quelle di Pelecaniformi, che si nutrono invece di pesci, nel cui tessuto adiposo si riscontra un forte accumulo di tali sostanze insetticide cloridrate.

I residui del DDT infatti, riversandosi in mare dai corsi d'acqua, finiscono in sospensione nelle acque e vengono accumulati nel detrito, verranno poi assorbiti

dai detritivori (come molti molluschi) e quindi entreranno nella rete trofica del mare, fino ad i pesci di cui si nutrono gli uccelli.

Ed è per questo che molte sostanze che risultano innocue se viene considerata esclusivamente la concentrazione di rilascio, diventano poi estremamente pericolose in seguito ai processi di bioaccumulo. Per tali motivi i saggi di tossicità effettuati sugli organismi senza tenere conto dei processi che intervengono lungo le catene trofiche, forniscono solo informazioni parziali.



Se a quanto detto si considera che l'agricoltura intensiva implica la meccanizzazione e che "meccanizzare" significa utilizzare spazi più ampi, senza scomode divisioni tra loro come siepi (questi elementi lineari del paesaggio svolgono un

ruolo di corridoi di collegamento tra i residui nuclei di naturalità presenti), filari di alberi, fossi e piccoli laghetti con la conseguente perdita di habitat per gli animali che li abitano, e significa anche l'abbandono della rotazione delle colture con conseguente depauperamento dei microelementi del suolo. Inoltre che il "miglioramento delle colture" comprende come suddetto forti immissioni di fertilizzanti, l'utilizzo di varietà non autoctone che favoriscono l'insediamento di specie opportuniste: non è ragionevole pensare che tali attività economiche possano avere un impatto ambientale "sostenibile" dall'ecosistema, perché causando così un impoverimento ed una banalizzazione delle biocenosi destabilizzano l'ecosistema.

Un altro rischio che gli agroecosistemi tradizionali corrono, oltre l'intensificazione dell'agricoltura è l'abbandono del territorio, negativo perché comporta un rapido

cambiamento della struttura, favorendo così formazioni vegetali alte e fitte con la conseguente perdita degli habitat aperti e di quel mosaico ambientale mantenuto dall'uomo. Per questo oggi l'agricoltura di tipo tradizionale è vista come uno strumento per la protezione ambientale ed è quindi estremamente errato credere che la perdita del patrimonio di diversità biologica passa solo attraverso la distruzione degli habitat forestali o delle aree selvagge.

Quanto precedentemente riportato è una breve analisi degli impatti che i sistemi di agricoltura intensiva hanno sul territorio. Ad oggi però manca un'analisi contestuale e puntuale delle tipologie e delle quantità di biocidi usati nella Piana. Quello che è noto è che spesso i produttori di carciofi hanno preso l'abitudine di combattere con tutti i mezzi animali come le arvicole (*Microtus savii*), usando persino gas asfissianti ed esplosivi per distruggere le tane di questi mammiferi.

Nonostante tali mancanze di elementi conoscitivi sullo stato della Piana di Gela, quanto riportato nel paragrafo permette di ipotizzare che l'agricoltura oggi praticata, può avere pesanti ripercussioni sulla fauna presente e può anche produrre ed immettere nella rete trofica dell'ecosistema presunti inquinanti. Urge quindi anche sotto questo aspetto un dettagliato studio di impatto ambientale di tali attività su questo peculiare ecosistema.

Aspetti naturalistici della Piana di Gela II.4.

È bene distinguere lo sviluppo economico in senso stretto dallo sviluppo incontrollato e selvaggio. Dopo tutto la Piana di Gela è da lunghissimo tempo soggetta ad azione antropica, ma in passato a differenza della attuale situazione è anche stata un buon esempio di sviluppo rappresentato dall'agricoltura di tipo tradizionale. Questo tipo di attività umana nell'ambiente, ha



comunque portato come risultato alla possibile convivenza tra l'uomo con le sue attività e le altre specie sia animali che vegetali. Infatti tale habitat prende il nome di "pseudosteppa", luogo che ospita particolari specie di uccelli che non avrebbero altrimenti abitato questi ambienti. Ad esempio le rondini, specie esclusivamente insettivore, che cacciano in volo e possono quindi farlo solo in habitat aperti come le pseudosteppe, ancora il grillaio (*Falco naumanni*), la ghiandaia marina (*Coracias garrulus*) e tutte le altre specie steppiche di interesse europeo.

L'avifauna legata strettamente alla pseudosteppa, occupa in generale il livello trofico degli insettivori, quindi la sopravvivenza di questi animali è strettamente legata alla disponibilità di risorse alimentari, cioè gli insetti, le cui popolazioni sono per i motivi suvisti, condizionate dall'uso di fitofarmaci e biocidi, la conseguenza è che l'agricoltura di tipo tradizionale che normalmente fa un uso limitato di queste sostanze, permette l'integrità dell'intera rete alimentare.



Andando ad analizzare in dettaglio l'ecosistema della Piana, è possibile osservare particolari specie artropodi appartenenti all'ordine dei coleotteri, che essendo agevolati degli incendi periodici nel loro ciclo vitale, possono sopravvivere grazie all'agricoltura tradizionale che genera tale condizione; ad esempio il coleottero *Melanophila cuspidata* che solitamente preferisce infatti sostare e deporre le uova su piante bruciate e semicarbonizzate. Anche la pratica colturale dei carciofeti (oltre ad essere particolarmente redditizia) ha permesso l'instaurarsi di antiche simbiosi tra varie specie di coleotteri e le asteraceae. Infatti quest'ordine di insetti è qui ben rappresentato da molte famiglie, come quella dei carabidi specie attere notturne e predatrici, come *Carabus morbillosus alternans* sottospecie endemica siciliana. Ancora i cetonidae che vivono sui fiori dei cardi e dei carciofi e comprendono varie specie, in particolare *Ceratonía aurata sicula* sottospecie endemica siciliana. I pachypoididae, famiglia che comprende la specie endemica siciliana *Pachypus*

caesus, caratterizzati da maschi alati e femmine attere che conducono una vita sotterranea. I buprestidi; famiglia che comprende splendide specie dai vivaci colori metallici, come *Sphenoptera rauca* legata ad i fiori di cardo. Infine i curculionidi caratteristici coleotteri che posseggono un rostro più o meno sviluppato a seconda della specie, il cui rappresentante nella Piana è *Lixus cardui* anch'esso in simbiosi con le numerose specie di cardo.



Insieme al precedente ordine di insetti, anche l'ordine degli ortotteri, costituito da insetti tipici della pseudosteppa, è qui ben rappresentato, si tratta di animali fitofagi che hanno anche evoluto un apparato ambulacrale saltatorio; che come i primi essendo preda d'elezione di molte specie di uccelli (ad esempio il grillaio da cui infatti prende il nome), hanno sicuramente un ruolo ecologico molto importante perché sono una imponente risorsa alimentare per l'avifauna locale.

A riprova di quanto detto la Piana è abitata da molti ordini di uccelli, alcuni dei quali;



i podicipediformi (svasso maggiore, tuffetto), i ciconiformi (tarabusino, garzetta, airone cenerino, cicogna bianca), falconiformi (grillaio, gheppio), caradriformi (occhione), cuculiformi (cuculo e cuculo dal ciuffo), strigiformi (barbagianni, assiolo, civetta), apodiformi (rondone) ed in fine i coraciformi

(martin pescatore, gruccione, ghiandaia marina ed upupa).

Tuttavia ad oggi non si conoscono ricerche che risalgono alla seconda metà del 1900 e sono inoltre pochissime le pubblicazioni che parlano di avifauna locale.

Esistono pubblicazioni di numerosi autori, riguardanti la Piana, che elencano anche specie ad oggi non presenti, come ad esempio Taranto Rosso (1844) che elenca 72 specie, tra cui il francolino (*Francolinus francolinus*), la quaglia tridattila (*Turnix*

sylvatica), la gallina prataiola (*Tetrax tetrax*), ma non da indicazioni fenologiche. Ancora Libertini (1857) cita 31 specie, Grasso (1944) elenca 239 specie di uccelli, tra cui la gallina prataiola ed il gufo reale (*Bubo bubo*) ma anche lui non da ulteriori notizie. Tutte queste specie si sono estinte insieme al pollo sultano (*Porphyrio porphyrio*) recentemente reintrodotta nel bivio di Gela con successo dalla LIPU.

Solo negli ultimi decenni (dagli anni 80 ad oggi) sono state condotte ricerche in merito, mediante una serie di censimenti e monitoraggi sulla distribuzione e la biologia riproduttiva di alcune specie tra le quali, gruccione (*Merops apiaster*) la cui nidificazione è stata accertata nel 1977, poiana (*Buteo buteo*) ed upupa (*Upupa epops*) (Mascara 1985, 1993, 1994 e 1995). Queste ricerche hanno evidenziato la presenza di 93 specie, di cui 61 Passeriformi e 46 delle 93, nidificanti nella Piana.



I censimenti condotti nell'area dal Dipartimento di Zoogeografia ed Ecologia animale dell'Università di Palermo, LIPU di Gela, il Fondo Siciliano per la Natura (2006), hanno portato ad i seguenti risultati per alcune specie vulnerabili di interesse europeo:

Coppie grillaio	233-278
Coppie occhione	150-180
Coppie pernice di mare	50-60
Coppie ghiandaia marina	30-40
Coppie cicogna bianca	13
Coppie calandra	localizzata

Oggi si sa che, delle 500 specie dell'ornitofauna italiana (Brichetti & Massa 1998) e delle 363 specie siciliane (Iapichino & Massa 1989) sono state osservate ben 121 specie nella sola Piana di Gela. Di queste sono 36 le specie sedentarie ed almeno il 36% sono non Passeriformi, 24 sono invece le specie estive-nidificanti di queste almeno il 42% sono non Passeriformi, le specie svernanti sono invece 37 di cui il

43% sono anche non Passeriformi, le specie migratrici sono 78 delle quali il 44% non Passeriformi, parecchie delle specie nidificanti inoltre, sono rare ed inserite anche nelle liste SPEC, come ad esempio la ghiandaia marina, la calandra, lo strillozzo ecc. Infine si ha nella Piana la regolare nidificazione dell'occhione (*Burhinus oedicnemus*) e della pernice di mare (*Glareola pratincola*) anche se negli ultimi tempi si registra un calo di coppie per quest'ultima, essi nidificano sui pendii collinari e pianori delle valli, in zone agrarie arate.

È da osservare inoltre che la Piana è un importante corridoio di passaggio per le migrazioni, ossia è per gli anatidi un “bottle-neck” o “leading line”, cioè una zona situata lungo la direzione preferita di transito delle specie in migrazione, grazie alla sua posizione geografica, infatti confina a nord con la Piana di Catania e separa i Monti Iblei dai Monti Erei, formando l'unico corridoio che attraversa l'entroterra siciliano. Il golfo fa da imbuto favorendo l'attraversamento della Sicilia per l'avifauna acquatica proveniente dal nord Africa, specie nel periodo primaverile: solo tra Febbraio e Aprile, gli anatidi che arrivano mediamente sul golfo sono circa 45.000 individui.

In ultima analisi bisogna considerare che su 514 specie di uccelli che frequentano regolarmente il territorio europeo, 278 sono considerate specie la cui conservazione desta preoccupazione e di queste ben 195 hanno uno stato decisamente sfavorevole, il 60 % di queste non vive in habitat remoti o selvaggi ma frequenta proprio gli habitat agricoli come la Piana di Gela per i svariati motivi suvisti.

Anche se negli ultimi tempi la tendenza è quella di considerare che l'unica alternativa possibile di sviluppo per il territorio è rappresentata dalle attività più impattanti per l'ecosistema, oggi è ancora possibile riconoscere l'assetto primario della vegetazione nella Piana, che mostra significative variazioni in relazione ai fattori ecologici quali tipo di substrato, esposizione, spessore del suolo ecc.; esempi di comunità vegetali ancora oggi presenti nella Piana sono, secondo uno studio condotto da Minissale & Sciandrello (2005) in un area definita “Piano Stella” compresa tra il Biviere di Gela e la Sughereta di Niscemi:

- o **Pistacio-Quercetum ilicis** (Brullo & Marcenò 1985) comunità in cui si rivengono differenti associazioni vegetali, come ad esempio i limitati lembi di boschi a *Quercus ilex* associati a specie come, *Q. calliprinos*, *Pistacia lentiscus*, *Teucrium fruticans*, *Chamaerops humilis* ecc. questa associazione ha spiccate esigenze termo-xerofile e tende ad insediarsi lungo i versanti esposti a nord.
- o **Stipo bromoidis-Quercetum suberis** (Barbagallo 1983) caratterizzata dalla presenza di specie come *Quercus suber*, *Phillyrea latifolia*, *Rubia peregrina*, *Smilax aspera*, *Cistus creticus*, *Vicia villosa* ecc. è una comunità edafica perché presente solo su superfici dal substrato sabbioso.
- o **Oleo-Euphobietum dendroidis** (Trjnaistic 1974) la cui specie dominante è l'*Euphorbia dendroides*, accompagnata da *Olea europea* var. *sylvestris*, *Pistacia lentiscus*, *Teucrium fruticans*, *Chamaerops humilis*, *Asparagus acutifolius* ecc. questo tipo di comunità tende a sostituire la lecceta negli aspetti di degradazione nei versanti più acclivi con affioramenti calcarenitici.
- o **Junipero-Quercetum calliprini** (Bartolo, Brullo & Marcenò 1982) essa rappresenta la vegetazione forestale più matura dei substrati sabbiosi, caratterizzata da specie tipicamente sclerofille e termofile, come *Quercus calliprinos*, *Q. ilex*, *Phillyrea latifolia*, *Q. suber*, *Ampelodesmos mauritanicus* ecc.. è una peculiare associazione vegetale psammofila, quindi legata ad i complessi dunali.
- o **Vulpio-cutandietum divaricatae** (Brullo e Scelsi 1998) caratterizzata da alcune specie come *Erodium laciniatum*, *Vulpia membranacea*, *Brassica tournefortii*, *Lotus alophilus*, ecc. associazione vegetale tipica di aspetti di abbandono e degradazione del suolo sabbioso.



