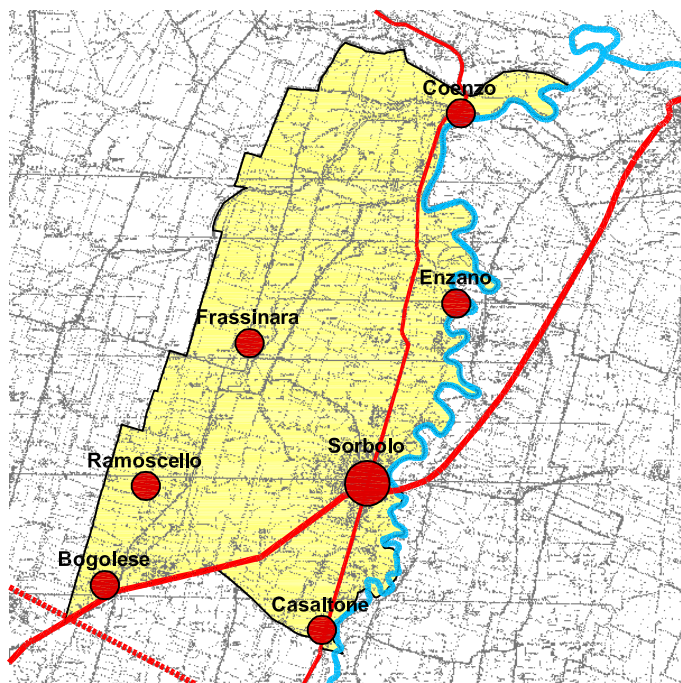


COMUNE DI SORBOLO
PROVINCIA DI PARMA

PIANO STRUTTURALE COMUNALE
P.S.C. 2001

(Legge Regionale 24 marzo 2000 n°20 e s.m.)



QUADRO CONOSCITIVO

ADOZIONE:

Del. C.C. n° ____ del ____

CONTRODEDUZIONE ALLE
OSSERVAZIONI E ALLE RISERVE:

Del. C.C. n° ____ del ____

APPROVAZIONE:

Del. G.P. n° ____ del ____

ELABORATO

...

ALLEGATO 3

DATA

Giugno 2001

TITOLO:

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

IL SINDACO:

IL SEGRETARIO:

PROGETTO:

AMBITER s.r.l. v.le Milazzo 35/b 43100 Parma tel. 0521-967431 fax 0521-967435 www.ambiter.it

Redazione a cura di:

dott. geol. Giorgio Neri
dott. geol. Michele Mazzoni
dott. agr. Giorgio Chiusa

Collaboratori: dott. amb. Sonia Pinazzi
dott. arch. Daniela Pisciotano

1	INTRODUZIONE	3
2	ANALISI TERRITORIALI	4
2.1	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	4
2.2	GEOLOGIA REGIONALE	5
2.2.1	ASSETTO STRUTTURALE DEL BACINO PADANO	5
2.2.2	LE SUCCESSIONI TERRIGENE MARINE E CONTINENTALI DEL QUATERNARIO	7
2.2.3	INQUADRAMENTO GEOLOGICO DELL'AREA DEL PIANO REGOLATORE	9
2.3	ASPETTI GIACIMENTOLOGICI	10
2.3.1	CARTA DEL TETTO DELLE GHIAIE	11
2.4	GEOMORFOLOGIA	12
2.4.1	PIANURA A CRESCITA VERTICALE	13
2.4.2	SISTEMA ARGINALE	14
2.4.3	SISTEMA IDROGRAFICO SUPERFICIALE MINORE	14
2.4.4	CARTA DELLA RETE IDROGRAFICA MINORE E DELLE AREE ESONDATE SU BASI STORICHE	15
2.4.5	ANTICHI TRACCIATI DEL TORRENTE ENZA E DEL TORRENTE PARMA	16
2.4.6	CARTA ALTIMETRICA E CLIVOMETRICA	17
2.5	IDROGEOLOGIA	18
2.5.1	COMPORTAMENTO IDRODINAMICO DEGLI ACQUIFERI	19
2.5.2	VULNERABILITÀ DEGLI ACQUIFERI	21
2.5.3	USO E QUALITÀ DELLE ACQUE SOTTERRANEE	22
2.5.4	USO E QUALITÀ DELLE ACQUE SUPERFICIALI	23
2.5.5	GIUDIZIO DI QUALITÀ DELLE ACQUE SUPERFICIALI ATTRAVERSO GLI INDICATORI BIOLOGICI	24
3	CLIMATOLOGIA	25
3.1	INQUADRAMENTO TERRITORIALE	25
3.2	TERMOMETRIA	27
3.3	PLUVIOMETRIA	27
3.4	CONDIZIONI TERMOPLUVIOMETRICHE	28
3.5	UMIDITÀ	29
3.6	DIREZIONE E VELOCITÀ DEL VENTO	30
4	ANALISI AGROECOLOGICA	31
4.1	INQUADRAMENTO FITOGEOGRAFICO	31
4.2	CARATTERISTICHE AGROVEGETAZIONALI	31
4.3	POPOLAMENTI VEGETALI NATURALI	33
4.4	CENOSI A VEGETAZIONE ARBOREA, ARBUSTIVA ED ERBACEA, PARANATURALI.	34
4.5	METODOLOGIA D'INDAGINE	35
4.5.1	METODI DI STUDIO DELLA VEGETAZIONE	36
4.6	LA SCELTA DELL'INDICE ECOLOGICO	36
4.7	LE CARATTERISTICHE AGROECOLOGICHE E PEDOLOGICHE DEI SUOLI	38
5	ASPETTI IDRAULICI	44
5.1	CARATTERIZZAZIONE IDRAULICA DEL TORRENTE ENZA	44
5.2	CARATTERISTICHE IDROLOGICHE IN PIENA	44
5.3	ASSETTO GEOMORFOLOGICO E IDRAULICO DELL'ALVEO	48
6	RISCHIO IDRAULICO	50
6.1	CRONISTORIA DEI PRINCIPALI EVENTI ALLUVIONALI DEL COMUNE DI SORBOLO	50
6.2	CARTA DEL RISCHIO IDRAULICO	52
7	BILANCIO TERRITORIALE	54
Ambiter S.r.l.		1

7.1	UNITÀ DI PAESAGGIO	54
7.1.1	CARTA DELLE MICROUNITÀ DI PAESAGGIO	56
7.2	CARTA DEI LIMITI	58
8	CONCLUSIONI	60
8.1	RISCHIO IDRAULICO	60
8.2	RISCHIO MORFOLOGICO	60
9	BIBLIOGRAFIA	61

1 INTRODUZIONE

Su incarico dell'Amministrazione comunale di Sorbolo è stato realizzato uno studio territoriale di natura geologico-ambientale per la redazione del Piano Regolatore Generale 2001.

Tutte le indagini ed i relativi elaborati tecnici e cartografici sono stati eseguiti in ottemperanza alle disposizioni legislative e agli strumenti di pianificazione regionali vigenti, tra cui:

- Decreto Ministeriale LL.PP. del 11.03.1988;
- Circolare attuativa n° 30483 del 24.09.1988;
- Legge Regionale n° 20 del 24.03.2000;
- Piano Territoriale Paesistico Regionale.

Il presente studio è stato finalizzato alla definizione delle caratteristiche geologiche, morfologiche ed idrauliche del Comune di Sorbolo, in modo da fornire uno strumento conoscitivo del territorio per guidare la scelta delle aree di espansione edilizia.

L'analisi ai principali tematismi ambientali e territoriali è stata mirata alla valutazione del rischio idraulico e morfologico in modo da ottenere gli elementi e i parametri necessari per una corretta gestione del territorio comunale, nel rispetto della sua vocazione e delle sue compatibilità.

Gli aspetti geologici e geomorfologici sono stati desunti tramite un accurato rilievo aerofotogrammetrico e ripetuti sopralluoghi in sito, oltre all'analisi delle documentazioni bibliografiche e prospezioni geofisiche esistenti a riguardo.

Gli aspetti idrologici sono stati condotti attraverso un'attento rilevamento del livello piezometrico misurato nei pozzi monitorati sul territorio comunale e confrontando i dati ottenuti con i valori ricavati da campagne di rilevamento precedenti.

Per quanto concerne i dati climatologici si è ricorso all'elaborazione dei dati riportati negli Annali Idrologici, nel periodo che va dal 1967 al 1986.

La qualità idrochimica delle acque superficiali e sotterranee è stata invece valutata analizzando la documentazione esistente a riguardo, complementandola con elaborazioni grafiche ed ampliandola con approfondimenti mirati alla finalità dello studio in questione.

Gli aspetti idraulici sono stati sviluppati attraverso un'indagine delle varie portate registrate nell'ultimo secolo alla stazione idrometrica di Sorbolo ed elaborando i dati ricavati, considerando sia la morfologia del tratto di alveo analizzato, sia la geometria delle sezioni di deflusso considerate.

La sismicità del territorio comunale è stata infine definita sulla base della vigente legislazione in materia e considerando i terremoti manifestatisi nel territorio della Provincia di Parma e nelle regioni limitrofe (catalogo ENEL – PFG, bollettino sismico dell'Istituto Nazionale di Geofisica e rapporti sull'attività sismica dell'Istituto di Geofisica e Geodetica dell'Università di Genova).

2 ANALISI TERRITORIALI

2.1 Inquadramento geografico

Il Comune di Sorbolo si estende all'interno della pianura emiliana occidentale, nella porzione nord-orientale della provincia di Parma.

Di estensione complessiva pari a circa 40 Km² occupa un'ampia porzione della bassa pianura parmense.

Il territorio comunale ricade all'incirca, in corrispondenza del parallelo 44°50' di latitudine nord e del meridiano 10°26' di longitudine est.

E' delimitato ad est dal Torrente Enza, a nord-nord ovest dal Comune di Mezzani e confina a sud-sud ovest con il Comune di Parma.

Dal punto di vista cartografico il Comune di Sorbolo è compreso nelle seguenti tavole C.T.R. alla scala 1:25.000:

- n.182 SO Parma Nord-Est
- n.182 NO Colomo

La cartografia in scala 1:10.000 è invece rappresentata dalle seguenti sezioni:

- n°182100 Frassinara
- n°182140 Sorbolo
- n°182130 Parma Nord-Est
- n°182090 Torile
- n°182060 Mezzani

La morfologia risulta nel complesso piana con pendenze che variano mediamente da un massimo di 0.6% ad un minimo inferiore allo 0.1%.

La quota minima è di metri 25 s.l.m. in prossimità del limite settentrionale del Comune, mentre la quota massima di 37 metri s.l.m. si registra a sud in prossimità dell'abitato di Chiozzola.

La suddivisione comunale per destinazione produttiva è rappresentata in grande maggioranza da terreni agricoli coltivati a seminativo o a prato; le aree densamente urbanizzate o comunque destinate ad attività industriali ed artigianali in genere rimangono invece confinate intorno agli abitati di Sorbolo, Chiozzola, Casaltone e Coenzo.