- o **Sileno-Lobularietum libycae** (Brullo & Marcenò 1985) tipica vegetazione nitrofila, sinantropica ed infestante che accompagna vigneti e seminativi a leguminose, su substrato sabbioso, rappresentata da specie come *Lobularia libyca*, *Fumaria parviflora*, *Euphorbia elioscopia*, *Chrysanthemum coronarium* ecc..

Sotto il punto di vista ecologico è inoltre possibile suddividere schematicamente l'area costiera della Piana di Gela in due ambiti ecologici:

- o **Ambito dunale** che comprende le *dune mobili embrionali*, la cui espressione di vegetazione è caratterizzata da una comunità pauciflora, composta da terofite pioniere a ciclo effimero. Tale ambito comprende anche le *dune mobili del cordone litorale* con presenza di *Ammophila arenaria*.
- o **Ambito retrodunale ed ambienti umidi** caratterizzata dalla tipica vegetazione pioniera a *Salicornia* (e altre specie annuali delle zone fangose e sabbiose) che riguarda il settore nord occidentale dell'area SIC, definito "Piana del Signore".

In questo ambito è presente una depressione abbastanza ampia, con una sottile falda superficiale che tende ad emergere fra le quote di 9m e 10m s.l.m., che in inverno tende ad impaludarsi anche per il ristagno delle acque meteoriche.

La diversa origine delle acque di alimentazione determina in questi particolari ambienti umidi concentrazioni di salinità diverse ed all'interno delle stesse depressioni oscillazioni di tipo stagionale. La maggior parte di questi ambienti umidi salmastri, nella tarda primavera si dissecca, in concomitanza con la ripresa vegetativa delle comunità alofitiche. Si tratta di un ambiente molto peculiare e difficilmente rinvenibile in altre parti della Sicilia come dimostra la presenza puntiforme di specie relitte come l'ortottero *Heteracris adspersa*.

Particolari habitat appartenenti al medesimo ambito sono i *pascoli inondati* mediterranei che occupano piccole superfici, in stazioni umide e leggermente saline poste ai margini del Biviere e nelle pozze sparse sul territorio, la cui alleanza vegetale più rappresentativa è *Juncetalia maritimi*.

Inoltre nelle dune con prati nell'ambiente retrodunale sabbioso, va rilevata la presenza di una interessante comunità vegetale, caratterizzata da *Muscari gussonei*, rara endemica della Sicilia meridionale, esclusiva del tratto dell'isola compreso tra Gela e Scoglitti.

Altri habitat appartenenti al medesimo ambito sono le *Dune costiere* con *Juniperus spp.* presenti lungo il litorale sabbioso dove in ambiente retrodunale si rinviene la presenza sporadica di specie legnose, *Juniperus oxycedrus subsp. macrocarpa* ed *Ephedra fragilis*.

Ancora le *Gallerie e forteti ripari meridionali* in prossimità dell'alveo dei principali torrenti e della sponda settentrionale del Biviere, sono colonizzati da fitte comunità igrofile fisionomizzati dalla presenza di *Tamarix spp.*

Infine sono presenti anche i *Percorsi substeppici di graminacee e piante annue* dei Thero-Brachypodietea, si tratta di aspetti prativi, dominati da terofite, dinamicamente legati agli aspetti di macchia costiera. In questo contesto è possibile trovare anche *Ophrys lunulata*, un orchidacea endemica della Sicilia molto rara, considerata come specie di interesse comunitario e prioritaria.

É inoltre opportuno evidenziare che, la vegetazione naturale del luogo ha un valore economico in quanto significativo elemento della locale biodiversità del paesaggio

originario, divenuto ormai estremamente raro lungo tutta la costa meridionale della Sicilia, può inoltre rappresentare un elemento guida e fonte di germoplasma, per eventuali futuri interventi di rinaturalizzazione in aree degradate appartenenti allo stesso comprensorio.

Ma il valore sia economico che

naturalistico della Piana di Gela, è certamente incrementato dalla presenza di zone umide che sono fonte di riparo e risorse alimentari per moltissime specie di avifauna



acquatica. Alla luce di quanto detto diviene quindi necessario tutelare questa ricchezza “nascosta” del territorio; tale tutela potrebbe essere facilitata dalla presenza del SIC (Sito di Interesse Comunitario) “Biviere e Macconi di Gela” ITA050001, che è anche una ZPS (Zona a Protezione Speciale) per ciò che riguarda l’ornitofauna, e del SIC “Sughereta di Niscemi” ITA050007. Inoltre tutta la Piana di Gela è una delle IBA (Important Bird Area) italiane individuate dalla Lipu/Bird life. Le IBA giocano un ruolo fondamentale per la conservazione dell’avifauna nell’Unione Europea, infatti tali aree rappresentano il primo passo che deve essere effettuato per individuare quelle aree di interesse comunitario previste dalla Rete Natura 2000 (Direttiva Uccelli e Direttiva Habitat). Di fatto l’UE considera infine le IBA come sistema di riferimento scientifico per valutare se gli stati membri hanno fatto il loro dovere nel designare le ZPS e anche per verificare se riescono a garantire la conservazione dell’avifauna.

Negli anni scorsi l’esigenza di individuare rapidamente i SIC ha portato a causa della mancanza di elementi conoscitivi di dettaglio, alla delimitazione delle suddette aree trascurando zone ad elevato pregio naturalistico prossime ad i SIC stessi, senza tenere conto delle trasformazioni territoriali già in atto in esse (ad es. complessi residenziali, infrastrutture ecc.) quando invece dovrebbe essere garantito un corridoio ecologico tra il Biviere di Gela e la Sughereta di Niscemi al fine di assicurare un migliore grado di connettività e quindi salute dei suddetti ecosistemi.

Anche se la Piana di Gela è un’IBA importante anche come area di sosta per i migratori in quanto è un “bottle-neck”, l’IBA 166 “Biviere e Piana di Gela” è oggi coperta solo per il 10% dalla ZPS Biviere e Macconi di Gela che sale al 12,6% con l’inclusione del SIC ITA050011- Torre Manfreda (La Torre, 2007).

La salvaguardia del SIC Biviere di Gela, che certamente si concretizza nella designazione a ZPS della intera IBA (tutta la Piana di Gela) ad esso adiacente, è necessaria non solo per l’avifauna locale e per i migratori, ma è anche necessaria in quanto essendo una zona umida svolge, svariate funzioni ecologiche responsabili della qualità ambientale.

Mentre in passato le zone umide erano considerate luoghi malsani, perché habitat idonei ad insetti ditteri come le zanzare portatrici della malaria e ciò in Europa ha portato, alla distruzione di due terzi delle zone umide da parte di devastanti opere di bonifica. Da tempo invece si è rivalutata l'importanza del mantenimento di tali zone che comprendono una molteplicità di ambienti, e si tende quindi a proteggerle. Secondo la definizione data dalla convenzione di Ramsar (2 Febbraio 1971) per la protezione e la conservazione di queste zone, esse sono: *“aree palustri, acquitrinose, torbose o comunque specchi d'acqua, naturali o artificiali, permanenti o temporanei, lenticci o lotici, con acqua salmastra o salata, compresi tratti di mare la cui profondità non supera i sei metri con la bassa marea”*.

Le zone umide sono da sempre state luoghi d'elezione per l'insediamento umano, perché la loro presenza presiede una enorme ricchezza specifica, quindi di risorse alimentari (pesce, selvaggina, vegetazione, acqua per la coltivazione e l'allevamento ecc.) sfruttate infatti dalle antiche popolazioni.

Ma c'è di più, infatti da un punto di vista ecologico la presenza di una zona umida è di grande valore come suddetto per ciò che riguarda la qualità ambientale, la funzione di una zona umida si estrinseca in una serie di fenomeni (Bentivogli & Boschi 1994):

- 5) ricarica della falda acquifera,
- 6) scarico della falda acquifera,
- 7) controllo delle piene,
- 8) controllo dell'attività erosiva della costa,
- 9) produzione di biomassa,
- 10) stabilizzazione del microclima.

Quanto detto esplica il perché una zona umida abbia questa importanza economica per la collettività e quindi quanto sia necessaria la sua conservazione. L'Italia è infatti fra gli 80 paesi firmatari della convenzione di Ramsar, e conta 47 zone umide per un'area complessiva di 70.000 ha (0.2% del territorio italiano), in Sicilia oltre l'oasi faunistica di Vendicari un'altra zona umida compresa nella convenzione, è appunto il Biviere di Gela, che si trova a circa 8 km a SE del centro abitato.

Inoltre proprio per tutti i motivi suddetti, il Biviere di Gela è stato oggetto di attenzione anche da parte della Regione Siciliana con il Decreto num.585 del 1997, che ha istituito la Riserva Naturale Orientata Biviere di Gela affidandola in gestione alla LIPU (Lega Italiana Protezione Uccelli).

Infine c'è da considerare che una zona umida è importante anche per un altro motivo, cioè ospita una particolare fauna vertebrata costituita da varie specie di anfibi i cui rappresentati nella Piana sono: la raganella italiana (*Hyla intermedia*), rospo comune (*Bufo bufo*), rospo smeraldino (*B. viridis*) e probabilmente il discoglossa (*Discoglossus pictus*).



Inoltre è anche presente il sinklepton costituito da due specie di rane verdi, la rana di Berger (*Rana bergeri*) e la rana di Uzzel (*R. hispanica*) curioso caso di ibridogenesi emiclonale, esso infatti è un ibrido nato da due specie, *R. ridibunda* assente nell'isola e *R. bergeri*.

Considerando che la crisi che vivono gli anfibi è dovuta a svariati motivi, uno di questi che inoltre ha causato anche numerosi danni ambientali, è la cementificazione dei corsi d'acqua e la dismissione dei canali in terra. Infatti tali interventi sul territorio modificano i biotopi in modo tale da renderli non più idonei alla sopravvivenza di molte specie. Un altro motivo è la scomparsa dei pozzi e delle gebbie in relazione all'abbandono delle pratiche colturali tradizionali. Inoltre si aggiunga a quanto detto che, le popolazioni vengono decimate anche per il largo impiego di fitofarmaci necessario alle coltivazioni intensive ed il massivo inquinamento immesso nell'ecosistema da attività industriali; a sua volta causa delle piogge acide, che abbassando il pH delle zone umide abbatte la natalità ed aumenta il tasso di mortalità delle fasi larvali di queste specie.

Potenzialmente la perdita di anuri metterebbe in crisi un'intera comunità perché essi rappresentano, da una parte, sia nello stadio larvale che in quello adulto, prede di

varie specie di uccelli e di altri animali, dall'altra sono predatori di insetti molti dei quali considerati nocivi per l'uomo.

Quanto detto in ultima analisi, conferma che il mantenimento di un tipo di agricoltura tradizionale, può contribuire significativamente al mantenimento della biodiversità della Piana e quindi anche della qualità ambientale. Ma per monitorare la biodiversità, è possibile utilizzare specie di animali, particolarmente sensibili la cui presenza o assenza è indice di buona o scarsa qualità dell'ambiente oggetto di studio. Per la Piana di Gela si può affermare che ancora l'ambiente conserva come già detto un certo grado di naturalézza, confermata infatti dalla cospicua presenza di una specie in particolare, che oltre ad essere una specie di interesse europeo è anche un indicatore di biodiversità: la Ghiandaia marina.

CAPITOLO III - La ghiandaia marina: *un indicatore di biodiversità.*

Perché la ghiandaia marina? III.1

Tra tutte le specie di interesse europeo indicate nel capito precedente, ho scelto per questo studio la ghiandaia marina, in quanto da vari ricercatori in altri habitat pseudosteppici è stata considerata per le sue intrinseche caratteristiche una specie sensibile alla qualità ambientale.

La ghiandaia marina appartiene al genere *Coracias*, che comprende tre specie: *C.garrulus* (ghiandaia marina), *C.benghalensis* (ghiandaia marina indiana) e *C.caudata* (ghiandaia marina pettolilla).



Sistematica III.2.

Ordine: Coraciiformi (Coraciiformes)

Famiglia: Coracidi (Coraciidae)

E' una specie politipica con due sottospecie, la sottospecie italiana: *Coracias garrulus garrulus* (Linnaeus, 1758) e la sottospecie mediorientale: *C.g.semenowi*.

Descrizione III.3.



È un uccello di media taglia dalla vistosa colorazione del piumaggio: toni azzurri su testa, mantello, dorso, groppone e sottocoda. Petto, fianchi ed addome marrone chiaro, mentre sono neri l'iride, il becco (robusto e leggermente ricurvo di 38 mm) ed il bordo delle

remiganti primarie. La coda è forcata con parte centrale nera lunga 120 mm, le ali sono lunghe 194 mm, con le copritrici di colore blu cobalto, il tarso è lungo in media 23 mm. Ha una apertura alare di 65 cm e pesa circa 140 gr. Sessi simili.

Fenologia III.4.

È una specie migratrice, estiva e nidificante, tutte le popolazioni vanno a svernare nell'Africa tropicale, la migrazione primaverile inizia in Marzo ed Aprile, in un primo momento arriveranno i maschi che prendono possesso dei territori, dopo li raggiungeranno le femmine, e si formeranno le coppie, la migrazione primaverile si

conclude in Giugno, mentre la migrazione autunnale si compie tra metà Settembre e fine Ottobre.

Habitat III.5.

Predilige zone ad alta eterogeneità spaziale, che quindi siano composte da varie tessere di ecosistemi, ma è indispensabile la presenza di piccole pareti rocciose anche di pochi metri, di ruderi e pareti provviste di cavità dove può deporre le uova, per tanto le zone agricole che praticano la agricoltura tradizionale risultano habitat idonei alla ghiandaia marina, infatti in esse sono presenti ruderi e steppe, che offrono riparo e cibo.



In particolare in Sicilia frequenta preferibilmente zone collinari ed aride (la pseudo steppa), gli ambienti rocciosi, i calanchi argillosi delle province di Agrigento, Enna e Caltanissetta (Mascara 1987) o boscaglia termofila come querceti, pinete, tamericeti ed alberi sparsi (come ad esempio oliveti e mandorleti) in valli fluviali pianeggianti o con leggeri declivi collinari non superiori a 150 m di altezza.

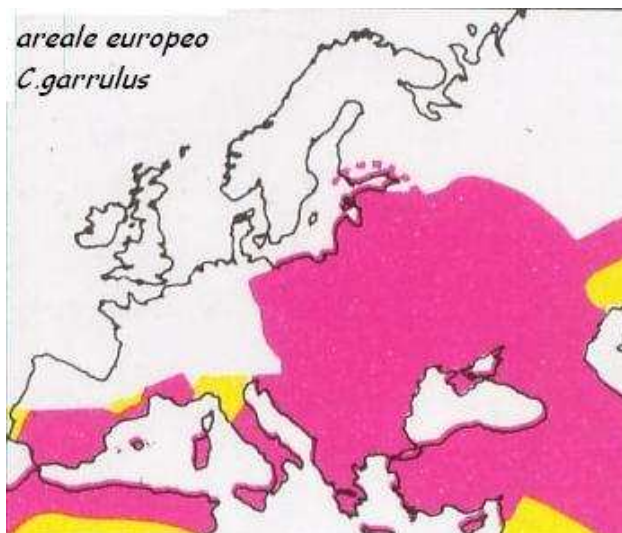
Corologia, Status e Distribuzione III.6.



La corologia riguarda l'attuale distribuzione geografica di una specie, per cui ogni categoria rappresenta un particolare "modello" di distribuzione, confrontabile con altri del medesimo tipo.

La sottospecie nominale ha una distribuzione euroturano mediterranea, quindi nidifica dal Marocco al sud-Europa, inoltre l'areale di distribuzione comprende anche l'Asia minore dall'Iran fino alla Russia, se pur in passato era diffusa in tutta Europa.

Negli ultimi decenni in Europa centrale e settentrionale, a causa della perdita di habitat ed anche al prelievo diretto da parte dell'uomo, si è assistito ad una scomparsa della popolazione nidificante ivi presente. La popolazione è diminuita del 25% nell'arco di tempo compreso tra il 1990 ed il 2000, tanto che oggi in Europa la specie ha uno status di



conservazione sfavorevole SPEC 2 (liste SPEC infatti raccolgono specie il cui stato di conservazione degli uccelli selvatici nidificanti in Europa è critico; prendono in considerazione una serie di criteri, raggruppando le specie in due livelli. Il livello 1 indica una specie globalmente minacciata, il livello 2 indica uno stato di conservazione sfavorevole ossia che la specie è in declino) è anche specie in declino secondo la dir. CEE 409; è inclusa nella Dir. Uccelli 79/409/CEE, è anche considerata in appendice III della convenzione di Bonn, in allegato II della convenzione di Berna ed è protetta dalla legge n.157/92.

Secondo inoltre i dati raccolti dalla IUCN la Ghiandaia marina presentava fino al 2004 uno status LC (Least Concern: minima preoccupazione) mentre dal 2005 viene considerata NT (Near Threatened: prossima alla minaccia) le ragioni di questo cambiamento sono definite quando dopo dieci anni dall'ultimo censimento, la specie evidenzia un decremento significativo della popolazione o della taglia media o ancora manifesta una contrazione di areale dovuta ad una perdita di habitat.

Secondo infine la Lista Rossa dei Vertebrati (Bulgarini 1998) tale specie viene classificata con status: RARA, considerata EN (in pericolo).

L'altra sottospecie *C. garrulus semenowi* nidifica invece dall'Iraq sino al Turkmenistan, Khazakistan e nord ovest della Cina.

Entrambe le sottospecie svernano in Africa, ma in aree differenti, infatti *C. g. garrulus* sverna dal Senegal al Cameroon mentre *C. garrulus semenowi* trascorre i mesi invernali dall'Etiopia al Congo ed in Sud Africa.

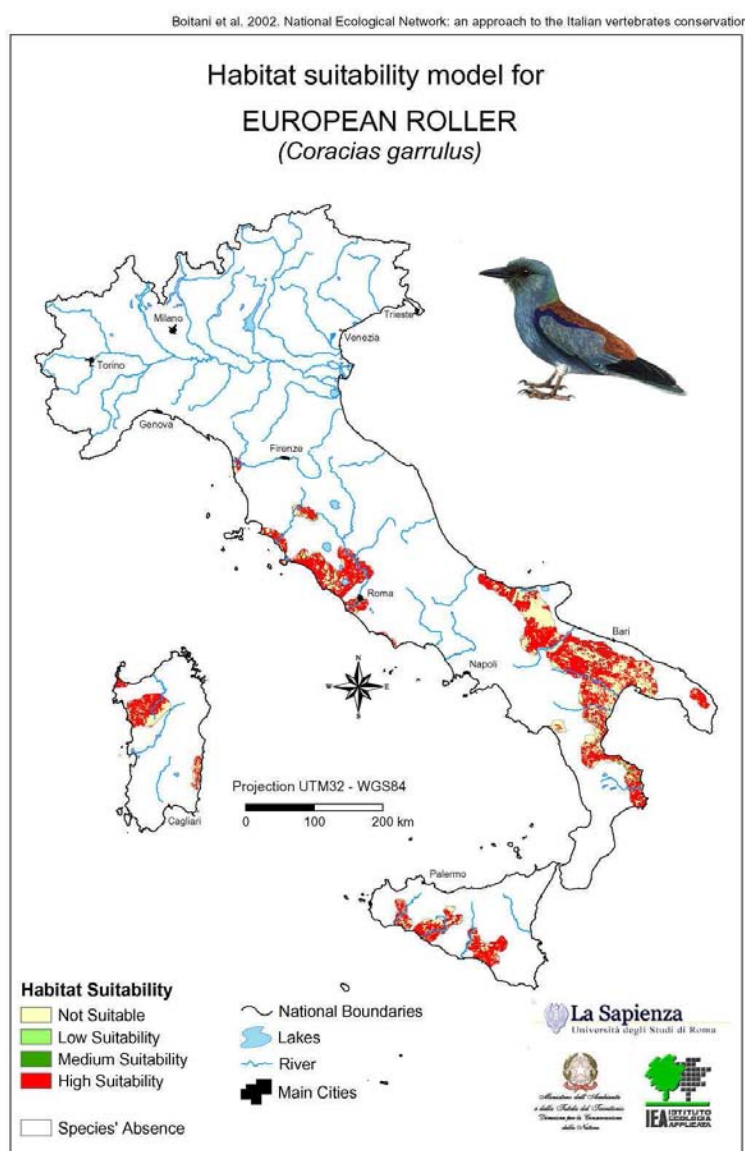
In totale l'Europa ospita circa il 50-70% della popolazione totale delle Ghiandaie marine, che nel 2000 ammontava a circa 100.000-200.000 individui.

In generale in Italia l'areale di distribuzione della ghiandaia marina, corrisponde essenzialmente alla fascia costiera ed alle fasce fluviali, dei distretti: centrale tirrenico, adriatico e dello ionio, è anche presente nelle isole maggiori, ma in prevalenza si può affermare che essa sia maggiormente presente nell'area centro meridionale del paese (Lazio, Gargano, Sicilia e Sardegna).

In particolare nella Sicilia la specie è distribuita lungo tutta la fascia meridionale dell'isola.

Si ritiene che le cause che in questi ultimi anni, hanno portato ad una sensibile diminuzione delle popolazioni di ghiandaia marina in Europa, come evidenziato dalla IUCN sono da ricercare nell'errata gestione del territorio, infatti secondo quanto evidenziato nel rapporto del 2007 sulla diminuzione delle popolazioni di questa specie in Europa, le principali cause del decremento sono da ricercare non soltanto nelle variazioni climatiche, ma anche al cambio delle pratiche colturali. In particolare la conversione del modello tradizionale in monoculture a mais e coltivazione intensiva. Quindi la perdita di habitat di questa specie, viene causata dall'abbandono della pratica agricola tradizionale a favore di quella irriguo intensiva. Altri fattori che si ritiene stiano causando il declino della popolazione europea, sono il prelievo diretto da parte dell'uomo nei paesi africani e l'uso di pesticidi che riduce la disponibilità di risorse alimentari. Ecco perché la ghiandaia marina è considerata da molti ricercatori una specie indicatore della qualità ambientale.

Distribuzione della ghiandaia marina in Italia III.7.

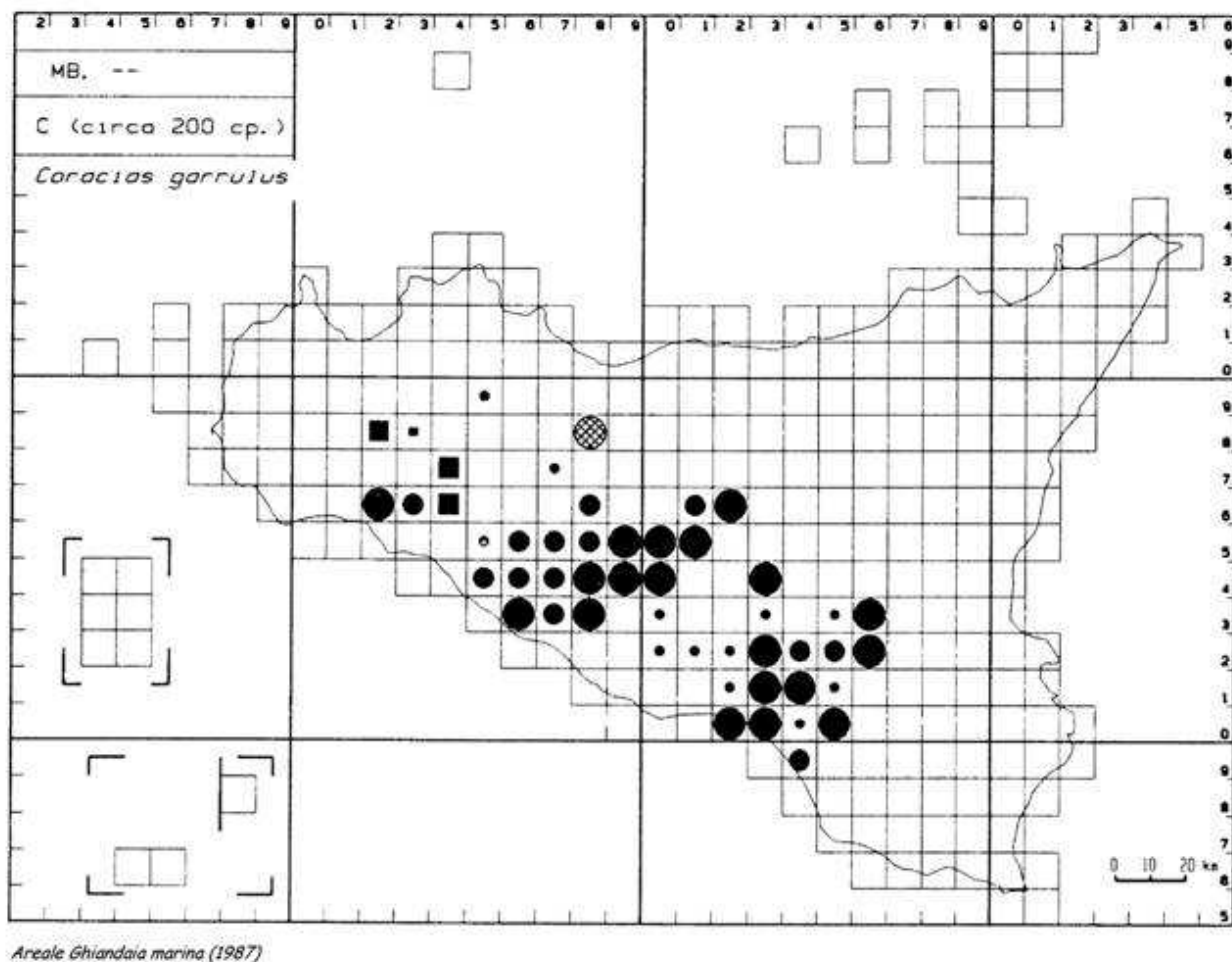


In Italia l'areale della ghiandaia marina comprende, le isole maggiori e parte del centro sud della penisola, in particolare la Toscana, il Lazio, la Puglia e la Basilicata.