Nella fig. 1 "Inquadramento geografico" viene raffigurato il Comune di Sorbolo nel contesto territoriale della provincia di Parma.

2.2 Geologia regionale

L'area del Piano Regolatore nel quadro geologico territoriale ricade all'interno del bacino di sedimentazione padano; si tratta di vasto golfo, delimitato a cintura dai rilievi appenninici ed alpini, rappresentante il prolungamento verso ovest del Mare Adriatico.

Il bacino padano è colmato da una potente coltre di sedimenti marini e fluviali, di età compresa tra il Mesozoico e l'attuale, che ricoprono un basamento cristallino metamorfico del Paleozoico.

Seguendo lo schema dei rapporti stratigrafici di Dondi (1982), le sezioni geofisiche di Pieri e Groppi (1981) e il panorama geologico del Pedepennino, la copertura sedimentaria, al di sopra del basamento cristallino fino al piano campagna, si compone delle seguenti unità:

- successioni calcaree di ambiente di piattaforma del Giurassico - Cretacico inf. (sondaggio AGIP di Bagnolo in Piano - Reggio Emilia);
- successioni arenaceo-marnose del Miocene;
- successioni sabbiose-argillose del Pliocene;
- successioni terrigene marine e continentali del Quaternario.

Le esplorazioni effettuate dall'AGIP hanno inoltre messo in evidenza che la successione sedimentaria del quaternario presenta, in corrispondenza dell'asse fluviale del Po (Provincia di Parma), una potenza di circa 1.500 – 2.000 metri, mentre quella Plio - Miocenica di circa 6.000 – 7.000 metri.

2.2.1 Assetto strutturale del bacino padano

La geometria del bacino padano, nonostante l'apparente monotonia della superficie prevalentemente pianeggiante, in profondità risulta molto "complesso" (senso Ricci Lucchi, 1986) ed interessato da sovrascorrimenti, duplicazioni, ondulazioni e pieghe, generate dalle stesse spinte orogenetiche che hanno determinato la formazione delle Alpi e degli Appennini.

Tali strutture sono l'espressione della collisione continentale tra la placca Corso – Sarda (propaggine sud-ovest della zolla tettonica euroasiatica) e la placca Adriatica. Le deformazioni formatesi e la parziale subduzione della zolla adriatica sotto quella Corso – Sarda sono all'origine delle spinte nord-est vergenti, impresse dal movimento rotazionale della zolla africana a seguito dell'estensione dell'Oceano Atlantico.

Nel bacino padano le deformazioni hanno interessato sia la successione terrigena terziaria, scollata alla base in corrispondenza delle formazioni marnose, probabilmente dell'Oligocene-Miocene medio, sia la successione carbonatica mesozoica, scollata dal basamento cristallino paleozoico al livello delle formazioni triassiche.

La successione quaternaria appare invece priva di deformazioni tettoniche e la presenza di strutture lenticolari, anche assai pronunciate con ampie ondulazioni (Castellarin et al., 1985), possono essere interpretate come il riempimento in prevalenza passivo delle depressioni residue del sistema bacinale precedente.

A livello delle formazioni mesozoiche e mio-plioceniche sono quindi presenti diverse strutture tettoniche che conferiscono al substrato bacinale pliocenico un assetto morfologico molto vario con dorsali e bacini completamente sepolti dalle sequenze sedimentarie del quaternario.

Nel settore emiliano sono presenti due serie di thrusts sepolti a sviluppo sequenziale frontale, costituenti sistemi di grandi pieghe asimmetriche con andamento anticlinalico. Essi si sono formati attraverso faglie inverse e sovrascorrimenti immergenti verso sud - ovest con inclinazioni comprese tra i 15° e i 30°.

In letteratura geologica queste zone di scollamento tettonico sono note come "External Thrust Front", sull'allineamento Parma – Cremona – Pavia, e "Pedepenninic Thrust Front", lungo il margine morfologico dell'Appennino Settentrionale.

In realtà esse si estendono su scala regionale in tutto il bacino padano da ovest ad est per convergere verso sud, all'altezza di Ravenna, seguendo l'allineamento Appennini – Mare Adriatico. L'External Thrust Front e il Pedepenninic Thrust Front rappresentano la linea di sutura tra la placca Corso – Sarda (propaggine sud-ovest della zolla tettonica euroasiatica) e la placca Adriatica.

L'External Thrust Front, in pianura padana, è suddiviso in tre margini planimetricamente arcuati, denominati da ovest verso est "Piemonte Folds", "Emilia Folds" e "Ferrara Folds". A sud delle "Ferrara Folds", si estendono altri sistemi di thrust, sempre associati al meccanismo di deformazione delle precedenti, noti come "Romagna Folds" e "Adriatico Folds".

L'External Thrust Front è quindi caratterizzato da una serie di strutture ad arco, concave verso sud, che si raccordano in due zone di incrocio (Pavia e Reggio Emilia), dove il fronte appare notevolmente arretrato (v. Fig. 2).

Questo assetto strutturale è probabilmente dovuto alla presenza, nella crosta superiore padana, di zone con maggiore rigidità che hanno impedito lo scollamento delle successioni mesozoiche e terziarie dal basamento sottostante, bloccando in tal modo la traslazione verso nord (Bernini e Papani, 1987).

Le principali cause sono imputabili alle manifestazioni magmatiche effusive, subvulcaniche ed epiplutoniche del Paleozoico, Trias medio e Terziario (in parte accertate nei pozzi profondi AGIP), verosimilmente responsabili delle maggiori anomalie magnetiche positive della Pianura Padana (Bolis et al., 1981).

Le anomalie risultano, infatti, in larga misura coincidenti con le porzioni più arretrate dell'External Thrust Front e delle zone di incrocio fra gli archi. In particolare l'anomalia presente a sud del Lago di Garda, estesa dal Mantovano fino a alla pianura parmense e reggiana, corrisponde alla zona di incrocio tra Emilia Folds" e "Ferrara Folds", mentre l'anomalia presente nella zona di Pavia, estesa nella pianura pavese e allessandrina, corrisponde alla zona di incrocio tra Emilia Folds" e "Piemonte Folds".

Nel complesso l'External Thrust Front" (ETF) esprime la zona di confine tra la regione "Alpine Homocline", a nord (zolla Adriatica), e la regione "Apennines" (zolla Corso - Sarda), a sud. In altri termini costituisce una dorsale sepolta (o alto strutturale) che divide verso nord il bacino subsidente padano vero e proprio, sede degli accumuli sedimentari più rilevanti, da un bacino minore o satellite, racchiuso tra la dorsale stessa e la catena appenninica (v. Fig. 2).

Il Pedepenninic Thrust Front è invece costituito da un margine, planimetricamente parallelo al limite morfologico dell'Appennino settentrionale, segmentato da faglie trasversali, coincidenti con alcuni dei principali corsi d'acqua (Stirone, Taro, Enza, ecc.). Si tratta di una serie di thrusts e duplicazioni crostali che hanno determinato il sollevamento e il basculamento dei depositi affioranti nella fascia pedepenninica.

Le faglie trasversali al Pedepenninic Thrust Front sono inoltre all'origine della suddivisione dell'Appennino settentrionale in settori a differente comportamento tettonico, responsabili altresì della traslazione differenziale dei vari settori dell'Appennino settentrionale come appunto testimoniano le rientranze del margine appenninico tra il F. Taro e il T. Enza e tra i F. Panaro e il F. Reno.

Nel complesso il Pedepenninic Thrust Front (PTF) esprime la zona di confine tra la catena appenninica e il bacino satellite che si apre verso nord racchiuso tra i primi rilievi dello stesso Appennino e l'alto strutturale relativo all'External Thrust Front (ETF).

Verso settentrione sull'allineamento Lodi - Peschiera del Garda – Val d'Adige, è presente un'altra zona di scollamento tettonico, contraddistinta in questo caso da thrusts con sviluppo sequenziale a ritroso, contrapponendosi al sistema strutturale di tipo frontale dell'External Thrust Front e del Pedepenninic Thrust Front.

Le regioni compresa tra i suddetti sistemi di thrusts sono contraddistinte da sistemi bacinali subsidenti nei quali si assiste ad un notevole ispessimento dei sedimenti marini e continentali: il sistema racchiuso tra l'External Thrust Front e il Pedepenninic Thrust Front è noto come "bacino satellite", mentre il sistema che si estende a nord dell'External Thrust Front è conosciuto come "Alpine Homocline".

Nel complesso si tratta di strutture depresse profonde con andamento tipicamente sinclinalico. In questi settori la subsidenza è instaurata da vari milioni di anni ed in maniera più accentuata dall'inizio del Pliocene con tasso di abbassamento di 1 o più mm all'anno.

2.2.2 Le successioni terrigene marine e continentali del Quaternario

I depositi affioranti nel territorio comunale appartengono al sistema della conoide alluvionale del Fiume Taro sedimentato durante il Quaternario. Questa era geologica (contemporanea), nella storia evolutiva del paesaggio padano è stata di rilevante importanza, in quanto sono state definiti i lineamenti fondamentali del paesaggio a cui noi oggi assistiamo.

Il Quaternario (iniziato a partire da 1.8 M.A. fino ai giorni nostri) è stato caratterizzato, a livello globale, da ripetute variazioni climatiche che hanno comportato variazioni negative delle temperature medie annuali di 8 - 10°C rispetto al valore attuale. Tali condizioni determinarono l'accumularsi sui continenti e sui mari di enormi quantità di ghiaccio (specie nelle catene montuose elevate ed alle alte latitudini) e notevoli oscillazioni eustatiche del livello marino.

Le glaciazioni quaternarie più significative sono avvenute nell'ultimo milione di anni (Pleistocene) ed hanno impresso evidenti testimonianze, tra cui: i grandi anfiteatri morenici pedalpini (Garda, Iseo, Brianza, Como, Ivrea, ecc.), le ampie piane ghiaioso-sabbiose proglaciali loro antistanti, i circhi glaciali e i depositi morenici lungo il crinale principale dell'Appennino settentrionale.

Nella cronologia glaciale alpina sono state utilizzate le famose suddivisioni di Penck e Bruckner (1909). Essi hanno individuato, ai piedi dei versanti settentrionali e meridionali delle Alpi, i resti di cinque episodi glaciali che, dal più antico al più recente, sono: Donau, Gunz, Mindel, Riss e Wurm.

Ogni glaciazione è intervallata da un periodo denominato interglaciale dove si assistono condizioni di miglioramento climatico e soprattutto temperature medie decisamente più alte. Il periodo attuale, l'Olocene, non è altro che una fase interglaciale con clima caldo.

L'alternarsi degli stadi glaciali ed interglaciali sono all'origine delle oscillazioni eustatiche del livello marino. In particolare le glaciazioni sono responsabili delle regressioni marine e conseguentemente dell'espansione delle terre emerse, mentre i periodi interglaciali sono imputabili delle trasgressioni marine e quindi dell'invasione delle acque.

Analogamente al culmine delle fasi fredde si determina, pertanto, uno stazionamento basso del mare (massima regressione), mentre durante la punta più accentuata di miglioramento climatico si determina uno stazionamento alto del mare (massima trasgressione).