I dati che invece riguardano la distribuzione della ghiandaia marina in Sicilia, sono stati pubblicati negli Atlanti di Distribuzione Regionale dell'avifauna di Massa (1985) e Lo Valvo Massa e Sarà (1993), dove risultava che questo coraciforme fosse distribuito lungo tutta la fascia meridionale dell'isola, ed

occupasse 45 quadranti (15,15% del territorio dell'isola) con una popolazione di 200 coppie. La situazione odierna della ghiandaia marina in Sicilia non è totalmente nota, ma in questi ultimi anni studi su quest'uccello sono in via di sviluppo per stabilire la attuale distribuzione della specie nell'isola.

Anche se la tendenza degli ultimi decenni in Sicilia è stata quella di convertire la superficie agricola tradizionale in superficie agricola intensiva, e di ampliare le aree



densamente urbanizzate, causando perdita di habitat per questo coraciforme; la attuale distribuzione della ghiandaia marina a Gela, dove non risulta una cospicua diminuzione della popolazione rispetto i precedenti censimenti, lascia ben sperare, ma ancora mancano dati inerenti alla distribuzione negli ultimi anni per tutto il resto dell'isola.

Biologia riproduttiva ed ecologia III.8.



La ghiandaia marina è presente da zero fino ad un'altitudine di 600 metri s.l.m., cercando posti idonei dove nidificare. Essa non costruisce un vero e proprio nido, sfrutta infatti cavità naturali nelle pareti rocciose, nelle pareti arenitiche (scavati dai gruccioni) esposte a NE-SW alte 6-10 m, cavità in alberi (scavati dai

picchi) e nei ruderi, nidifica anche in vecchi nidi di corvidi. Esse però non sono le uniche specie a occupare questo tipo di cavità, quindi si trovano spesso in competizione con altre specie, in particolare la taccola, lo storno, il grillaio ed il gheppio.

Il nido viene in media scelto ad un'altezza dal suolo compresa tra i 3 ed i 8 metri, e la cavità viene sovente non modificata ma spesso viene rivestita da poche foglie e piccoli detriti.

Inoltre pare che l'animale consideri anche altri fattori nella scelta del sito, ossia la distanza da altri nidi, si tratta di animali molto territoriali che vivono in coppie, la dimensione dell'homerange di una coppia è di 14 Km. I maschi segnalano il territorio compiendo "picchiate" a spirale mettendo così in mostra i vivaci colori.

Tuttavia nella Piana di Gela è da segnalare una importante peculiarità, ossia la elevata densità di coppie per area, registrata in particolare lungo le rive del fiume Maroglio, infatti la distanza media tra un nido e l'altro è 250 m (min 175 m e max 750 m).

La ghiandaia marina considera anche nella scelta del sito di nidificazione il diametro della cavità, che in media si aggira intorno agli 8-10 cm, con una profondità media di 50 cm, inoltre prediligono cavità poco visibili ad i predatori, ed esposte in genere a sud ma protette dai venti dominanti.

Sovente la ghiandaia marina depone da 4 a 5 uova (a volte fino a 7) di colore bianco lucido e dalla forma ellissoidale, della dimensione di 35X28 mm, alla fine di Maggio al sud ed fino a Giugno al nord, l'allevamento dei pulli nidicoli, si protrae fino a Luglio, essi nascono infatti totalmente inetti ed implumi e dipenderanno dai genitori sino a dopo il momento dell'involto.

Covano entrambi i genitori per circa 18 giorni, come anche si occupano dell'allevamento della prole, infatti si alternano e mentre uno dei due partners resta nel nido con i pulli l'altro va a caccia e torna periodicamente con l'imbeccata.

I giovani verranno abbandonati dai genitori al momento della migrazione autunnale, sarà la fame che spingerà le giovani ghiandaie marine ad abbandonare i nidi, dopo circa 26-28 giorni dalla schiusa delle uova, a questo punto migreranno anch'esse verso l'areale di svernamento.

La ghiandaia marina è buon indicatore di biodiversità III.9.

Un bioindicatore è un organismo in grado di indicare una alterazione della situazione ambientale attraverso correlazioni di causa effetto, riconducibili ad una risposta dell'organismo alle variazioni ambientali dovute ad una impattante attività antropica sul territorio oggetto di studio.

Tali risposte dell'organismo sono cambiamenti morfologici, etologici, biologici, fisiologici e genetici, per tanto le caratteristiche di un buon bioindicatore sono che deve essere sensibile al disturbo, deve avere una distribuzione cosmopolita (al fine di permettere confronti tra le varie regioni) deve inoltre essere facilmente osservabile, identificabile e censibile tramite metodologie



standard e deve anche essere longevo al fine di evidenziare gli effetti della tossicità cronica degli inquinanti, fenomeni di bioaccumulo e biomagnificazione; per queste caratteristiche alcuni uccelli sono dei buoni bioindicatori.

Infatti questa classe di animali è stata più volte utilizzata per la valutazione su larga scala (di paesaggio) degli effetti di un disturbo nell'ambiente e può inoltre essere usata come valido strumento per monitorare la qualità ambientale. Le popolazioni avifaunistiche subiscono drastici decrementi in particolare se si tratta di specie specialiste, infatti il gruppo trofico degli insettivori risente moltissimo dell'impiego degli insetticidi negli ecosistemi agrari, ancora i granivori risentono invece molto dell'utilizzo dei fitofarmaci, mentre le specie carnivore come i rapaci ad esempio sono ottimi biomonitors del DDT, per tanto più che fare riferimento alle comunità si preferisce osservare i gruppi trofici. L'avifauna subisce cambiamenti anche per effetto della frammentazione e della conseguente perdita di habitat, quindi manifesta inoltre il calo della qualità ambientale, in tal caso le specie particolarmente sensibili al calo della qualità ambientale (ossia il calo della biodiversità) sono detti indicatori di biodiversità.

Essendo inoltre gli uccelli animali estremamente vagili essi si espandono occupando tutto il territorio che hanno a disposizione; osservando quindi con il passare del tempo i cambiamenti nella distribuzione areale è possibile capire anche la posizione della fonte del disturbo, poiché semplicemente le popolazioni studiate smetteranno di frequentare e di riprodursi nei luoghi che invece precedentemente occupavano.

La ghiandaia marina per le sue peculiarità risulta essere un indicatore di biodiversità, infatti è un animale prevalentemente insettivoro si nutre di coleotteri ed ortotteri; quindi la presenza in un'area dell'animale indica che sono presenti anche gli insetti di cui essa si nutre, sono quindi anche presenti le molte altre specie ad essi legate (piante ed altri animali). Ed è inoltre abbastanza longevo da evidenziare gli effetti della bioaccumulazione di inquinanti immessi nell'ambiente dalle svariate attività antropiche. È infine un uccello certamente molto appariscente e anche facilmente riconoscibile per via della sua splendida livrea, quindi attrarrebbe anche l'attenzione

delle popolazioni locali se venissero svolte opere di sensibilizzazione ed educazione ambientale, sarebbe quindi una potenziale specie bandiera.

Dati sulla specie raccolti a Gela nel 2006 III.10.

Nel corso del 2006 durante il tirocinio da me svolto presso il Dipartimento di Biologia Animale della Facoltà di Scienze MM.FF.NN. di Palermo, è stata iniziata la raccolta di dati per impostare uno studio sull'individuazione delle variabili riguardanti la biologia riproduttiva e l'ecologia delle più importanti ai fini della conservazione, specie di avifauna del sistema steppico-cerealicolo della Piana di Gela; in particolare la ghiandaia marina, il grillaio, la pernice di mare, l'occhione ed alaudidi. Parte del tirocinio ha riguardato il censimento delle popolazioni nell'area del "Biviere di Gela" e le aree ad esso adiacenti.

Tale attività è stata svolta in un arco di tempo compreso tra il mese di Maggio 2006 e Luglio 2006, per un totale di tre campi da 5 giorni ciascuno, ed un numero complessivo di ore pari a 50. Le attività sul campo, che ho curato più da vicino hanno riguardato il censimento dei siti di nidificazione delle ghiandaie marine, ispezionando tutti i siti potenziali come fabbricati e case rurali, alvei sabbiosi e calanchi.

La presenza di uno o due partner della coppia ci faceva capire che il sito era probabilmente occupato. Ripetendo le visite si è poi potuto accertare la presenza delle coppie territoriali e in 15 di questi siti si è accertata anche la nidificazione, scoprendo il nido ubicato sotto i coppi (15%) e nelle cavità sui muri delle case rurali (85%).

Tale metodo denominato "mappaggio dei siti" ha permesso di accertare la presenza di 45-51 coppie territoriali, nella Piana di Gela.

Oltre al mappaggio dei siti lo studio da me svolto si è concentrato sul comportamento della ghiandaia marina. I dati sono stati raccolti in 15 siti riproduttivi, nel periodo suddetto su un totale di 21 ore e 16 minuti di osservazione, dove in media per ogni sito riproduttivo l'arco di tempo impiegato per il rilevamento è stato 43 minuti. La

seguente tabella è un quadro riassuntivo delle osservazioni condotte sulla ghiandaia marina a Gela:

	Tempo in h e minuti
Tot. ore osservazione	21 h 16 min
Tempo medio di osservazione	0 h 43 min
Tot. ore osserv. siti non occupati	9 h 28 min
Tot. ore osserv. siti occupati	11 h 88 min
Tot. ore in cui la ghiandaia marina fa guardia al sito	6 h 43 min
Tot. ore in cui la ghiandaia marina è assente dal sito	5 h 48 min

Come ore effettive di osservazione è possibile considerare solo 11 ore ed 88 minuti, poiché alle 21 h 16 min. suddette bisogna sottrarre 9 h e 28 min. di osservazione in tre siti dove non è stata mai registrata la sua presenza (Casa La Torre, Casa Cammarata, Casa Giaurone).

Delle 11 h e 88 min. si è visto che l'animale trascorre in media il 54% del tempo poggiata sul posatoio (6 h 43 min.), il 46% del tempo assente dal sito (5 h 48 min.).

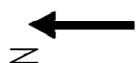
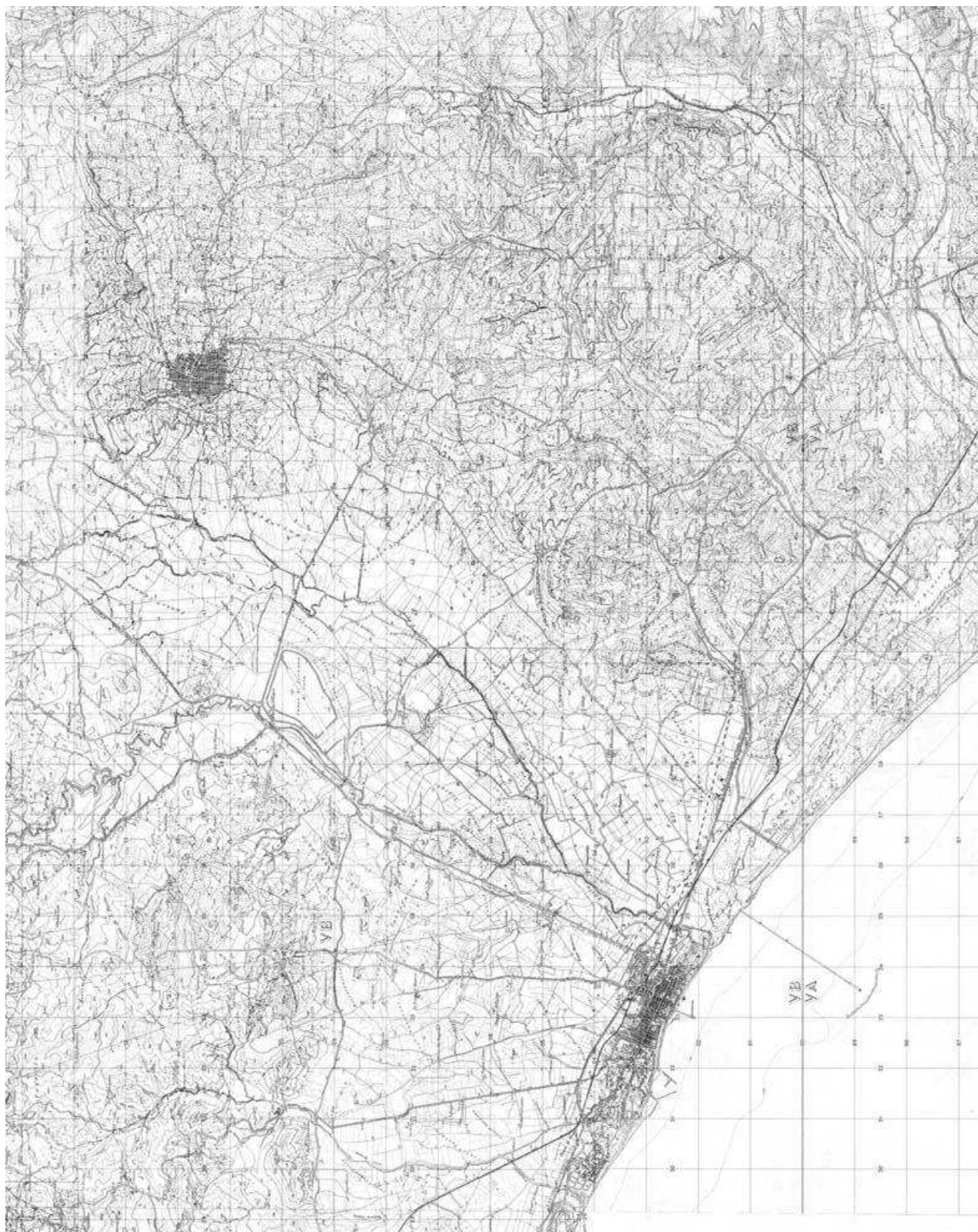
Sempre nello stesso arco di tempo, su 8 siti d'osservazione si è anche visto che la ghiandaia marina si sposta dal posatoio per pattugliare il territorio intorno al sito 25 volte, quindi in media 3,12 volte per sito. Mentre nell'arco di tempo di osservazione per ogni sito la ghiandaia marina scende a terra per cacciare in media 2 volte, infatti è stato osservato che nel totale dei siti per tutto il periodo di tempo registrato essa è scesa a terra per 23 volte. Queste osservazioni ci dicono che la ghiandaia marina impiega metà della giornata per pattugliare il sito, spostandosi da un posatoio all'altro intorno al sito stesso per meglio controllarlo, inoltre che tale attività viene effettuata da uno dei due partner mentre l'altro resta dentro il nido per covare le uova o nei dintorni di esso per cacciare. Il partner guardiano ciò nonostante caccia nei pressi del nido, quindi il sito di nidificazione deve essere idoneo sia come caratteristiche fisiche (diametro del buco, altezza dal suolo, profondità ecc.) che come qualità e quantità delle prede disponibili nei dintorni al nido.

Infine su due siti di osservazione dove si è accertata la nidificazione della specie durante il rilevamento, si è notato che la frequenza di imbeccata era in media 4,5 volte per sito.

Da un'ulteriore analisi dei dati si è anche visto che, il guardiano usa preferibilmente come posatoio il filo dell'alta tensione ed i tralicci per il sostegno degli stessi (67,7%), mentre nel 33,3% delle osservazioni si tratta invece del tetto di un rudere. Occasionalmente invece la ghiandaia marina sfrutta come posatoio anche la rete delle recinzioni, alberi e canneti. In generale si può dire quindi che il posatoio deve essere ben elevato dal suolo in modo da consentire all'animale una buona visuale durante la attività di caccia e di guardia.

Sembrano invece poco frequenti le interazioni con le altre specie, le uniche interazioni registrate sono state in un sito dove nei pressi del nido della Ghiandaia marina vi era una coppia di Grillaio che stava nidificando; quella volta è stato visto che la Ghiandaia ha subito un attacco da parte del Grillaio che ha inseguito l'animale fin dentro il proprio nido.

La seguente immagine presa dalla tavoletta IGM rappresenta l'area di studio.



CAPITOLO IV – Quali prospettive?

Quali prospettive? IV.1.

Cosa potrebbe succedere convertendo tutto l'attuale agroecosistema della Piana di Gela, in un agroecosistema ancora più irriguo-intensivo di quello attuale?

Tenendo conto di quanto affermato nel capitolo II, la risposta sembrerebbe abbastanza intuitiva, tuttavia mancando elementi conoscitivi di dettaglio riguardanti la Piana, non è possibile dare una risposta esaustiva. Mi sono quindi limitato a studiare situazioni analoghe alla Piana di Gela, dove invece sono stati fatti studi dettagliati che hanno portato alla formulazione di modelli predittivi che possano dare una risposta plausibile a questa domanda, per la scelta di tali aree ho considerato sia quelle condizioni climatiche che le rendono simili all'area presa in esame, sia l'andamento delle popolazioni di ghiandaia marina che abitano quei luoghi, in quanto da molti ricercatori è considerata un indicatore della qualità ambientale. I risultati osservati potrebbero essere in questo modo, paragonabili con quelli che si otterrebbero studiando la Piana di Gela: quello che ne è emerso, è che, sicuramente è necessario un serio studio di impatto ambientale nella Piana, perché quasi certamente si otterrebbero risultati simili agli altri luoghi presi in considerazione, che non sarebbero certo auspicabili per le ragioni a seguito descritte.

I modelli predittivi ed un uso “moderno” del territorio IV.2.

In Sicilia nel 1958 la superficie agricola utilizzata (SAU) era 42.210 ha, mentre dopo pochi decenni già nel 1983 divenne 545.421 ha, tuttavia dopo questo incremento oggi si assiste ad una lieve inversione di tendenza, compensata però dal fatto che alle pratiche colturali tradizionali oggi impera la meccanizzazione e l'impiego massivo di biocidi e fitofarmaci, per la coltivazione intensiva (Sarà, 2006).

Ciò come in precedenza illustrato, ha portato ad una perdita di habitat e conseguente impoverimento delle comunità vegetali ed animali, nei luoghi interessati da questi cambiamenti, nonché a fenomeni di inquinamento.

Ma a supporto del fatto che l'inquinamento dei sistemi agro-forestali causa un calo nell'avifauna, esiste uno studio effettuato nell'ambito del "progetto MITO2000", realizzato dal CISO (Centro Italiano Studi Ornitologici), LIPU/Birdlife e Fauna Viva (dal 2000 al 2005) in tutto il territorio italiano. I risultati dello studio sono che le specie risultate più a rischio, in particolare sono: rondine, cardellino, allodola, calandra, calandrella, saltimpalo, beccamoschino e fanello.

Inoltre dopo gli ultimi censimenti del 2000-2005 delle aree agricole in Sicilia si è evidenziato che vi è stato un aumento delle superfici interessate dalle coltivazioni irrigue intensive del 12,6%, una diminuzione dell'11,1% dell'agricoltura tradizionale ed un aumento dell'uso dei fertilizzanti e fitofarmaci per le colture intensive.

La tendenza è quindi quella che porta alla meccanizzazione ed all'uso di pesticidi nella coltivazione. Eppure già nel 1993 uno studio condotto da Farina (1993) ha evidenziato come mettendo a confronto due metodi di coltivazione, uno intensivo ed uno tradizionale cambiasse la qualità ambientale attorno e nel sistema agricolo stesso. Per lo studio sono stati scelti due vigneti coltivati a uva Moscato nel comune di Canelli (Asti), ciascuno di circa 1 ha di superficie; uno è stato coltivato a livello intensivo con l'impiego di fitofarmaci e diserbanti e l'altro con tecniche tradizionali. Le due tipologie di vigneto sono state confrontate sulla base di diversi livelli di indagine ad ognuno dei quali corrisponde la scelta di un indicatore.

- **Suolo:** comunità di Artropodi della pedofauna.
- **Superficie del terreno:** comunità di Artropodi epigei.
- **Vegetazione erbacea:** vegetazione erbacea spontanea.
- **Spazio aereo:** avifauna.
- **Ecosistema:** margini.

Dopo un periodo di 120 giorni s'è visto che nel vigneto tradizionale vi era una maggiore ricchezza di taxa (nell'avifauna) e di maggiore pregio naturalistico, 6

specie contro 4, rispetto quello intensivo caratterizzato invece da specie con grande capacità di colonizzazione opportuniste (Farina 1993).

Nei filari “diserbati” le comunità risultano banalizzate e impoverite, sia come densità (N) sia come diversità: l'applicazione di vari indici per la determinazione della diversità (Shannon-Wiener e Margalef) e della dominanza biologica (Simpson) hanno permesso di giungere alle medesime conclusioni: *la perdita totale di biodiversità pari circa al 41%, la si ha come conseguenza dell'impiego di tecniche colturali intensive.*

Lo studio di Farina afferma anche che, nelle comunità della pedofauna dove è praticata la coltivazione intensiva, si rileva l'assenza o la carenza di forme eudafiche, cioè specializzate alla vita negli orizzonti profondi, ne consegue una involuzione della maturità del suolo, misurata mediante l'indice EMI (Indice Ecomorfologico, che quantizza il grado di adattamento alla vita ipogea degli artropodi della pedofauna) perché più i membri della comunità ipogea mostrano un indice alto (che va da 0 a 20), più il suolo è maturo.

L'applicazione del modello irriguo intensivo è un fattore di rischio per l'avifauna della pseudosteppa, anche secondo un altro studio condotto da Brotons (2004) in Spagna. Esistono in tutto 11 specie steppiche altamente vulnerabili e minacciate da questo tipo di agricoltura su un totale di 13 specie che abitano questi ecosistemi, in particolare nella Piana di Lleida a nord del fiume Ebro, vicino Barcellona (luogo analogo alla Piana di Gela sia come clima, sia per la presenza delle medesime specie steppiche tra cui, la ghiandaia marina, l'occhione ed altre).

Il modello di Brotons spiega che, se si dovesse passare dal tipo di agricoltura tradizionale arido ad un tipo di agricoltura irriguo intensivo, in conseguenza del fatto che cambierebbero le condizioni microclimatiche, quindi varierebbe la composizione della vegetazione locale e relativa fauna invertebrata, non vi sarebbero più le premesse idonee alla sopravvivenza delle specie succitate.

Secondo tale modello (detto GLM) elaborato, mediante l'applicazione di tecnologia GIS, affiancata a fotogrammetria aerea, carte tematiche di distribuzione dell'avifauna, dell'uso del suolo e vegetazione, l'autore ha presentato due scenari per

un futuro su di un area totale di 520.000 ha, da una parte lo **scenario 1**: ossia se la maggior parte della Piana di Lleida attualmente utilizzata per l'agricoltura tradizionale, venisse adibita ad agricoltura irrigua intensiva (140.000 ha) si contempla un decremento dell'areale occupato in particolar modo dalla Ghiandaia marina del 41% (9.300 ha, contro gli attuali 22.900) nei prossimi anni. Mentre dall'altra parte, lo **scenario 2**: se verranno convertite solo le aree ottimali per la coltivazione intensiva (123.000 ha), si contempla una perdita nell'area occupata dalla Ghiandaia marina del 36% (8.250 ha contro gli attuali 22.900). Tale modello è stato applicato per tutte le altre specie steppiche che vivono nella Piana. Pare infine che le uniche due specie delle 13 a non risentire di questi futuri cambiamenti saranno, la Calandrella e l'Occhione, trascurabili saranno gli effetti per la Quaglia.

	Present	Scenario 1	Scenario 2
Red-legged partridge (<i>Alectoris rufa</i>)	193 000 ha	138 900 ha (72%)	131 240 ha (68%)
Quail (<i>Coturnix coturnix</i>)	154 000 ha	150 900 ha (98%)	149 400 ha (96%)
Short-toed lark (<i>Calandrella brachydactyla</i>)	34 300 ha	No change in area	No change in area
Thekla lark (<i>Galerida theklæ</i>)	85 800 ha	71 200 ha (83%)	63 500 ha (74%)
Montagu's harrier (<i>Circus pygargus</i>)	26 450 ha	12 100 ha (46%)	10 250 ha (39%)
Little bustard (<i>Tetrax tetrax</i>)	51 200 ha	20 100 ha (39%)	15 500 ha (30%)
Stone curlew (<i>Burhinus oedecmus</i>)	129 900 ha	No change in area	No change in area
Roller (<i>Coracias garrulus</i>)	22 900 ha	9300 ha (41%)	8250 ha (36%)
Calandra lark (<i>Melanocorypha calandra</i>)	33 100 ha	14 950 ha (45%)	11 600 ha (35%)
High-quality areas ^a	75 800 ha	28 675 ha (38%)	21 275 ha (28%)
Core areas ^b	50 000 ha	12 250 ha (24%)	9750 ha (19%)

^aMore than two species predicted out of the five indicator steppe species. ^bMore than three species predicted out of the five indicator steppe species.

A tali Previsioni fa eco uno studio pubblicato nel 2004 da Guirrao e Nunez dove si è visto applicando il modello ENFA (Ecological Niche Factor Analysis) nella regione della Murcia, che dal 1994 fino al 2004 vi è stata un calo significativo di coppie di ghiandaia marina a causa della perdita di habitat, si è infatti passati da 105 a 85 coppie nell'arco di questo decennio.