Occorre comunque sottolineare che oltre alle condizioni climatiche, le oscillazioni eustatiche dipendono da altri fattori tra cui: i movimenti di origine tettonica, il tasso di subsidenza (l'entità dell'abbassamento della superficie terrestre o del fondo marino) e il tasso di sedimentazione (la quantità di materiale che si deposita in un punto nell'unità di tempo).

A titolo esemplificativo occorre menzionare che nelle condizioni di trasgressione marina possono verificarsi fenomeni di regressione per eccesso di sedimentazione da parte di un corso d'acqua; come il caso del delta del Po negli ultimi secoli, progradato verso est in regime di stazionamento alto del livello marino, per la grande quantità del suo apporto solido.

Il corpo sedimentario che si forma fra le due posizioni estreme del livello marino corrisponde ad un cosiddetto ciclo sedimentario completo di tipo eustatico e, in senso tridimensionale, a una sequenza deposizionale. Quest'ultima, di solito, comprende diverse facies sedimentarie, verticalmente ordinate a formare un'unità di spessore definito e delimitata, a letto e a tetto, da superfici concordanti o discontinue.

Il bacino padano, costituendo un golfo del Mare Adriatico relativamente poco profondo, posto ai margini di terre emerse, fu interessato dalle variazioni eustatiche del livello marino per tutta la sua ampiezza: più volte rimase totalmente sommerso per ingressione dalle acque marine ed altrettante volte fu abbandonato per regressione delle medesime.

Nel Quaternario sono comunque prevalenti due fasi principali: quella di bacino prevalentemente marino, da 1,8 a 0,8 M.A. (Pleistocene inferiore), e di bacino prevalentemente continentale o alluvionale, da 0,8 M.A. fino ai giorni nostri (Pleistocene medio - Olocene). La prima fase è coeva alle glaciazioni Donau e Gunz (comprese fasi interglaciali), mentre la seconda è più o meno corrispondente alle glaciazioni Mindel, Riss e Wurm (comprese fasi interglaciali).

Durante i periodi di massima espansione glaciale, come già accennato, avviene la regressione del livello marino e l'estensione delle superficie emerse. I bacini glaciali, nella breve stagione di disgelo, alimentano grandi fiumi di ablazione glaciale (scaricatori glaciali), che distribuiscono nel bacino padano i sedimenti trasportati, molti dei quali presi in carico attraversando gli anfiteatri morenici spogli di vegetazione, costruendo, allo sbocco delle rispettive vallate, potenti sistemi di conoidi prevalentemente ghiaiose e sabbiose.

L'erosione si intensifica non solo per l'aumento delle portate dei corsi d'acqua, ma anche per l'aumento dell'inclinazione dei letti fluviali, in quanto si trovano a defluire in mare a quote più basse. Quando i ghiacci si sciolgono durante i periodi caldi interglaciali il mare tende a rioccupare la pianura, però deve interagire con la grande quantità di sedimenti portati dai corsi d'acqua nel corso della fase glaciale.

Nell'Italia settentrionale l'ultimo dei vari episodi glaciali sopracitati (Wurm) comportò la formazione di grandi ghiacciai che si svilupparono nelle principali valli alpine e nella zona di crinale dell'Appennino settentrionale. Il livello del mare era in una situazione di stazionamento basso ed il delta del Po si trovava all'altezza di Pescara; l'alveo dell'antico Po (o Paleopo) si trovava vicino al margine appenninico della Romagna e decisamente spostato più a sud, nell'attuale pianura emiliana.

Nell'Olocene (periodo post-glaciale successivo) riprese la progressiva trasgressione del livello marino fino ad occupare la posizione attuale e contemporaneamente il Fiume Po acquistò una posizione centro-padana.

Attualmente la pianura padana corrisponde ad una fase postglaciale, nella quale il livello marino è relativamente elevato, trovandosi in una posizione di circa 120 m sopra la quota di massima regressione tardo-pleistocenica (Wurm) e tra le massime elevazioni raggiunte dal mare nel Quaternario.

In riferimento alla storia evolutiva della pianura padana durante il quaternario, i depositi accumulatisi in questa era, possono essere suddivisi, in senso stratigrafico, in una porzione inferiore di depositi di ambiente marino (Qm) e in una porzione superiore (successione affiorante) di depositi di ambiente continentale (Qc).

I tecnici del Servizio cartografico e geologico della Regione Emilia Romagna hanno ripartito i depositi marini (Qm) in tre cicli progradazionali (Qm1, Qm2 e Qm3), ben individuabili nei profili sismici AGIP, e i depositi continentali in due unità stratigrafiche principali (Unità Emiliana Inferiore e Unità Emiliana Superiore).

I sedimenti basali dell'unità "Qm1" sono prevalentemente fini, in quanto appartengono ad un ambiente marino relativamente profondo, viceversa le unità "Qm2" e "Qm3" sono caratterizzate in prevalenza da sabbie e ghiaie di ambiente deltizio con, locale, sviluppo di livelli torbosi di ambiente lagunare.

L'Unità Emiliana Inferiore (SEI) è costituita da depositi alluvionali prevalentemente fini con intercalazioni di corpi ghiaiosi e sabbiosi nastriformi, riferibili ad antichi paleoalvei fluviali, dotati di limitata continuità laterale.

L'unità Emiliana Superiore (SES) ha avuto origine a partire da circa 470.000 anni fa, dopo un'importante fase tettonica con la quale ebbe inizio la rapida progradazione dei sistemi di conoide alluvionale nella zona antistante ai rilievi appenninici ed alpini e dei sistemi fluvio-deltizi lungo la fascia del Po. Essa nella pianura parmense è costituita dalle seguenti caratteristiche:

- dal margine morfologico dell'Appennino fino all'altezza dell'Autostrada del Sole, in corrispondenza del Fiume Taro, e della via Emilia e poco oltre, lungo l'asse del T. Parma e del T. Enza, sono presenti depositi prevalentemente ghiaiosi nelle aree attigue e contigue dei corsi d'acqua principali e limi e/o argille prevalenti o comunque più abbondanti nelle aree interfluviali. Il rapporto tra materiali grossolani e fini, elevato nella zona di alta pianura, decresce linearmente procedendo verso valle e verso le zone più interne delle aree interfluviali, fino a valori medi, generalmente superiori all'unità. I sedimenti sono organizzati in grandi sistemi di conoide alluvionale, dove le litologie grossolane (ghiaie e sabbie) costituiscono estesi corpi tabulari, interdigati da cunei di materiali essenzialmente fini (limi ed argille). Il tratto di pianura con la successione sedimentaria descritta è comunemente definito "Pianura pedemontana" ed è appunto il frutto della coalescenza dei sistemi di conoide alluvionale;
- dall'Autostrada del Sole, in corrispondenza del Fiume Taro, e dalla via Emilia e poco oltre, lungo l'asse del T. Parma e del T. Enza, fino a qualche chilometro dall'asse fluviale del Po, sono presenti depositi prevalentemente fini argillosi e/o limosi attraversati in senso meridiano da corpi nastriformi di ghiaie e sabbie; il rapporto tra materiali grossolani e fini risulta generalmente inferiore all'unità. In profondità si rinvencono inoltre, con maggior frequenza procedendo verso nord, potenti bancate sabbiose, riferibili ad antichi paleoalvei del fiume Po, a testimonianza della migrazione del corso d'acqua medesimo verso nord. Il tratto di pianura con la successione sedimentaria descritta è comunemente definita "Piana dei tributari appenninici della Pianura a crescita verticale";

- lungo l'asse del Fiume Po per un'area di estensione di circa qualche chilometro si estende la fascia di meandreggiamento del corso d'acqua medesimo. I depositi sono costituiti da spesse bancate di sabbie prevalenti e ghiaie, interdigitate da corpi lentiformi di argille e limi; il rapporto tra materiali grossolani e fini risulta alto. Il tratto di pianura con la successione sedimentaria descritta è comunemente definito "Piana di meandreggiamento del Fiume Po della Pianura a crescita verticale".

L'area interessata dal Piano Regolatore del Comune di Sorbolo si estende nella Pianura a crescita verticale, tra la piana dei tributari appenninici e quella di meandreggiamento del Fiume Po.

Nella Fig. 2 è rappresentata la sezione schematica della pianura e dei depositi continentali dell'Unità Emiliana Superiore.

2.2.3 Inquadramento geologico dell'area del Piano Regolatore

I depositi affioranti nell'ambito territoriale comunale, appartengono all'Unità Emiliana Superiore, descritta nel precedente cap. 2.2.2. In particolare i depositi superficiali sono relativi all'arco temporale compreso tra 0 e 7500 anni fa e sono legati agli ambienti deposizionali del Fiume Enza, nella parte meridionale dell'area cartografata; spostandosi a nord, il dominio deposizionale appartiene invece in prevalenza alle alluvioni del Fiume Po.

Nella Carta Geologica (v. Tav. A.3.1), essi sono stati suddivisi in diverse sottounità sulla base delle loro caratteristiche morfologiche, stratigrafiche e pedologiche (profilo di alterazione dei suoli; per una sezione verticale con spessore di almeno 1,5 metri). Oltre al rilievo di dettaglio in sito, nella zonizzazione geologica sono state consultate anche le seguenti documentazioni cartografiche:

- Carta geologica dei depositi quaternari della Provincia di Parma (1996). Servizio Cartografico - Ufficio Geologico della Regione Emilia Romagna.
- I suoli dell'Emilia Romagna - Carta 1 : 250.000 (1994). Servizio Cartografico - Ufficio Geologico della Regione Emilia Romagna.

Depositi dell'alveo di piena e area golenale

Il corso d'acqua principale, che interessa le zone di specifico interesse, è rappresentato dal Torrente Enza.

La conformazione del rilievo è caratterizzata, in rapporto alla competenza del corso d'acqua, da un alveo inciso nel materasso alluvionale e da una zona golenale, più o meno ampia, sottesa da rilevati arginali.

Nell'alveo di piena dei corsi d'acqua si assiste all'affioramento di depositi alluvionali attuali, soggetti ad un continuo processo di mobilitazione.

Nell'alveo inciso del Torrente Enza, le sabbie, talora anche grossolane, affiorano dalla Via Emilia fin poco più a nord del centro abitato di Casaltone. Nelle fasce golenali le litologie prevalenti sono rappresentate da sabbie fini, limi e limi sabbiosi.

A nord dell'abitato di Casaltone, la litologia prevalente anche nella porzione di alveo inciso, è rappresentata da sedimenti limosi.

Da monte a valle si assiste comunque ad un generale decremento delle classi granulometriche con aumento del grado di cernita.

Depositi recenti e medio-recenti di argine naturale o dosso fluviale

Sottounità affiorante prevalentemente nelle zone interfluviali (dossi) e a lato dei corsi d'acqua nel tratto relativo alla pianura a crescita verticale.

Si ritiene che la deposizione di questa sottounità sia inquadrabile nell'ambito degli eventi alluvionali che hanno caratterizzato gli ultimi 1.500 anni di storia evolutiva.