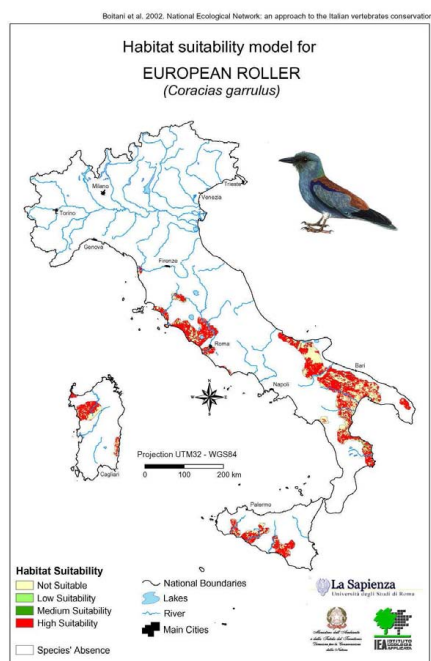
Agli stessi risultati è giunto Mirko Bohus (2002) in un periodo compreso tra il 1980 ed il 1999 si è registrato un calo impressionante delle coppie di Ghiandaia marina a causa della perdita di habitat, fino agli ultimi dati del 2004 dove nell'area di studio

(aree della Slovacchia in prossimità del fiume Danubio) sono state avvistate le ultime tre coppie (contro una popolazione stimata di circa 40 coppie per la stessa area negli anni 80).

Tornando in Italia secondo uno studio condotto per conto dell'Università "La Sapienza" di Roma (da Boitani L., Corsi F., Falcucci A., Maiorano L., Marzetti I.,

Masi M., Montemaggiori A., Ottaviani D., Reggiani G., Rondinini C, 2002) risulta che l'areale della ghiandaia marina ancora una volta usata come indicatore di biodiversità, viene influenzato dall'uso del territorio.

Lo studio ha condotto alla formulazione di un modello che è stato costruito tenendo conto delle preferenze ambientali della ghiandaia marina, tale modello detto Habitat Suitability Model (HSM), mette quindi in relazione l'areale storico della specie con l'idoneità del territorio compreso



nell'areale stesso. Il modello HSM classifica come idoneo circa il 62 % dell'areale storico della specie, le aree idonee hanno una estensione di circa 45 Km² ma risultano inframmezzate da aree non idonee. L'habitat non idoneo compreso nell'areale storico della ghiandaia marina è risultato quindi circa il 38%; ciò significa che vi è stata una perdita di habitat di quasi il 40% dovuto ad un cattivo uso del territorio, tutto ciò è tra l'altro in accordo con quanto risulta dal modello di Brotons per la Spagna.

Questi habitat non idonei sono in pratica (secondo quanto affermano i ricercatori) territori il cui uso è stato adibito a coltivazione monofitica di tipo intensivo ed aree densamente urbanizzate.

In sintesi le aree più idonee alla nidificazione ed alla migrazione della ghiandaia marina, risultano essere secondo tale studio:

o terre arabili non irrigate

- o aree caratterizzate dalla presenza di alberi e arbusti sparsi
- o terre agricole interrotte da vegetazione naturale.

Mentre risultano meno idonee aree come:

- o pascoli
- o aree incendiate.

Tutto ciò tiene inoltre conto della vulnerabilità della specie evidenziata da Bulgarini (1998) e indica la necessità di preservare tramite adeguate azioni politiche i mosaici ambientali mediterranei.

Infine lo studio afferma inoltre che, la Pianura Padana è un habitat molto idoneo per la ghiandaia marina, anche se ancora non è stata registrata la sua presenza in tali luoghi, che è quindi per un futuro un possibile luogo di nidificazione per questi animali.

In conclusione questi studi ci permettono di ipotizzare una preoccupante perdita di habitat per la ghiandaia marina, se dovesse continuare il trend di trasformazione attuale dell'agricoltura nella Piana di Gela.

La situazione nella Piana regge ancora, infatti 20 anni fa Mascara (1987) aveva censito 43 coppie nidificanti, contro le attuali 30-40 coppie censite poi nel 2006; quindi non vi sono stati grossi cambiamenti, ma per quanto tempo ancora la situazione della Piana reggerà alla pressione effettuata dalle attività antropiche sul comparto agricolo? Quello che è certo che ci sono ancora margini di tempo per intervenire invertendo l'attuale trend, tutelando il territorio con una politica agraria più compatibile con l'ecosistema (come ho riportato nel paragrafo IV.4.).

Il ruolo della PAC: in Spagna e a Gela IV.3.

Secondo quanto affermato inoltre, da una serie di ricercatori nell'ambito di una campagna spagnola che promuove lo "sviluppo sostenibile", promossa da SEO/Bird Life-LIPU, è la passata PAC (Politica Agricola Comunitaria) intesa come quell'insieme di norme che disciplinano in materia di attività agricola nell'UE, una

delle cause del calo di biodiversità e qualità ambientale dei sistemi agricoli in Europa nei passati anni.

La PAC prevede tra l'altro lo sviluppo sostenibile come parte integrante della politica economica dei paesi aderenti. Ma tale sviluppo richiede strutture ed organizzazioni sociali, dove le comunità che controllano le risorse naturali sono capaci di gestirle razionalmente ed autonomamente, solo che ad oggi tale proposito non è stato realizzato totalmente dai paesi dell'UE. Infatti la sostenibilità si fonda su un elevato grado di equità e giustizia sociale, coesione sociale, partecipazione alle scelte ed assunzione di responsabilità, lo sviluppo sostenibile dovrebbe promuovere più che la crescita del prodotto interno lordo, soprattutto la crescita della qualità di vita della comunità, quindi della naturalità degli ecosistemi, della cultura delle persone e di conseguenza della conoscenza dell'ambiente.

La PAC è una delle politiche comunitarie più influenti dal punto di vista della conservazione della naturalità degli habitat, infatti disciplina anche quelle aree che vengono designate come IBA che sono circa il 90% dei sistemi agrari e pseudosteppici d'Europa, e che come già affermato accolgono un gran numero di specie ad alta priorità.

Inoltre, visto che negli ultimi anni la comunità scientifica ha sollevato il problema della diminuzione delle popolazioni legate agli ecosistemi agrari, in relazione alle politiche gestionali errate, imputando gran parte della responsabilità all'impiego di tecniche colturali intensive. La tendenza è stata quella di operare una serie di riforme della PAC che hanno permesso di correggere la "rotta" per riuscire a conciliare lo sviluppo con il profitto. In concreto nel 2002 è stata avviata una commissione di lavoro che ha condotto alla totale riforma della PAC nel 2006, che ha posto come pilastri fondatori della politica, lo sviluppo delle comunità rurali e quello del mercato; questa riforma è entrata in vigore nel 2007 e durerà fino al 2013.

Tuttavia per realizzare uno sviluppo agrario non solo serve la collaborazione degli agricoltori, dei pastori e degli imprenditori, ma è anche necessario l'intervento dello

stato. Per questo motivo SEO/Bird Life ha promosso la campagna informativa di sensibilizzazione e propositiva chiamata “Sembramos Naturaleza”.

In questa occasione in Spagna i volontari Bird Life, hanno partecipato ad un progetto di biomonitoraggio dei sistemi agrari, usando come bioindicatore l’ornitofauna, hanno evidenziato una situazione di sofferenza degli ecosistemi chiedendo l’intervento immediato della Comunità Europea.

Per fare questo però è necessario avere delle condizioni standard di riferimento, che non sempre sono assolutamente corrette, infatti fare il confronto tra l’area studiata e una ipotetica area naturale è pressoché impossibile, in quanto ad oggi non esiste area del pianeta che non subisca l’influenza delle attività antropiche.

In generale i metodi utilizzati da tutti i paesi che hanno aderito a questa campagna di monitoraggio (Spagna, Inghilterra, Olanda, Finlandia, Svizzera e Danimarca), sono le stazioni di ascolto, transetti e mappaggi. In Spagna tale programma è coordinato da Bird Life, mediante un progetto denominato SACRE (monitoraggio degli uccelli nelle aree riproduttive della Spagna), l’obiettivo è quello di stabilire lo stato di conservazione globale per alcune specie, ed individuare un indicatore a livello europeo sullo stato della biodiversità e sulla sua tendenza, nel futuro prossimo.

La fase iniziale della concretizzazione del progetto è quindi quella di identificare il migliore bioindicatore (che non sempre coincide con la specie, ma più spesso con un gruppo trofico o una comunità) per quel paesaggio.

Successivamente si va ad identificare la fonte del disturbo e la tipologia del disturbo stesso, mediante una serie di analisi a più livelli, come: l’analisi delle cellule germinali e quelle nucleate nel sangue (in particolare questo metodo si applica sui mammiferi) studiando le aberrazioni nel DNA, ad esempio con il saggio COMET che valuta la percentuale di rotture nelle eliche del DNA mediante una corsa elettroforetica; ancora si valutano le aberrazioni morfologiche negli spermatozoi, mettendo in fine in relazione la tipologia di danno con la tipologia del disturbo.

In sinergia con il biomonitoraggio (che sfrutta le suddette tecnologie), si usano anche le centraline di monitoraggio, che analizzano nelle stazioni la qualità dell’aria e delle

acque, restituendo un'analisi chimica quali-quantitativa, al momento del prelievo del campione, evidenziando con precisione la presenza di sostanze alloctone (inquinanti), nel compartimento oggetto di studio.

I dati ottenuti mediante tutti questi studi in Spagna sono serviti per scrivere il libro rosso degli uccelli spagnoli (SEO Bird Life 2002). Nonostante ciò si conosce solo la situazione del 50% delle specie che vivono in Spagna.

Per alcune specie è stata anche ottenuta una tendenza, negli ultimi anni in relazione ad i cambiamenti nei sistemi agroforestali, derivati dalla PAC. Le specie che hanno manifestato un calo sono: il gheppio che diminuisce del 12%, la rondine del 20%, lo zigolo giallo del 4%. Le uniche specie che invece presentano un incremento sono il colombaccio ed il cardellino. Mentre per altre due specie bisogna ricompilare i dati, perchè non è stato possibile ricostruire una tendenzachiarata, esse sono: occhione e calandrella.

Le previsioni per un prossimo futuro nella Piana di Gela nonostante, il modello GLM per la Spagna ed il modello HSM per l'Italia e le altre pubblicazioni succitate sono:

- a) una completa trasformazione dell'agroecosistema semiarido attuale in quello irriguo intensivo, coprendo così una superficie complessiva di 366 km quadrati contro una superficie disponibile di 377 km quadrati, con tutte le conseguenze che ne deriverebbero. Ancora sono previsti investimenti per le attività serricole nonostante tali finanziamenti mettano in evidenza che vanno rispettati in questo settore alcune norme ambientali: *“Per l'acquisto di nuovi impianti, macchine e attrezzature si darà priorità agli investimenti finalizzati alla tutela dell'ambiente, con particolare riferimento alla riduzione di input energetici e chimici inquinanti, tra cui anche il bromuro di metile. Una particolare attenzione sarà rivolta alla qualità delle acque e all'utilizzo di tecnologie che riducono l'impatto ambientale delle produzioni intensive, con riferimento anche alle nuove tecniche di produzione fuori suolo.”*.
- b) A ciò si aggiungano le opere di restauro avviate dalla Sovrintendenza ad i beni culturali dei caseggiati rurali, che non tengono conto del fatto che animali come

la Ghiandaia marina ed il Grillaio (ricordiamo essere specie di interesse europeo e minacciate) usano le cavità nei muri dei caseggiati come riparo per la costruzione dei nidi. Questi restauri sono infatti uno dei motivi di distruzione, dei più importanti siti di nidificazione, delle suddette specie steppiche.

Inoltre attualmente a Gela la tendenza è quella di proporre piani e progetti studiati in totale ignoranza dei principi di sostenibilità e rispetto per l'ecosistema. A seguito un breve elenco dei progetti già realizzati:

- 1) Il **Piano industriale** avrebbe dovuto adeguarsi al fine di tutelare gli habitat e le specie della Direttiva 92/43 CEE e 79/409 CEE e di rispettare gli obiettivi del Piano di disinquinamento (DPR 17/01/1995). Ma di recente è stata realizzata parte dell'infrastrutturazione distruggendo più di 40 ha di zona umida temporanea e danneggiando altri 150 ha di aree umide temporanee poste a valle, per aver perturbato gli aspetti idrologici ed idrogeologici.
- 2) Il **Piano Regolatore di Gela** è attualmente scaduto ma viene preso come riferimento nell'attesa dell'approvazione del nuovo da parte del Consiglio Comunale. In pratica il vecchio non tiene conto della Direttiva Habitat mentre il nuovo non è stato sottoposto a valutazione di incidenza. Tale situazione determina una violazione delle direttive comunitarie.
- 3) **L'impianto di recupero di oli minerali esausti** realizzato dalla Enviroil Italia S.p.A, è ubicato a Piana del Signore, zona individuata come area speciale di conservazione per le sue peculiarità naturalistiche. Ancora una volta l'opera non è stata sottoposta a valutazione di incidenza ai sensi della Direttiva Habitat.
- 4) **Area industriale Dissalatore AGIP di Gela**, i procedimenti di dissalazione producono come scarto un'acqua con concentrazione salina elevata che viene reimpressa in mare. L'aumento della salinità ha effetti potenziali sia sulla fauna immersa che per quella terrestre, portando alla banalizzazione delle zoocenosi ed a un loro profondo cambiamento.