I sedimenti caratterizzano dossi debolmente rilevati rispetto il piano campagna. Essi presentano generalmente una forma allungata secondo l'asse del corso d'acqua e sono caratterizzati da un profilo trasversale convesso con pendenza che varia tipicamente da 0,1 a 0,3%.

I depositi di argine naturale o dosso fluviale sono caratterizzati da una successione costituita in prevalenza da sabbie fini, limi e limi sabbiosi ai quali si intercalano livelli di sabbie medie e grossolane, con spessore generalmente di qualche decimetro, riferibili a processi di rotta fluviale.

Depositi di piana inondabile recenti e medio recenti

Sottounità della pianura a crescita verticale affiorante nelle parti più interne e depresse delle zone interfluviali. La morfologia risulta pianeggiante e a profilo concavo, con pendenze spesso minori dello 0,1%; anticamente queste aree erano sede di paludi. Possono presentare al loro interno ondulazioni e modesti rilievi, riferibili a depositi di argine naturale. Sono inoltre solcati da una fitta rete di canali artificiali per il deflusso delle acque di scorrimento superficiale.

I depositi di piana inondabile sono i materiali più fini del sistema di pianura alluvionale; predominano infatti limi e argille di decantazione con rare intercalazioni sabbiose in strati generalmente centimetrici. Localmente si rinvencono livelli torbosi. Si ritiene che la deposizione di questa sottounità sia inquadrabile nell'ambito degli eventi alluvionali che hanno caratterizzato gli ultimi 1.500 anni di storia evolutiva.

Nella piana a crescita verticale, le sabbie fini e/o limi sono le litologie prevalenti.

Depositi di paleoalveo

I depositi di paleoalveo sono relativi ad antichi tracciati del Fiume Enza o del Torrente Parma (localmente anche della rete idrografica minore) attualmente estinti.

In alcuni casi, la conformazione del rilievo è tipicamente caratterizzata da leggere depressioni nel piano campagna con forma allungata, raramente delimitate da scarpate. In questi drenaggi naturali è impostato un cavo artificiale preposto alla raccolta e allo smaltimento delle acque meteoriche.

Tuttavia, spesso, l'attività antropica ha completamente alterato l'antica forma del paleoalveo fluviale. Rimane a volte, quale traccia di riconoscimento, l'andamento irregolare o arquato dei fossi di scolo realizzati durante gli interventi di bonifica agraria.

La successione stratigrafica dei depositi di paleoalveo è tipicamente caratterizzata da una sequenza fining upward, costituita da un substrato grossolano (ghiaie e/o sabbie) che degrada verso l'alto a litologie fini (limi e/o argille).

2.3 Aspetti giacimentologici

Il territorio del Comune di Sorbolo è caratterizzato dall'affioramento dei depositi alluvionali recenti e medio-recenti relativi ai processi deposizionali del Torrente Enza e del Fiume Po.

Si tratta di 2 sottounità della Pianura a crescita verticale: la piana dei tributari appenninici a sud e quella di meandreggiamento del Fiume Po, nella parte settentrionale dell'ambito comunale.

La successione stratigrafica è nel complesso costituita da potenti bancate di materiale fine, argilloso o limo-argilloso, intercalati localmente da strati sabbiosi o ghiaiosi, a giacitura suborizzontale e geometria lenticolare.

Spostandosi via via verso nord e avvicinandosi alla zona di dominio deposizionale del Fiume Po, aumentano queste bancate di materiale sabbioso, con potenza anche considerevole, maggiore di 30 metri.

La definizione quantitativa e qualitativa dei sedimenti è stata ottenuta attraverso un'analisi di dettaglio delle indagini geognostiche eseguite nell'area e dalla rielaborazione delle stratigrafie risultanti dalle trivellazioni di pozzi ad uso irriguo, realizzati in ambito comunale.

I dati raccolti, al fine di realizzare lo studio giacimentologico del territorio, si sono basati sulle seguenti fonti documentologiche:

- Pozzi idrici nella pianura delle province di Parma e Piacenza (Franco Petrucci).
- Rete di controllo dei corpi idrici sotterranei (L'acquifero parmense – 1992).
- Piano Regolatore del Comune di Parma - Indagine geognostica.
- Censimento pozzi ad uso irriguo del Comune di Sorbolo (Autorità di bacino).

Le risultanze finali evidenziano, per l'area in esame, un andamento litostratimetrico sostanzialmente omogeneo costituito da una successione di materiali fini, limo-argillosi, intercalati da strati di potenza variabile di materiale più grossolano; ghiaie o sabbie.

Soltanto più a nord, in prossimità della piana di meandreggiamento del Fiume Po', l'andamento litostratimetrico muta, passando a litologie prevalentemente sabbiose, intercalate da bancate di materiale argilloso.

2.3.1 Carta del tetto delle ghiaie

Il Comune di Sorbolo è caratterizzato nel suo complesso da una litologia giacimentologica abbastanza omogenea.

Nell'area in esame affiorano prevalentemente depositi fini, di natura argillosa e/o limosa.

Sono questi depositi caratteristici di ambienti deposizionali di bassa energia, in cui le fasi di sedimentazione avvengono per sola decantazione o per correnti trattive molto deboli.

Sono questi ambienti di deposizione caratteristici delle piane alluvionali esterne agli argini fluviali e al dominio delle correnti canalizzate, dove le acque, alimentate dai flussi di tracimazione, hanno occasione di ristagnare per lungo tempo. Depositati prevalentemente ghiaiosi e/o sabbiosi, sono invece caratteristici di ambienti deposizionali di alta energia, in cui la sedimentazione è dominata dagli apporti grossolani lasciati dalle correnti trattive.

Sono questi depositi che non affiorano nel territorio esaminato, ma che rappresentano lenti più o meno potenti e continue, depositatesi in epoche precedenti, caratterizzate da regimi pluviometrici e climatici differenti dalle condizioni attuali.

Dai sondaggi geognostici e trivellazioni varie per uso irriguo, si sono individuati numerosi di questi livelli tipici di ambienti deposizionali di alta energia.

La carta del tetto delle ghiaie e/o sabbie (v. Tav. A.3.3) è stata appunto studiata per rappresentare graficamente in senso spaziale a tutto il territorio comunale le unità deposizionali descritte.

Sono state effettuate 4 suddivisioni che attraverso una serie di isobate esprimono un ordine di grandezza della profondità a cui si trovano i terreni ghiaioso e/o sabbiosi e conseguentemente lo spessore dei terreni argillosi e/o limosi.

A tale proposito sono stati considerati i profili stratigrafici dei pozzi idrici, reperiti dalla letteratura specializzata e dei sondaggi geognostici eseguiti direttamente nell'ambito del territorio comunale.

Le fonti utilizzate sono:

- Pozzi idrici nella pianura delle province di Parma e Piacenza (Franco Petrucci).
- Rete di controllo dei corpi idrici sotterranei (L'acquifero parmense – 1992).
- Piano Regolatore del Comune di Parma - Indagine geognostica.
- Censimento pozzi ad uso irriguo del Comune di Sorbolo (Autorità di bacino).

Le isobate sono state tracciate sia per interpolazione geometrica delle informazioni disponibili, che in base a valutazioni relative alle peculiarità morfometriche dei corsi d'acqua e alle facies che li caratterizzano.

Per questo i limiti cartografici riportati nella Tavola A.3.3 non possono essere interpretati come passaggi netti, poiché la transizione tra le differenti unità litologiche è sempre caratterizzata da una certa continuità.

Nella carta del tetto delle ghiaie si è inoltre evidenziato il limite ipotizzato fra il dominio delle alluvioni di Po e quello dei depositi sedimentari dei tributari appenninici.

Il confine fra questi 2 domini, posto parallelamente al corso del Fiume Po, corre leggermente più a sud dell'abitato di Frassinara, dividendo così il territorio comunale in due porzioni.

Quella settentrionale, appartenente al dominio di Po, è caratterizzata da stratigrafie dove sono presenti strati di sabbia o ghiaietto di potenza considerevole (anche 30 metri di spessore) e orientati parallelamente al corso del Fiume Po.

La porzione meridionale è invece tipica del dominio dei tributari appenninici ed è caratterizzata da lenti di ghiaia o sabbia, di spessore notevolmente inferiore ai precedenti e di forma allungata in direzione nord – sud.

2.4 Geomorfologia

L'attuale assetto geomorfologico dell'ambito territoriale del Comune di Sorbolo (naturalmente analogo a quello della Pianura Padana) è il risultato dell'effetto combinato di alterne vicende climatiche di varia intensità, lente deformazioni tettoniche ed interventi antropici, che si sono imposti negli ultimi millenni ed hanno direttamente interagito sulla rete idrografica.

Le zone di specifico interesse, come già descritto, appartengono alla porzione di Pianura a crescita verticale, posta immediatamente a nord della Pianura pedemontana.

L'assetto geologico è caratterizzato dall'alto strutturale dell'External Thrust Front (ETF).

Esso separa la struttura sinclinalica del bacino di avanfossa padano (Alpine Homocline), posto a settentrione, dalla struttura sinclinalica del bacino satellite situata in posizione meridionale e delimitata a sud dalla catena appenninica.

In corrispondenza della fascia territoriale afferente all'alto strutturale, per la duplicazione crostale indotta dalla formazione dei thrust, si assistono apparenti condizioni di sollevamento, come dimostrano i recenti terremoti e soprattutto i dati riportati nella Carta Neotettonica d'Italia "Progetto Finalizzato Geodinamica" a cura del Centro Nazionale delle Ricerche. In questo settore la potenza dei depositi quaternari risulta inoltre alquanto ridotta.

In corrispondenza delle strutture bacinali sinclinaliche si assiste invece alla presenza di potenti sequenze di sedimenti marini ed alluvionali soggetti a significativi fenomeni di subsidenza.

Il tasso di abbassamento della superficie del suolo risulta variabile da zona a zona in dipendenza dalle caratteristiche degli stessi sedimenti che lo caratterizzano: in genere i sedimenti più grossolani (le sabbie dei canali d'alveo e delle aree immediatamente limitrofe), man mano che si consolidano, anche per effetto del peso relativo al continuo apporto sedimentario, sono soggetti ad un minor schiacciamento rispetto a quelli limosi - argillosi delle zone interfluviali.

In superficie la conformazione del rilievo acquista quindi un andamento leggermente ondulato con aree rilevate ("dossi") in corrispondenza dei corsi d'acqua, rendendoli più o meno pensili, e dei paleoalvei, e aree vallive, depresse, più o meno ampie, nelle zone interfluviali. Le pendenze risultano comunque molto basse, variabili mediamente da 0,05 a 0,4%.

La possibilità che il corso d'acqua cambi tracciato nelle conche bacinali limitrofe non è bassa; in occasione delle piene più significative si può verificare la creazione di un intaglio nell'edificio fluviale pensile, e l'individuazione di un nuovo percorso. In corrispondenza del nuovo tracciato sarà in futuro realizzato un nuovo dosso fluviale latitante al precedente.