- 5) **Il nuovo centro oli** è stato realizzato nell'area industriale per la raccolta degli idrocarburi estratti nella Piana di Gela. La sua realizzazione risale a fine anni novanta insiste su falde freatiche. In precedenza altre due aree della Piana sono state adibite a centro oli.

Esse sono limitrofe al fiume Maroglio e attualmente in attesa di essere bonificate. Inoltre era stato realizzato un centro direzionale oggi abbandonato. Il nuovo centro oli non è stato sottoposto a valutazione di incidenza ambientale.

- 6) **Il gasdotto proveniente dalla Libia**, attraversa il Golfo e la Piana di Gela fino ad Enna, per una lunghezza di 67 km, anche questo intervento non è stato sottoposto a valutazione di incidenza ambientale nonostante attraversi l'area SIC-ZPS ITA-050001 ed inoltre interessa l'area IBA 166 per cui era necessario l'applicazione dell'art. 4 della Direttiva 79/409 CEE. Esso nella sua ubicazione era subordinato, alla sistemazione e recupero dell'area antistante al terminale, dove è ubicata la discarica di fosfogessi (contaminazione da radioattività per elevati contenuti di Ra-26, Pb-210 Po-210). Inoltre non è stato attuato il progetto di riqualificazione naturalistica dell'area SIC Biviere e Macconi di Gela, però con un' analisi del tragitto del gasdotto sono individuati degli habitat prioritari (dune costiere con *Juniperus* spp.) con specie prioritarie (vedi capitolo II) che hanno subito danno dopo la realizzazione dell' opera.

Infine i “Progetti in programmazione o in via di realizzazione” sono:

- 7) **Progetto oleodotto sottomarino.**
- 8) **Nuovo porto turistico commerciale.**
- 9) **Aeroporto.**
- 10) **Autostrada Gela-Siracusa.**

Per ciò che concerne la costruzione di un aeroporto è bene considerare che costruire la pista e le infrastrutture connesse può avere effetti che interessano direttamente e indirettamente tutta la Piana di Gela.

In particolare gli effetti diretti che vanno considerati sono: la sottrazione di habitat seminaturali per ampie superfici (piste atterraggio e decollo, angar, edifici annessi all'aeroporto, parcheggi, radar, torrette, elettrodotti, fogne, acquedotti, strade etc...), inquinamento atmosferico da prodotti di combustione (polveri sottili, biossido di azoto, ozono, anidride carbonica, biossido di zolfo, tecnezio 99); inquinamento elettromagnetico derivato dalle micro-onde prodotte dai radar, bird strike (fenomeno di impatto tra uccelli e velivoli). Secondo gli studi infatti, il rischio di impatto è cinque volte più elevato nei luoghi del decollo e atterraggio degli aerei piuttosto che nelle aree circostanti gli aeroporti stessi. Nel caso specifico è importante ricordare ancora una volta che la Piana di Gela è attraversata da una rotta migratoria, degli uccelli acquatici, tra le più importanti d'Europa.

Per quanto invece riguarda il progetto sull' Autostrada Gela-Siracusa, esso secondo il tracciato previsto dal nuovo piano regolatore taglia la Piana nella parte centrale. Potenzialmente questa tipologia d'intervento causa forti frammentazioni di cui risentirebbero pesantemente le specie oggetto di tutela della ZPS 050012 e dell'IBA166 (*Ciconia ciconia*, *Burhinus oedicnemus*, *Falco naumanni*, *Glareola praticola*, *Melanocorypha calandra*, *Coracias garrulus* ecc.) oltre alle altre specie non tutelate dall'IBA come ad esempio gli anfibi. A questi effetti vanno aggiunti quelli relativi agli aspetti idrologici ed idrogeologici. Il progetto dovrebbe esser sottoposto a valutazione d'incidenza onde evitare violazioni delle direttive comunitarie.

In conclusione sarebbe opportuno pensare a delle strategie alternative che consentano uno sviluppo della comunità che sia meno impattante dell'attuale modello di sviluppo usato a Gela, in modo da permettere un reale “moderno uso del territorio”, dove per “moderno” non si intenda solo meccanizzazione e sviluppo non ponderante dell'ecosistema, ma un uso che lo rispetta con la consapevolezza che “*la biodiversità genera stabilità e quindi migliora la qualità della vita anche per l'uomo che ne fa parte*” (Vernadsky, 1929).

Conclusioni: esistono possibili alternative IV.3.

Dallo studio bibliografico emerge l'esigenza di non convertire l'agroecosistema in irriguo-intensivo, ma di mantenere e migliorare l'attuale sistema di agricoltura tradizionale, perché in grado di garantire la presenza di specie rare e minacciate come la Ghiandaia marina, che inoltre indica lo stato della biodiversità.

Tuttavia la tendenza non è attualmente questa, ma per fortuna esistono esempi di corretta gestione del territorio e delle risorse, che essendo risultate valide strategie di gestione, potrebbero essere prese come spunto per il miglioramento dell'attuale politica agricola e del territorio a Gela. Infatti in Spagna nel Giugno del 2005 nel contesto della campagna "Sembramos Naturaleza", SEO Bird Life e la Associazione degli agricoltori spagnoli (UPA) hanno firmato una convenzione, che ha come obiettivo quello di favorire lo sviluppo delle realtà rurali nel rispetto però dell'ambiente promuovendo la conservazione della biodiversità. Per consolidare questa alleanza è stato firmato da queste realtà un manifesto, a favore della Rete Natura 2000. Dove si riconosce l'importanza delle attività agrarie nell'economia del paese promuovendo tutte quelle iniziative, che possano agevolare la competitività di questo sistema economico.

Tuttavia il manifesto ha richiamato l'attenzione anche dei politici a porre le basi per il periodo della attuale PAC (2007-2013) mediante anche la creazione di un fondo specifico per la conservazione della natura e della biodiversità.

Inoltre, SEO Bird Life in collaborazione con il Ministero dell'Ambiente spagnolo, sta lavorando su di un progetto di attività che coinvolgerà UPA ed i suoi affiliati, che consiste nella creazione di materiale informativo su di una pratica agricola meno impattante per l'ambiente, pratiche a cui tutti gli agricoltori di UPA si atterranno.



Nel periodo di tempo compreso tra il 2001 ed il 2004, SEO Bird Life ha elaborato anche un progetto finanziato con i fondi dell'Unione europea, che ha permesso la corretta gestione di un sistema agro-economico nel territorio della ZEPA la "Serena Tierra de Tiros" (Spagna), garantendo un profitto nel rispetto

dell'ecosistema. Tale profitto è stato ottenuto dalla produzione di merce alimentare biologica con marchio registrato, che ha riscosso grande successo nel mercato spagnolo.

Come primo passo il progetto si è imposto di identificare quegli accorgimenti che permettano una gestione del territorio capace di risanare le alterazioni dell'habitat provocate dalle precedenti pratiche agricole. L'esperimento è stato condotto in due aree differenti, una di controllo (dove le attività sono rimaste inalterate) ed una dove invece si è agito: limitando l'uso di erbicidi e particolari pesticidi (inibenti la sintesi della chitina) al solo 6% della superficie totale interessata dal progetto, solo nel caso in cui vi fosse l'invasione delle Locuste mediterranee. Inoltre un 25% del territorio all'anno era dedicato alla coltivazione di cereali e legumi a perdere, per garantire la alimentazione dell'avifauna, si è inoltre proibito l'uso di OGM e fitofarmaci di ogni tipo. Dopo tre anni sono stati raccolti i dati sulle abbondanze relative dei vari indicatori che hanno permesso di stimare la qualità ambientale dopo il trattamento nell'area manipolata ed in quella di controllo. Effettivamente s'è visto un aumento delle specie botaniche, precedentemente non più presenti nella zona manipolata, cosa che nel controllo non si è verificato, ciò con conseguente maggiore diversità nella pedofauna degli artropodi (in particolare ortotteri e coleotteri) questa maggiore disponibilità di alimento accoppiata all'installazione di nidi artificiali ha anche beneficiato sull'avifauna locale che ha mostrato anch'essa un incremento di biodiversità in particolare per l'otarda e la gallina prataiola.

Da un punto di vista economico, il profitto del controllo è rimasto in media quello degli anni precedenti, mentre l'area manipolata ha mostrato una perdita di 35,13 euro per ettaro all'anno. Viene quindi naturale pensare che una perdita economica così irrisoria in confronto ad una migliore qualità ambientale sia quindi compensata pienamente, anche perché una migliore qualità ambientale si traduce sicuramente in: migliore qualità di vita, salute (quindi meno spese sanitarie) ed una maggiore sicurezza che tale sistema possa protrarsi nel migliore dei modi anche per le future generazioni, inoltre ciò ha comportato anche un incremento dell'ecoturismo attirato dalla presenza specie di pregio naturalistico che ripopolano le aree interessate da tali cambiamenti di gestione politico-economica.

Anche in Italia tuttavia qualcosa inizia a cambiare, anche se in modo non ancora sufficiente, infatti l'Istituto Nazionale di Economia Agraria (INEA), ha proposto nel 2005 una riforma della politica dello sviluppo rurale per il 2007-2013, partendo dalle direttive imposte dalla PAC. Grazie al Fondo Europeo Agricolo per lo Sviluppo Rurale (FEASR) previsto dalla PAC, è possibile accedere a finanziamenti anche per l'Italia, al tal proposito sono state elaborate dall'INEA un insieme di norme inerenti allo sviluppo rurale del nostro paese.

Le novità introdotte dal regolamento sono in primo luogo la definizione di obiettivi ben definiti che possano caratterizzare i progetti presentati dagli agricoltori, per ottenere i finanziamenti messi a disposizione dal FEASR, come ad esempio: il rispetto e la tutela della biodiversità nelle attività agricole, la creazione di opportunità di impiego e la valorizzazione del potenziale di sviluppo endogeno dei territori rurali, misure finalizzate a promuovere la conoscenza e a migliorare il capitale umano (formazione, insediamento giovani agricoltori, servizi di consulenza ecc.); un maggiore equilibrio finanziario tra i vari assi di intervento, al fine di garantire una migliore equità in relazione alle specifiche esigenze delle singole regioni.

Quindi nella nuova normativa viene anche considerato il tema ambientale anche se, almeno nel contesto italiano, fatica a trovare un proprio spazio all'interno della politica di sviluppo rurale.

Infine tra le novità del regolamento, viene dato spazio alle attività di monitoraggio e valutazione economica, che hanno assunto un'importanza via via crescente, per il fatto che tale strumento è essenziale per creare quelle condizioni conoscitive indispensabili per garantire la trasparenza (della spesa pubblica) e la visibilità dell'azione comunitaria, al fine di assicurare la ricostruzione di un quadro unitario a livello comunitario di quanto realizzato attraverso le politiche cofinanziate dall'Unione nei diversi paesi membri.

Inoltre non mancano infine dei precedenti italiani da seguire come esempio di buona gestione del territorio; per iniziare ad Uta (provincia di Cagliari) nel 1996/1997 il Centro di Assistenza Tecnica Agricola ha attivato un interessante Processo di Valutazione Rurale Partecipativa (PRA).

La PRA rientra in un insieme di approcci, metodi e comportamenti che rendono le persone capaci di condividere, analizzare e migliorare la conoscenza delle proprie condizioni di vita, e di programmare, mettere in atto, monitorare, valutare e riflettere sulla strategia comune da seguire per lo sviluppo della comunità. Un'applicazione pratica del PRA sono le scuole sul campo per agricoltori (FFS) che tengono conto dei principi dell'educazione non formale per adulti: per esempio gli agricoltori generalmente posseggono numerose conoscenze ed esperienze, ma allo stesso tempo false credenze e cattive abitudini.

Il percorso partecipativo sperimentato ad Uta è stato valido sia dal punto di vista formativo per i tecnici, i divulgatori e gli amministratori pubblici partecipanti, che per le ricadute sulla comunità. Le autorità ed i tecnici hanno avuto modo di conoscere meglio la realtà locale, rinsaldando i loro legami con la popolazione.

Inoltre è stato incrementato l'interesse nei confronti del Centro di Assistenza Tecnica Agricola, che dopo questa esperienza ha ricevuto molte più richieste di consulenza rispetto a quanto avvenisse precedentemente e gli agricoltori hanno formato dei gruppi di lavoro, che hanno portato alla definizione ed alla realizzazione di idee-progetto per un'agricoltura ecosostenibile e più remunerativa.

Infine in Alta Murgia verso la metà degli anni'90, Le aziende agricole che praticavano esclusivamente le attività di coltivazione e allevamento erano ormai destinate a scomparire per la loro insostenibilità economica.

Al contrario le aziende condotte da agricoltori non anziani hanno cominciato a svolgere anche altre attività, che si possono interpretare come differenti strategie per ovviare alla profonda crisi dell'agricoltura italiana mera produttrice di beni primari.