In definitiva, il consolidamento differenziale dei sedimenti alluvionali e la relativa subsidenza differenziale di superficie rappresentano una prima causa delle ripetute divagazioni o diversioni di tanti corsi d'acqua della pianura.

In relazione all'andamento generale della superficie del suolo e delle forme e dei depositi affioranti, l'ambito geografico in questione appartiene all'unità territoriale della pianura a crescita verticale.

Rispetto all'unità della Pianura pedemontana, si assiste ad una sensibile diminuzione del gradiente topografico, ad un netto calo del rapporto tra sedimenti grossolani e fini ed al passaggio di un modello fluviale con corso a canali intrecciati prevalenti a un modello fluviale con corso meandriforme.

L'asta fluviale del Torrente Enza è rimasta l'unica zona che mantenga ancora, nonostante i massicci interventi di regimazione (arginature, pennelli, traverse, ecc.), un alto grado di naturalità con frequenti emergenze morfologiche.

Contrariamente le aree interfluviali esprimono il congelamento di una situazione originatasi antecedentemente alla limitazione degli alvei fluviali entro percorsi prefissati, in cui le opere di bonifica agraria, infrastrutturazione ed insediamento hanno conferito al rilievo un assetto costante ed uniforme livellando tutte le asperità del terreno.

Le superfici del suolo conservano tuttavia, anche se in forma relittuale, le tipiche geometrie dell'ambiente fluviale. Nei paragrafi successivi sono state approfondite le caratteristiche delle unità territoriali individuate, con particolare riferimento ai più rilevanti elementi morfologici che le caratterizzano.

2.4.1 Pianura a crescita verticale

La pianura a crescita verticale si estende a valle della Via Emilia, fino all'asse fluviale del Po. Questo ambiente è caratterizzato dalla continua sovrapposizione sulla verticale degli apporti fluviali terrigeni; processo deposizionale agevolato dal regime di costante subsidenza e dalla ridotta capacità a divagare dei corsi d'acqua, confinati all'interno dei propri argini naturali (attualmente dai rilevati arginali artificiali).

Antecedentemente ai massicci interventi di regimazione idraulica, i canali fluviali, non essendo in grado di contenere la maggior parte delle piene stagionali, andavano soggetti a frequenti e ripetute tracimazioni.

Le acque uscendo dagli alvei depositavano i materiali più grossolani (sabbie e/o limi) nelle immediate vicinanze, contribuendo così alla costruzione degli argini naturali, e quelli più fini (limi e/o argille) nelle aree distali (piane interfluviali) dove l'energia del flusso, e quindi la capacità di trasporto, diminuiva progressivamente.

All'interno dell'ambiente di pianura a crescita verticale si possono individuare 3 sottoambienti principali: i dossi, le piane interfluviali e gli alvei incisi.

Dossi

I dossi si estendono sia a lato degli alvei fluviali che all'interno delle piane interfluviali rispecchiando nel complesso la rete idrografica superficiale sia recente che antica. Si tratta di strutture positive sospese di alcune decine di decimetri sopra il piano basale della pianura.

I dossi prossimi ai corsi d'acqua costituiscono gli argini naturali e si estendono con continuità parallelamente e a lato dell'alveo inciso o della zona golenale, mentre i dossi delle piane interfluviali presentano una forma allungata in direzione nord-est e risultano spesso livellati dalle attività di bonifica agraria.

Gli argini naturali sono geometricamente caratterizzati da un profilo trasversale convesso e da una sezione triangolare con pendenza forte verso l'interno dell'asta fluviale e più dolce verso la piana interfluviale, dell'ordine dello 0,2%.

I dossi delle piane interfluviali presentano invece una forma ellissoidale allungata con superfici convesse verso l'alto.

Ventagli di rotta caratterizzati in pianta da una forma di lobo o lingua, come un piccolo delta o conoide, non sono distinguibili attualmente, in ambito comunale; in seguito agli interventi di bonifica agraria ed attività antropiche in genere, queste morfologie fluviali tipiche della Pianura a crescita verticale, sono state risagomate secondo geometrie più lineari ed indistinte.

Piane interfluviali

Le piane interfluviali si estendono tra i corsi d'acqua, comprese tra gli argini naturali. A differenza dei dossi costituiscono aree depresse e presentano una morfologia piatta a profilo concavo con pendenze minori dello 0.05%, anticamente sede di zone umide.

Al loro interno sono talora individuabili strutture negative (aree depresse) topograficamente inferiori rispetto le altre zone circostante. Esse costituiscono ampi catini molto svasati nei quali le curve di livello possono descrivere linee chiuse esprimendo situazioni di drenaggio difficoltoso.

Corsi d'acqua

I corsi d'acqua che interessano il territorio comunale sono caratterizzati nel settore meridionale (lato monte) da alvei a canale singolo (come descritto nel capitolo precedente e a cui si rimanda), che diventano meandriformi nel settore settentrionale (lato valle).

Procedendo da monte a valle si verifica la diminuzione del gradiente topografico e quindi della competenza del corso d'acqua. Ad esso si accompagna una progressiva riduzione delle classi granulometriche con aumento del grado di cernita.

I sedimenti di fondo alveo, prima costituiti da sabbie grossolane prevalenti (alveo a canale singolo o doppio), passano a limi prevalenti e l'asta fluviale acquista una forma tipicamente a meandri o comunque con un andamento molto sinuoso.

I meandri e/o le anse fluviali risultano in evoluzione relativamente rapida, indotta dall'erosione laterale esercitata dalla corrente fluviale e dalla erodibilità delle litologie (limi e argille) costituenti le sponde.

Gli argini naturali, che si estendono lateralmente all'alveo inciso, per effetto delle acque di tracimazione, sono soggetti ad un'abbondante sedimentazione che innalza il piano campagna determinando un progressivo aumento del dislivello tra il fondo alveo e la zona di esondazione.

L'aumento degli argini naturali in altezza tende però a limitare la frequenza delle esondazioni, cosicché la sedimentazione avviene prevalentemente nell'alveo inciso determinando quindi una tendenza al sovralluvionamento.

I processi intercorrenti tra l'alveo inciso e le zone rivierasche determinano un continuo innalzamento del livello di base che porta i corsi d'acqua ad essere sospesi sopra la pianura circostante. Questo processo risulta attualmente amplificato dai rilevati arginali che, precludendo la fuoriuscita delle acque di tracimazione dalle zone golenali, comporta la formazione dei cosiddetti alvei pensili.

2.4.2 Sistema arginale

In ambito comunale sono presenti diverse opere di arginatura riguardanti sia il Torrente Enza, che i principali canali di bonifica.

L'arginatura del Torrente Enza, che delimita il confine sul lato destro del territorio, sovrasta la pianura circostante di circa 4-5 metri e rappresenta il rilevato più importante e più alto fra quelli esistenti nell'intero Comune.

Ha la funzione di delimitare la zona di golena e di contenere le piene del Torrente Enza.

Altri argini secondari sono quelli che fiancheggiano il Canalazzo Terrieri, il Canale Naviglia ed il Fumolenta.

Gli argini del Canalazzo Terrieri partono da fuori Comune, mentre quelli del Canale Naviglia e del Fumolenta iniziano all'interno del territorio comunale; il primo a nord della località Molino di Ramoscello ed il secondo dalla fine di Via Gruppini ad ovest di Sorbolo, con altezza delle sponde di circa 0.5 metri rispetto al piano campagna circostante.

Procedendo verso valle l'altezza di questi rilevati arginali si fa via via crescente, sino a raggiungere quote di 3 metri sopra il piano campagna.

Questo per evitare esondazioni, dovute ad azioni di rigurgito in coincidenza degli eventi di piena del Torrente Enza.

Le sopraccitate arginature devono essere tutelate da qualsiasi intervento che ne possa compromettere la stabilità: su di esse non si deve impiantare nessun tipo di albero o cespuglio, ma solo prato stabile; la manutenzione e la sorveglianza da parte degli organi preposti devono essere continue e costanti nel tempo.

2.4.3 Sistema idrografico superficiale minore

Altro significativo aspetto paesaggistico evidente nella pianura a crescita verticale, è la tessitura del sistema idrografico minore, ampiamente modificata e estesa nel corso del periodo storico dalle opere di bonifica agraria.

La rete idrografica minore è infatti rappresentata da una fitta serie di cavi, canali e fossi artificiali, o perlomeno con un evidente grado di antropicità, frutto degli interventi di miglioramento fondiario operati al fine di assicurare ai terreni agricoli un sufficiente e regolare drenaggio nei periodi di pioggia ed un'adeguata dotazione di acque irrigue nei mesi asciutti. Nell'area in esame sono distinguibili tre differenti classi di drenaggio:

- 1) drenaggi naturali: sono costituiti da canali e piccoli corsi d'acqua nei quali a tratti prevale la componente antropica. Essi incidono il materasso alluvionale con percorsi circa rettilinei seguendo la direzione d'immersione del piano campagna verso N-NE. Menzione particolare meritano il Canalazzo Terrieri, che riprende, in parte, il percorso di un antico tracciato del Torrente Parma e il Canale Naviglia e il Cavo Gambalone che ripercorrono la depressione del piano campagna, relativa a 2 paleoalvei del Torrente Enza di età post romana;
- 2) drenaggi connessi alla centuriazione di età romana: si sviluppano in sinistra orografica del Torrente Enza, nella porzione sud occidentale del territorio comunale; delimitati a oriente dal corso del Canale Naviglia e a settentrione dall'asse immaginario Frassinara - Castelletto.

Si tratta di una tessitura idrografica che riflette la disposizione degli elementi della centuriazione (il decumano massimo attuale S.S. n° 9 Via Emilia; i cardini e i decumani), i quali si intersecano ortogonalmente formando quadri di terreno con superficie rigorosamente pari a 200 iugeri, circa 50 ettari;

- 3) drenaggi dovuti a bonifiche medioevali e moderne nelle aree palustri; si estendono in tutta l'area in esame a parte le zone di insediamento della centuriazione romana. Sono caratterizzati da una geometria che definisce particelle relativamente piccole quadrangolari perfettamente adattati alla morfologia del territorio. Si possono distinguere drenaggi a maglie rettangolari, delimitati da canali regolari, drenaggi a maglie rettangolari strette, delimitati da drenaggi longitudinali, e drenaggi disposti a fitta rete di canali paralleli e ravvicinati.

Dall'esame della distribuzione spaziale delle tre differenti tipologie di drenaggio si evince che le aree aventi, nel regolare incrocio di strade e canali, persistenze della centuriazione romana, sono tutte collocate nei settori topograficamente più elevati e morfologicamente più stabili. Questi elementi, per la duratura permanenza sul territorio, giustificano a loro volta la stabilità morfologica e la perfetta aderenza della pianificazione romana al paesaggio.

Qualora fossero, dunque, presenti delle brusche interruzioni o delle rilevanti discontinuità nel tessuto centuriale è ipotizzabile l'intervento di un fattore fisico (ad es. il mutamento del tracciato di un corso d'acqua; paleoalvei) a modificare profondamente l'assetto territoriale e, quindi, il drenaggio superficiale.

2.4.4 Carta della rete idrografica minore e delle aree esondate su basi storiche

Nel territorio comunale, il problema della difesa del suolo è strettamente connesso con l'efficienza del sistema scolante.

Nell'ambito del Piano Regolatore del Comune di Sorbolo, si può suddividere il territorio in 2 aree; la prima, rappresentata dalla fascia altimetricamente più depressa, posta nella porzione settentrionale della superficie comunale.

Sono questi terreni caratterizzati da un gradiente topografico molto basso, a volte inferiore allo 0.05%, dove il regolare deflusso della rete scolante è in alcuni casi (Mezzani - Chiodinello) assicurato dallo sgrondo meccanico di impianti idrovori.

Spostandoci verso sud, invece, i terreni scolano nei corsi d'acqua naturali, attraverso una fitta rete di canali di bonifica (Canale Naviglia, Canale Fumolenta, Cavo Gambalone, etc.) che attraversano l'ambito del Piano Regolatore con direzione prevalente Nord – Sud.

Da segnalare le difficoltà incontrate nella delimitazione areale dei bacini sottesi a questa rete idrografica minore, a causa delle caratteristiche fisiche del territorio, che non sempre consentono una chiara identificazione dello scolo delle acque superficiali.

Nella Tav. A.3.4. sono state evidenziati inoltre i tracciati dei principali canali e cavi presenti sul territorio comunale.

Per la realizzazione della carta tematica si è effettuata dapprima un'indagine a carattere bibliografico e storico per individuare quali aree sono state oggetto di tracimazioni e/o ristagni d'acqua consistenti, dal 1945 ad oggi.

Le fonti utilizzate sono state le seguenti:

- "Analisi delle Problematiche Relative alla Difesa del Suolo nella Bassa Pianura della Provincia di Parma" (Assessorato provinciale all'Ambiente, 1996).
- "Carta della dinamica dei versanti e della pianura" (Ufficio di Piano della Provincia di Parma).

Lo studio è stato quindi completato con sopralluoghi sul posto e segnalazioni provenienti da diversi soggetti (Amministrazione Provinciale, Protezione Civile, Consorzio di Bonifica).

Durante il rilevamento di campagna è stato possibile definire in modo più appropriato, l'esatta ubicazione cartografica dei cavi minori, il verso del flusso delle acque e le opere idrauliche presenti sul territorio: "bascole" o "saracinesche" che opportunamente azionate, permettono il deflusso dell'acqua dai canali principali ai cavi secondari.

Nell'elaborato cartografico finale (Tav. A.3.4) sono state evidenziate tutte quelle aree allagate su basi storiche; non è stata possibile una precisa specificazione temporale degli episodi.

In arancione sono state rappresentate quelle zone interessate da tracimazioni dei canali secondari di bonifica che hanno causato allagamenti e ristagni d'acqua con ridotti spessori idrici.

Sono, queste, aree che occupano un'estesa porzione del territorio comunale.

La totale assenza di una componente trattiva da parte delle acque tracimate, ha limitato i danni di natura economico e sociale, in occasione di questi eventi, permettendo in genere, nel giro di breve tempo un ritorno alla normalità di tutte le attività antropiche.

Nell'elaborato cartografico sono inoltre evidenziate quelle aree, che, sempre su basi storiche, sono state invece interessate da esondazioni causate direttamente dal Torrente Enza in occasione di piene eccezionali.

Sono queste, le zone rappresentate in verde nella Tav. A.3.4 e che sono state interessate da fenomeni di allagamento in seguito alla tracimazione del Torrente Enza nei pressi dell'abitato di Casaltone e più a sud in località Enzano.

Sono questi i due punti a maggior rischio idraulico, che più volte in passato sono stati soggetti a fenomeni di tracimazione o rottura arginale.

Nella carta è stata evidenziata l'esatta ubicazione dei punti di tracimazione e/o rottura arginale.

Il consolidamento dei rilevati arginali e l'entrata in funzione del sistema di casse d'espansione nel tratto pedecollinare del bacino del Torrente Enza, dovrebbero garantire oggi, condizioni di deflusso delle acque più regolari, con rischio idraulico decisamente ridotto rispetto al passato.

Infine è stata cartografata l'esondazione delle acque del Fiume Po, avvenuta nel '51 in seguito alla rottura dell'argine maestro in sponda destra. presso Chiavica Bigone.

Le acque arrivarono a lambire il Canalazzo Terrieri a nord di Coenzo ed il canale Naviglia fino a nord di Frassinara.

Si è trattato comunque di un evento meteorico eccezionale che si sovrappose ad una condizione degradata del sistema arginale di allora.

Dopo gli importanti lavori di consolidamento e innalzamento della struttura arginale, condotti dal dopoguerra ad oggi, la situazione idraulica del Fiume Po, nel tratto pertinente al territorio di Mezzani/Sorbolo, appare decisamente migliorata.

A conferma di questo, le due importanti piene che si sono succedute nel '94 e nel 2000, pur caratterizzate da portate al colmo superiori a quella del '51, sono state contenute all'interno del rinnovato sistema arginale.

Le aree evidenziate in giallo nella tavola A.3.4, sono quelle che negli ultimi 50 anni non risultano essere mai state interessate da fenomeni di esondazione.

2.4.5 Antichi tracciati del Torrente Enza e del Torrente Parma

Dall'esame morfologico e litostratigrafico dell'area in esame, unitamente alle informazioni desumibili dalla letteratura specializzata (L'evoluzione della pianura emiliana durante l'età del bronzo, l'età romana, e l'alto medioevo – Cremaschi, Bernabò Brea, et al. 1980), si evince la presenza di 2 antichi paleovalvei del Torrente

Enza, attribuibili probabilmente al periodo romano ed uno leggermente più ad ovest, attribuite al Torrente Parma.

Da sottolineare che la complessità delle divagazioni fluviali che hanno caratterizzato la formazione della pianura a crescita verticale negli ultimi millenni, è tale da rendere estremamente difficile il poter ricostruire un modello, a cui riferire precise connotazioni e datazioni.

Delle fonti analizzate, molte sono in contraddizione fra loro e le finalità ultime del presente lavoro non sono tali da permettere un'approfondimento d'indagine quale sarebbe necessario per una interpretazione certa ed assoluta della trattazione in esame.

Per questo motivo nell'ambito di questo lavoro, si è cercato di fornire una chiave di interpretazione della dinamica fluviale antica della provincia parmense, senza addurre la pretesa di sancire modelli scientifici inconfutabili, ma soltanto quelle che sulla base delle ricerche fatte, siano parse le ricostruzioni paleofluviali più accreditabili.

Il tracciato più antico, individuabile nel percorso del Canale Naviglia, che scorre al centro del territorio comunale in direzione sud/ovest – nord/est, segna il limite con l'area caratterizzata dai resti della centuriazione romana.

La ricostruzione degli antichi tracciati fluviali è rappresentata nella Carta geologica allegata – Tav. A.3.1

Nel corso del tempo, il progressivo innalzamento (Carta neotettonica dell'Appennino settentrionale - Bernini et al.) del settore di pianura pedemontana a sud – ovest del Comune di Sorbolo e il graduale abbassamento dei terreni a nord – est dell'abitato, hanno portato ad una migrazione tendenziale verso est del tracciato del corso d'acqua.

Come conseguenza si osserva il progressivo spostamento del tracciato fluviale del Torrente Enza dal centro del territorio comunale, prima verso l'abitato di Casaltone e successivamente ad occupare l'attuale percorso.

La divagazione dell'alveo verso est sarebbe una delle cause della brusca interruzione della centuriazione, oggi riconoscibile nella zona ad est dell'allineamento Ramoscello, Borghetto, Frassinara.

Anche dall'esame di altre fonti bibliografiche, si ha avuto conferma di come il territorio ad est del Canale Naviglia, sino ad arrivare all'attuale tracciato del Torrente Enza, sia stato soggetto in epoca post-romana di radicali cambiamenti del regime idraulico.

A tale proposito si riporta un passo tratto da "Parma e il suo territorio in età Romana – Pier Luigi Dall'aglio", in cui si afferma: *"...la pianura a nord est di Parma e in particolare il settore compreso tra il Naviglia e la strada per Sorbolo, in un momento successivo alla fine del mondo classico è stata interessata da un fenomeno di dissesto idraulico che, pur non traducendosi in un completo stravolgimento dell'organizzazione territoriale, deve aver portato a locali fenomeni di impaludamento e di copertura boschiva e quindi ad un relativo abbandono dell'area"*.

Si tratta quindi di terreni interessati molto probabilmente da divagazioni fluviali in epoca post-romana; a conferma di ciò, resti di ville romane rinvenute sul territorio comunale, si trovano attualmente a profondità di circa 4 metri dal piano campagna, segno evidente che le alluvioni esaminate sono il frutto di deposizioni avvenute nel corso degli ultimi 2000 anni.

Interessante notare l'andamento opposto del tracciato del Torrente Parma che sempre in epoca romana scorreva verso est, andando a sfociare nello stesso Torrente Enza poco più a nord dell'attuale abitato di Coenzo.

La divagazione verso est dell'antico alveo del Torrente Parma è ben individuabile se si analizza l'attuale andamento del corso d'acqua e il repentino cambio di tracciato verso nord che si evidenzia nei pressi dell'abitato di Baganzola.

Il percorso del paleoalveo del Torrente Parma evidenziato in verde nella Tav. A.3.1, nel territorio comunale, segue l'andamento dell'odierno Canalazzo Terrieri.

Probabilmente in seguito a locali movimenti tettonici, si è assistito ad una migrazione verso nord ovest del tracciato fluviale, sino a raggiungere le condizioni geografiche dell'attuale deflusso.

Un cambiamento di direzione così netto del deflusso superficiale delle acque del Torrente Parma può essere spiegato soltanto da quei fenomeni di neotettonica locale, che hanno interessato la pianura padana nel corso dell'era quaternaria (Carta neotettonica dell'Appennino settentrionale - Bernini et al.).

L'assenza di un chiaro sistema di drenaggio superficiale a centuriazione, ad est e ad ovest del Canalazzo Terrieri, soltanto ipotizzabile oggi, evidenzia come anche l'antico tracciato del Torrente Parma, riportato in carta, sia con ogni probabilità posteriore al periodo Romano.

2.4.6 Carta altimetrica e clivometrica

Per ottenere una visione morfologica d'insieme del territorio analizzato, si è proceduto alla realizzazione di due carte tematiche apposite: una prima costituita da una base altimetrica ed una seconda elaborata sulla precedente e nella quale è stato rappresentato l'andamento clivometrico del territorio.

Per la realizzazione della carta altimetrica si è proceduto mediante la digitalizzazione di tutti i punti quotati afferenti l'ambito del Piano Regolatore, riportati nella Cartografia Tecnica Regionale (scala 1:5.000).

Perché lo studio potesse rappresentare nel modo più fedele possibile il modello topografico dell'andamento morfologico del territorio, non sono stati presi in considerazione tutti quei punti quotati, riportati in carta, ma derivanti da attività antropiche; sono stati quindi scartati tutte le quote riferibili ad assi stradali, generalmente sopraelevati rispetto al piano campagna e quelle quote, palesemente antropiche, frutto di riporti o terrapieni per la realizzazione di sottofondazioni o edifici urbanistici in genere.