Nascono così agriturismi che svolgono attività di ristorazione, ospitalità, fattoria didattica, vendita diretta dei prodotti, educazione ambientale, seminari di vario genere, visite guidate e che realizzano delle strutture particolari come le pensioni per cavalli. Altri ancora hanno stabilito accordi con associazioni ambientaliste per la realizzazione di un centro di didattica ambientale; questo interessante esempio dimostra che anche nell'Alta Murgia è ampiamente possibile la collaborazione tra aziende agricole ed associazioni "ambientaliste" con benefici per entrambe: l'associazione, perseguendo le proprie finalità, impiega l'esperienza acquisita e le idee innovative e le applica sulle strutture messe a disposizione dall'azienda agricola, che così raggiunge l'imprescindibile obiettivo dell'incremento del reddito aziendale.

Per ciò che riguarda invece l'impatto che le opere di restauro hanno sulle popolazioni delle specie steppiche, è opportuno pensare a metodi alternativi di restauro seguendo l'esempio spagnolo. Infatti tali metodi, che prevedono l'inserimento di nidi artificiali nelle costruzioni, ad impatto visivo zero perché altamente mimetici in quanto costruiti con i stessi materiali dei caseggiati, non sono per nulla costosi ed irrealizzabili. È anche possibile installare nidi artificiali in prossimità del caseggiato rurale interessato dal restauro, così da offrire una valida alternativa all'animale che deve nidificare come ogni anno, esattamente come è stato fatto nel contesto spagnolo.

Infine, considerando le attività industriali volte alla produzione di energia a partire dagli idrocarburi, sarebbe auspicabile essendo il petrolio una fonte di energia esauribile, inquinata e quindi sempre più costosa sia da un punto di vista economico che ambientale, e considerando inoltre le recenti stime sullo sfruttamento di nuovi giacimenti, che suggeriscono in base alle riserve disponibili e le previsioni del

fabbisogno petrolifero mondiale futuro, che l'umanità abbia urgentemente bisogno di trovare fonti alternative di energia. Infatti secondo recenti stime, le nuove riserve di idrocarburi che saranno presumibilmente scoperte nei prossimi anni, considerando anche l'incremento della percentuale di petrolio estratto dalle riserve già note, che verrà reso possibile dal miglioramento delle tecnologie, fanno ritenere che il petrolio estratto sarà sufficiente a soddisfare i fabbisogni energetici dell'umanità fino al 2030-2040, tutto ciò senza tenere conto però dello sviluppo esponenziale dei paesi asiatici. Alternative a questa fonte energetica quindi devono essere ormai prese in seria considerazione, come l'energia solare mediante ad esempio l'impiego di specchi parabolici come proposto nel 2004 da Carlo Rubbia (fisico), ancora lo sviluppo e l'impiego di energia eolica ed idroelettrica nel rispetto del paesaggio o infine, si dovrebbe contemplare la possibilità di sfruttare fonti di energia pulita praticamente inesauribile come la fusione fredda. L'energia ricavata dai processi di fusione fredda o fusione nucleare è dello stesso tipo di quella che si libera nel Sole e nelle altre stelle, anche se al momento non è possibile ottenere un rendimento ottimale, se si investisse maggiormente in questo tipo di tecnologia anziché continuare ad investire sull'estrazione degli idrocarburi, certamente questa forma di energia diventerebbe la fonte di elettricità del futuro, assolutamente priva di scorie nocive.

Sarebbe forse auspicabile una politica economica nazionale ancora più rispettosa dell'ambiente e sicuramente più autonoma e propositiva di quanto effettivamente non sembri allo stato attuale delle cose.

Sarebbe vantaggioso inoltre introdurre nelle attività di monitoraggio non solo quello economico come proposto dall'INEA, ma anche quello ambientale, poiché una maggiore conoscenza dell'ecosistema porta ad un migliore sfruttamento di esso, certamente non inteso come prelievo indiscriminato di risorse, ma un prelievo proporzionato alle capacità del sistema stesso, il che significa una attività economica sostenuta dall'ecosistema, quindi certamente più efficiente e duratura.

In via concreta credo infine sia utile svolgere la seguente serie di attività e proposte calate nel contesto della realtà gelese:

- 1) attività di coinvolgimento e sensibilizzazione rivolte principalmente agli amministratori pubblici locali ed agli agricoltori sull'esempio di Uta
- 2) educazione ambientale per le scuole, perché dalle nuove generazioni si può pensare di coinvolgere l'intera comunità, nel rispetto e la tutela di un paesaggio ad oggi non riconosciuto dalla attuale popolazione perché, come dice il direttore della riserva del Biviere di Gela, "nell'immaginario collettivo e persino nei sogni, la notte, c'è solo il petrolchimico. Solo gli anziani sanno che non sta lì da sempre, che non è nato con la Piana..."
- 3) realizzazione di un centro di educazione ambientale
- 4) creazione di strutture per la nidificazione di alcune specie (Cicogna bianca, Grillaio, Ghiandaia marina) seguendo l'esempio spagnolo
- 5) non uso di prodotti fitosanitari ed erbicidi, o almeno un uso moderato
- 6) colture di leguminose a perdere per l'avifauna
- 7) mantenimento di punti d'acqua accessibili all'avifauna
- 8) ripristino e conservazione della vegetazione autoctona sulle sponde dei corsi d'acqua e costruzione di siepi per la separazione dei campi coltivati
- 9) la realizzazione di zone umide lungo i corridoi di migrazione per gli uccelli acquatici favorirebbe la sosta e l'alimentazione del flusso migratorio in primavera ed

autunno e creerebbe habitat ricchi di biodiversità anche per lo svernamento e la nidificazione

10) visto che la Piana del Signore ospita specie di notevole interesse biogeografico e conservazionistico, è necessario un ampliamento della ZPS fino a comprenderla tutta ed è anche necessaria una bonifica dell'area urbanizzata (industriale). Le specie di uccelli incluse nella Direttiva "Uccelli" avrebbero a disposizione così un'area più vasta in cui svernare, sostare, riprodursi e alimentarsi. Infatti per la presenza di salicornieti e per le altre caratteristiche del suolo come la sua peculiare salinità (vedi capitolo II), la Piana del Signore rappresenta per molte specie nidificanti a terra come la Pernice di mare un habitat ancora più naturale del Biviere di Gela o dei campi arati

11) si dovrebbero rinaturalizzare gli argini del Biviere di Gela e definire una fascia di rispetto lungo la linea di costa e delle buffer zones per aumentare la biodiversità e migliorare il paesaggio anche da un punto di vista estetico, allontanando le installazioni serricole oggi presenti sulla linea di costa

13) infine si potrebbe anche promuovere la produzione di prodotti biologici con relativi marchi di qualità, come è stato fatto in Spagna, in modo da incentivare l'imprenditoria giovanile nel rispetto del paesaggio, incentivare anche l'ecoturismo e le attività economiche ad esso connesse come è accaduto in Alta Murgia.

Bibliografia

Bentivogli B. & Boschi M., 1995. Le ragioni della natura. Cappelli Editore (libro).

Boening D., 1999. Ecological effects, transport, and fate of mercury: a general review . Chemoephre 40 (articolo).

Bohus M., 2004. Foraging habitat selection by the Roller on the northern limit of its distribution area (manifesto).

Boitani L., Corsi F., Falcucci A., Maiorano L., Marzetti I., Masi M., Montemaggiori A., Ottaviani D., Reggiani G., Rondinini C., 2002. Rete Ecologica Nazionale. Un approccio alla conservazione dei vertebrati italiani. Università di Roma "La Sapienza", Dipartimento di Biologia Animale e dell'Uomo; Ministero dell'Ambiente, -Direzione per la Conservazione della Natura; Istituto di Ecologia Applicata.

Brotons L., 2004. Modelling the effects of irrigation schemes on the distribution of steppe birds in Mediterranean farmland. Biodiversity and Conservation 13 (articolo).

Bruun B. e Singer A., 2004. Uccelli d'Europa. casa editrice Mondatori (guida).

Civita, 1994. Le carte della vulnerabilità degli acquiferi all'inquinamento: teoria e pratica. Zanichelli Ed (libro).

Connet, 2005. La gestione sostenibile dei rifiuti: aspetti etici, ambientali, sanitari. Seminario sulle diossine. Dip.Chimica Generale ed Inorganica Università di Palermo, 10/05/2005.

Corso A., 2005. Avifauna di Sicilia. Casa editrice L'Epos (libro).

Foster S.S.D., 1987. Fundamental concepts in aquifer vulnerabilità, pollution risk and protection strategy. (articolo).

Fondo Siciliano per la Natura, 2005. Guida agli uccelli delle riserve naturali orientate “bosco di Santo Pietro” e “Sughereta di Niscemi”. casa editrice Audax modulicontinui S.r.l. (guida).

Gariboldi A., Rizzi V. & Casale F., 2000. Aree importanti per l'avifauna in Italia. LIPU. (articolo archivio LIPU).

Gleick J., 1987. Caos. Biblioteca Universale Rizzoli (libro).

Gould S.J., 1994. Risplendi grande lucciola. Feltrinelli Editore (libro).

Granata T., 2005. Agro Alimentari da metalli pesanti nell'area industriale di Gela (Cl)- Università degli Studi di Messina - Facoltà di Scienze MM. FF. NN. Corso di Laurea in Chimica, Anno Accademico 2004/2005 (Tesi di laurea).

Guirrao A. e Nunez A., 2003. Estatus y distribucion potencial de Carraca en Murcia, sureste la penisula Iberica (articolo).

Harrison C., 1998. Nidi Uova e Nidiacei degli uccelli d'Europa. Franco Muzzio Editore (guida).

La Torre A., 2006. La Piana di Gela: deserto industriale o agro-ecosistema sostenibile?. Università degli Studi di Palermo – Facoltà di Scienze MM.FF.NN. Corso di Laurea in Scienze Naturali, Anno Accademico 2005-2006 (Tesi di laurea)

LIPU , 2007 - Banca dati, Ente Gestore “Riserva Naturale Biviere di Gela” - (ined.).

Lovelock J., 1992. L'Ipotesi Gaia. RED Editore (libro).

Lovelock J., 2006. La rivolta di Gaia. Rizzoli Editore (libro).

Mascara R., 1987. Naturalista Siciliano – IV, XI – La Ghiandaia Marina in un area della Sicilia meridionale (articolo).

Minissale P. e Sciandrello S., 2005. La vegetazione di Piano Stella presso Gela, un biotopo meritevole di conservazione. Quaderno di Botanica, 16 (2005):159-172 (articolo).

Odum E., 1988. Basi di Ecologia. Casa Editrice Piccin (libro).

Perry J. & Stanley J.T. Lory S., 2004. Microbiologia. Zanichelli Editore (libro).

Pieri, 2005. Petrolio. Ed. Zanichelli (libro).

Romano A., 2004. Rettili ed Anfibi d'Italia e d'Europa. Franco Muzzio Editore (guida).

Sarà M., 2006. Tutela della diversità negli ambienti aridi della Sicilia. Workshop "Geodiversità e biodiversità nel Mediterraneo ed in Sicilia" Palermo, 22 Maggio 2006.

SEO/Birdlife/LIPU, 2006. Sembramos Naturaleza, La agricultura debe ser una aliada de la biodiversidad y la sociedad rural (articolo).

Aspetti naturalistici ed antropici della Piana di Gela

Spagnesi M., L. Serra, 2003. Uccelli d'Italia. Quad. Cons. Natura, 16, Min. Ambiente . Ist. Naz. Fauna Selvatica (articolo).

Strayer L., 1975. Biochimica. Zanichelli Editore (libro).

Streit & Stumm, 1993. Plants as biomonitors, indicator of heavy metals in the process of bioaccumulation. Chemosphere 40 (articolo).

Vernansky V., 1929. La Biosfera. RED editore (libro).

Siti internet

Apat, carta geologica d'Italia:

http://www.apat.gov.it/carta_geologica/tavoletta.asp?foglio=272

Assessorato Agricoltura e Foreste Regione Sicilia :

<http://www.regione.sicilia.it/agricolturaeforeste/Assessorato/>

Bernard & Lawwerys, 1987- Labbeet, 1987 – Tsukamoto, 1979:

<http://www.smfn.unisi.it/corsolauree/scambientali/matdit/47.pdf>

Birdlife International:

<http://www.birdlife.org/index.html>

Commissione Europea, Agricoltura:

http://www.europa.eu.int/comm/agriculture/index_it.html

De Matteise & Lim, 1994:

<http://www.bbk.ac.uk/bcs/lim/publication>

Di Mauro, 2005:

http://www.agr.unipi.it/dbpa/idp/15_dimauro.pdf

Farina, 1993:

http://www.uniurb.it/glet/docs/farina/farina_pubbl.full.pdf

Lipu:

<http://www.lipu.it/iba/>

Aspetti naturalistici ed antropici della Piana di Gela

Il portale dei parchi italiani:

<http://www.parks.it/>

Natura 2000:

<http://www.natura2000benefits.org/>

Settore Conservazione della natura del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio:

[http://www.minambiente.it/Sito/settori_azione/scn/rete_natura2000/rete_natura2000.
asp](http://www.minambiente.it/Sito/settori_azione/scn/rete_natura2000/rete_natura2000.asp)