Sono stati logicamente esclusi dalla digitalizzazione, tutte le opere annesse al sistema di rilevati arginali e le quote topografiche attribuibili a depressioni artificiali quali cavi o canali di bonifica.

Nel rilevamento altimetrico non è stata infine compresa l'area golenale, che soggetta a continue variazioni altimetriche dovute alla dinamica fluviale, non avrebbe rappresentato valori di riferimento certi e attendibili per la cartografia in oggetto.

Sulla base dei dati digitalizzati, attraverso elaborati programmi di grafica, è stato ricostruito il Digital Terrain Model, che rappresenta il modello della superficie topografica dell'area investigata (Tav. A.3.5).

Alla luce dei bassissimi gradienti topografici, il territorio analizzato è stato rappresentato con isoipse aventi l'equidistanza di 1 metro.

Le quote altimetriche evidenziate vanno da un massimo di 37 metri s.l.m. nella porzione sud-occidentale del Comune, ad un minimo di 25 metri s.l.m. nella parte settentrionale.

La distanza fra una isoipsa e l'altra, diminuisce nel settore meridionale dell'area raffigurata, dove ancora si risentono gli effetti del passaggio fra la zona di transizione del sistema conoide/pianura a crescita verticale e la pianura a crescita verticale propriamente detta, caratteristica di un ampio tratto dell'ambito comunale.

Bene in evidenza appare anche la fascia di alto morfologico che corre parallelamente al corso del Torrente Enza e costituita dai depositi di argine naturale di cui si è parlato nei precedenti paragrafi.

Al centro del territorio comunale s'intravedono infine due dossi fluviali, la cui morfologia appare ormai fortemente mitigata dall'attività antropica e dalla normale azione di livellamento esercitata dal tempo e dagli agenti atmosferici.

Sono queste i rilievi relitti di antichi tracciati fluviali, rappresentati in Tav. A.3.1..

Analizzando nel dettaglio l'andamento della superficie topografica in precedenza descritta, si è potuto elaborare una mappatura cartografica delle zone ad uguale clivometria.

La maggiore o minore pendenza della morfologia del territorio, risulta essere un parametro fondamentale per aree come quella presa in oggetto, caratterizzate da orizzonti pianeggianti, con possibili difficoltà di deflusso della rete scolante.

Dall'elaborato cartografico di Tav. A.3.6, si osserva come tutta la fascia costituita dall'argine naturale del Torrente Enza e gran parte del margine meridionale del Comune sono caratterizzati da gradienti topografici variabili intorno a valori dello 0.2 – 0.4%.

Sono queste pendenze modeste, ma tali da garantire ugualmente un buon deflusso delle acque superficiali.

Diversa la situazione per le porzioni di terreno, che occupano la parte centrale del territorio comunale (intorno a Frassinara) e quella più settentrionale, dove il rilievo altimetrico è contraddistinto da pendenze inferiori al 1%.

Superfici topografiche così pianeggianti, unitamente alla litologia fine ed impermeabile delle alluvioni superficiali, possono favorire l'insorgere di fenomeni di ristagno in occasione di eventi meteorologici particolarmente intensi o di locali tracimazioni dei canali di scolo della rete idrografica secondaria.

2.5 Idrogeologia

L'ambito territoriale del Comune di Sorbolo è localizzato in corrispondenza dell'unità idrogeologica della pianura a crescita verticale.

La porzione meridionale del territorio appartiene al dominio idrogeologico del Torrente Enza, mentre spostandoci più a nord si passa all'unità idrogeologica del Fiume Po.

Le due unità idrogeologiche, equiparabili in termini cronostatigrafici all'unità geologica Emiliana Superiore (SES), appoggiano sopra un substrato plio-pleistocenico marino e/o transizionale costituito al tetto da sabbie fini limose, sabbie e ghiaie, mentre nella parte inferiore da terreni fini, sempre di origine marina, virtualmente impermeabili (Pliocene).

L'unità idrogeologica riconducibile al dominio del Torrente Enza è rappresentata da depositi argillosi e/o limosi, interessati a vari livelli da corpi nastriformi ghiaiosi e sabbiosi, orientati in senso meridiano, afferenti ad antichi paleovalvei

del Torrente Enza. L'assetto stratigrafico configura un sistema acquifero multistrato contraddistinto da falde idriche confinate e semi-confinate.

In superficie, in corrispondenza dei livelli limosi e sabbiosi dei depositi di argine naturale, possono essere presenti dei sistemi acquiferi sospesi, completamente dipendenti dal regime idrico sotterraneo e caratterizzati da falde idriche a pelo libero.

Si tratta di acquiferi di limitata estensione areale, direttamente alimentati dalle precipitazioni efficaci e dalla filtrazione in subalveo delle acque di piena del Torrente Enza.

L'unità idrogeologica del sistema fluvio-deltizio del Fiume Po è rappresentata invece da spesse bancate di sabbie e ghiaie con locali intercalazioni lentiformi di argille e limi. Esse si estendono parallelamente all'asse fluviale del Fiume Po per una fascia di qualche chilometro configurando un acquifero multistrato.

Il serbatoio idrico è infatti rappresentato dalle estese bancate sabbiose, caratterizzate peraltro da alti valori di conducibilità idraulica e di coefficiente di immagazzinamento, separate dai terreni praticamente impermeabili.

Il regime idrico sotterraneo è tipicamente caratterizzato da falde freatiche e semi-confinate negli acquiferi superficiali e falde confinate in quelli profondi. In particolare nell'orizzonte acquifero superficiale le falde presenti sono di tipo "freatico" o "a pelo libero" nelle aree marginali al Fiume Po, in cui risultano affioranti e/o subaffioranti i depositi sabbiosi, ma diventano di tipo "semiconfinato" nelle aree più distali, ove si ritrovano in superficie suoli a bassa permeabilità e cospicuo spessore.

L'unità idrogeologica del sistema fluvio-deltizio del Fiume Po risulta completamente satura fin quasi al piano campagna. L'alimentazione è garantita dalle infiltrazioni nel terreno delle piogge efficaci e dalla filtrazione in subalveo dei corsi d'acqua.

2.5.1 Comportamento idrodinamico degli acquiferi

La caratterizzazione idrodinamica degli acquiferi è stata effettuata attraverso il puntuale monitoraggio dei livelli piezometrici in una serie di pozzi (tubolari e a camicia) distribuiti all'interno dell'intero territorio comunale.

La campagna di rilevamento è stata condotta nel marzo 2001, periodo in cui la ricarica delle falde era massima, in seguito al verificarsi di frequenti eventi meteorici.

A conferma di ciò, nel corso della campagna di rilevamento, si sono registrati pozzi con falda prevalente (es. Pozzo PR 13), che da anni non erano caratterizzati da comportamenti artesiani.

Con i dati registrati nei vari punti di misura è stata realizzata la Carta Idrogeologica (v. Tav. A.3.2) che esprime attraverso la rappresentazione grafica delle linee isopiezometriche l'assetto e il moto della falda idrica superficiale.

Per una ricostruzione d'insieme più completa, nella carta allegata è stato riportato anche l'andamento piezometrico relativo ad una precedente campagna di monitoraggio, effettuata nel giugno 1993.

Come si evince facilmente da un confronto diretto delle superfici piezometriche, le condizioni e le caratteristiche dell'acquifero sono rimaste simili; la sola differenza rilevabile sta nell'innalzamento generalizzato della superficie piezometrica della campagna 2001, rispetto a quella del 1993.

In riferimento ai dati dell'ultimo monitoraggio, che rappresenta le condizioni idro-geologiche più severe, ai fini di una possibile espansione urbanistica, nell'area in esame la falda superficiale presenta le seguenti caratteristiche:

- andamento della superficie piezometrica relativamente regolare, con direzione di flusso convergente lungo un asse drenante che attraversa il territorio comunale in direzione nord – sud;
- le linee equipotenziali presentano quindi un orientamento abbastanza regolare, con concavità verso nord;
- il Torrente Enza, per tutto il suo sviluppo in ambito comunale, esercita, in sinistra orografica, un'azione alimentante attraverso la filtrazione delle acque di subalveo.

Le oscillazioni del livello piezometrico, nell'area corrispondente alla fascia golenale, sono paragonabili alle altezze idrometriche del Torrente Enza, confermando l'azione alimentante di tale corso d'acqua

- a sud del centro abitato di Sorbolo, in sinistra orografica del Torrente Enza, si assiste ad una leggera irregolarità nell'andamento della superficie piezometrica (già riscontrata nella campagna di rilevamento del 1993).

Tale anomalia segnala un cambiamento di permeabilità locale, probabilmente dovuto alla presenza, in sito, dell'antico tracciato del Torrente Enza, come rappresentato nella Tav A.3.1.

- nelle condizioni di massima ricarica degli acquiferi, i livelli piezometrici si posizionano a quote comprese tra 36 metri s.l.m. (Pozzo SB 20) nel settore sud-orientale dell'area esaminata, a quote di 23.7 metri s.l.m. (Pozzo SB 1) nel settore settentrionale.

La soggiacenza (= dislivello tra la quota del p.c. e quella della superficie piezometrica) varia da un minimo di 0 (Pozzi artesiani segnalati nella porzione sud-occidentale del territorio comunale) e un massimo di -2.1 metri (Pozzo PR 11);

- Il gradiente idraulico presenta valori medi compresi tra 0.1 e 0.3‰. I valori più bassi si registrano avvicinandosi al Fiume Po, mentre la zona di monte è quella caratterizzata dal gradiente maggiore.
- la fluttuazione della falda idrica superficiale, sulla base dei valori misurati nella rete di controllo provinciale (da: L'Acquifero Parmense, Relazioni annuali 1992-1997) varia intorno a valori oscillanti fra 0.7 e 1.8 metri, considerando i pozzi n. 77, 440 e 449 situati in sinistra orografica del Torrente Enza, rispettivamente in località Casaltone, Sorbolo meridionale e Case Bernuzzi, nei pressi dell'abitato di Coenzo.

Pozzo n.	Tipo	Quota p.c. [m s.l.m.]	Soggiacenza [m]	Quota falda [m s.l.m.]	Località
PR 11	C	29.5	2.1	27.4	Certosino
PR 12	T	28	1.8	26.2	Castelletto
PR 13	C	32.2	0	32.2	Casa San Francesco
PR 14	Pz	32.1	0.7	31.4	Casa San Francesco
PR 27	T	36.8	0	36.8	Casa Folla
PR 28	T	33.9	0	33.9	Chiozzola
PR 29	T	35	0.5	34.5	Casa Tanelle
SB 1	C	25	1.3	23.7	Pantera a Mano
SB 2	T	26.5	0.5	26	Casa Bianchi
SB 3	T	27.3	2	25.3	Ca' Persa
SB 4	C	27.8	1.2	26.6	Alba
SB 5	C	29.2	1.9	27.3	Enzano
SB 6	T	28	1.9	26.1	La Mecca
SB 7	C	28.6	0.6	28	Ca' Orsolina
SB 10	C	32.2	1	31.2	Ramoscello
SB 11	C	35.2	0.4	34.8	San Giacomo
SB 12	C	34	1.6	32.4	Case Bettoline
SB 13	C	34	1	33	Sorbolo
SB 14	C	34.2	1	33.2	Sorbolo
SB 15	C	34.2	0.9	33.3	Casa Logretto

Pozzo n.	Tipo	Quota p.c [m s.l.m.]	Soggiacenza [m]	Quota falda [m s.l.m.]	Località
SB 16	C	34.6	1.2	33.4	Fornace
SB 17	Cava	34.4	0.7	33.7	Casa Sant'Antonio
SB 19	C	35.6	1.2	34.4	Casaltone
SB 20	C	37	1	36	Casaltone

Tabella n. 1: Misure piezometriche della campagna idrogeologica Marzo 2001.

2.5.2 Vulnerabilità degli acquiferi

La vulnerabilità naturale degli acquiferi all'inquinamento rappresenta un indicatore ambientale di suscettibilità delle falde idriche al carico antropico esistente.

Il territorio esaminato è stato suddiviso in classi di vulnerabilità (v. Tav. A3) sulla base della metodologia proposta dal GNDICI-CNR (AA.VV. 1988) che indica cinque diversi gradi di suscettibilità all'inquinamento (v. Tab. 2), sulla base delle possibili combinazioni tra i seguenti fattori geologici ed idrogeologici:

- litologia di superficie: le caratteristiche granulometriche, tessiturali e composizionali dei sedimenti influenzano direttamente la permeabilità, la trasmissività e la reattività chimica del terreno; da essi dipendono la capacità di autodepurazione, di filtrazione, di adsorbimento e di degradazione chimico-biologica del terreno;
- profondità delle ghiaie: fattore che definisce lo spessore di copertura a difesa del substrato permeabile sede di acquiferi;
- caratteristiche strutturali dell'acquifero: in relazione all'assetto strutturale del terreno si individuano falde a pelo libero e falde in pressione; queste ultime sono in grado di offrire una maggiore opposizione alla propagazione degli agenti inquinanti nell'acquifero.

Dall'analisi di questi 3 fattori, si evince come il territorio del Comune di Sorbolo, sia interamente interessato da un grado di vulnerabilità basso, come ripreso anche dalla nuova carta tematica della Provincia.

Anche l'alveo attivo del Torrente Enza, caratterizzato nel tratto afferente l'area interessata da sedimenti alluvionali prevalentemente argillosi o limosi, viene classificata come fascia a basso grado di vulnerabilità.

Grado di Vulnerabilità	Litologia di superficie	Profondità tetto ghiaie	Caratteristiche dell'acquifero
B	BASSO		
	argilla	> 5 m	falda a pelo libero o in press.
	limo	>10 m	falda in pressione
M	MEDIO		
	argilla	< 5 m	falda a pelo libero
	limo	> 10 m	falda a pelo libero
	limo	< 10 m	falda in pressione
	sabbia	> 10 m	falda in pressione
A	ALTO		
	sabbia	> 10 m	falda a pelo libero
	sabbia e/o ghiaia	< 10 m	falda in pressione
E	ELEVATO		
	limo	< 10 m	falda a pelo libero
	sabbia	< 10 m	falda a pelo libero
E	ESTREM. ELEVATO	ghiaia (alveo)	0 m

Tabella 2: Classi di vulnerabilità degli acquiferi (GNDICI – CNR; AA.VV., 1988)

Sulla base di questa tabella, è stata redatta un'ulteriore classificazione, considerando l'importanza di un parametro ambientale come quello della vulnerabilità, alla luce delle finalità di sviluppo urbanistico dello studio proposto.

In particolar modo, analizzando nel dettaglio lo spessore della copertura argillosa superficiale, rappresentata graficamente nella carta del tetto delle ghiaie (v. fig. A.3.3), si osserva come l'intero territorio comunale, caratterizzato da un grado di vulnerabilità basso, evidenzia aree fortemente selettive dinanzi al rischio d'inquinamento degli acquiferi.

Si è così proceduto a redigere una carta apposita (v. Tav. A.4.1), sulla base della granulometria e dello spessore dei sedimenti argillosi superficiali, in cui il grado di vulnerabilità è stato suddiviso in 3 sottoclassi.

La prima, definita zona a "vulnerabilità nulla", è contraddistinta da una coltre alluvionale superficiale di materiale fine, dello spessore superiore ai 30 metri; in alcuni punti si sono registrati strati di materiale impermeabile con potenze superiori ai 100 metri.

Si tratta quindi di aree, in cui accidentali sversamenti di materiali inquinanti sul terreno, non comporterebbero alcun rischio per gli acquiferi sottostanti.

Sono queste, porzioni di territorio particolarmente idonee per l'insediamento di attività industriali potenzialmente pericolose, (aziende chimiche o equivalenti).

Nel territorio comunale sono state individuate zone a "vulnerabilità nulla", nei pressi del polo artigianale di Chiozzola e nel territorio immediatamente a valle.

Una seconda fascia, definita a "vulnerabilità estremamente bassa", è stata cartografata al centro del territorio comunale e comprende zone caratterizzate da spessori di alluvioni superficiali di materiale fine, compresi fra i 20 e i 30 metri.

Anche in questo caso è evidente la difficoltà che un possibile sversamento superficiale di materiale inquinante, possa interessare gli acquiferi sottostanti.

La porzione più settentrionale del territorio comunale, dove la copertura argillosa ha una potenza inferiore ai 10 metri e tutta la fascia di argine naturale che corre parallela al Torrente Enza, caratterizzata da alluvioni più grossolane, è stata classificata come area a "vulnerabilità bassa".

2.5.3 Uso e qualità delle acque sotterranee

L'analisi idrochimica delle acque sotterranee riportato nel Piano di Risanamento idrico del bacino del Torrente Enza evidenzia che:

"La struttura dell'acqua si modifica dalla zona pedecollinare alla bassa pianura, riducendosi la durezza e modificandosi i fattori che la determinano: da una prevalente concentrazione di CaSO_4 , si passa a bicarbonati di Ca e Mg.

I solfati presentano un netto andamento territoriale: sono assenti nella media e bassa pianura, per la presenza di strati superficiali impermeabili, che provocano in profondità un ambiente riducente (riduzione dei solfati a solfuri) evidenziato anche da altri parametri, quali l'ammoniaca.

Questa, assente nella pedecollina, compare nella media e bassa pianura; la contemporanea assenza di nitriti e nitrati e un giudizio batteriologico favorevole stanno a confermare che il fenomeno non è imputabile a inquinamenti organici in atto, ma alla presenza di sostanze organiche di origine remota (torbe) non completamente mineralizzate.

Ferro e manganese raggiungono valori elevati nella media e bassa pianura rispetto alle basse concentrazioni trovate nelle acque delle conoidi prevalentemente ghiaiose.

Inoltre le zone di pianura sono caratterizzate dalla presenza di ferrobatteri in considerevoli quantità. Anche se molto è ancora da chiarire circa il significato fisiologico della fissazione del ferro e del manganese da parte di questi microrganismi, si ritiene che attraverso azioni specifiche di ossidoriduzione tali batteri traggano l'energia necessaria ai loro processi vitali. Non si deve sottovalutare l'importanza dei ferrobatteri qualora si voglia mettere in rapporto la loro presenza con le alterazioni delle caratteristiche organolettiche dell'acqua e con i danni causati agli impianti idrici."

Nel piano di risanamento sono inoltre riportate indicazioni riguardo l'uso delle acque.

Uso potabile.

"La valutazione critica dei dati relativi alle analisi eseguite sui pozzi campione della conoide dell'Enza evidenzia che le acque profonde di questa zona sono le migliori dal punto di vista potabile, come chimismo. Il solo parametro che ha concentrazioni leggermente superiori a quelle indicate come "valore guida" dal DPR 8.2.1985 è il calcio (120 mg/l valore medio) che però rientra abbondantemente nella "concentrazione massima ammissibile" definita dall'O.M.S.

I risultati alterni ottenuti con le analisi batteriologiche e la particolare natura del terreno in questa area imporrebbero un efficace intervento per la protezione del sottosuolo."

Uso irriguo.

"La classificazione delle acque per un ipotetico uso irriguo si è basata su due metodi che utilizzano alcuni parametri specifici, determinati sui campioni in esame:

- *la suddivisione in classi (Università di California - Regional Salinity Laboratories, USDA);*
- *il diagramma dell'U.S. Salinity (USDA).*

Le acque della conoide dell'Enza rientrano nella I classe, da eccellenti a buone, e possono essere definite acque a media salinità e basso contenuto di sodio. Possono quindi essere utilizzate nella maggior parte dei terreni."

Uso industriale.

"Senza entrare nel merito delle caratteristiche dell'acqua di processo, che deve avere qualità ben definite in base agli usi cui è destinata, si può affermare che i maggiori inconvenienti derivano dalle interazioni tra l'acqua e i metalli con cui viene a contatto.

Dai dati raccolti risulta evidente come il fenomeno della proprietà corrosiva delle acque sotterranee si presenta con caratteri di uniformità, con punte emergenti di forte capacità corrosive.

Nella conoide dell'Enza la presenza di acque fortemente corrosive dipende dalla vicinanza della zona di alimentazione, con presenza di gas disciolti (ossigeno) e anidride carbonica che favoriscono la corrosione dei metalli."

La Regione Emilia-Romagna nella "Elaborazione delle serie storiche dei dati relativi alle caratteristiche quali-quantitative dell'acquifero sotterraneo" redatte nel dicembre 1993 evidenzia che:

"Nella conoide dell'Enza, le presenze di nitrati sono localizzabili nella sola parte apicale a ridosso del margine appenninico, dove contemporaneamente si stanno registrando anche tendenze all'aumento; nella più estesa parte mediana della conoide, poco più a valle, la situazione è molto migliore, quasi sicuramente ad opera delle dispersioni fluviali."

2.5.4 Uso e qualità delle acque superficiali

L'uso e la qualità delle acque superficiali sono stati desunti dal Piano di Risanamento Idrico del bacino del torrente Enza redatto nel 1986 dalla Provincia di Reggio Emilia.

Uso ricreativo: Balneazione

A monte dell'ambito comunale di Sorbolo, da Monchio delle Corti a Montechiarugolo, durante il periodo estivo il torrente Enza è frequentato da turisti nonostante negli ultimi anni i sindaci dei comuni rivieraschi abbiano emesso ordinanze di divieto di balneazione.

I risultati delle analisi batteriologiche indicano *“che l'acqua del t. Enza non è idonea alla balneazione in quanto di norma vengono superati gli indici di inquinamento fecale a causa dell'influenza negativa delle basse portate in cui si sversano scarichi abusivi od accidentali non controllabili.”*

In corrispondenza all'area di intervento e fino alla foce il torrente per le sue caratteristiche morfologiche, non si presta più ad un uso balneativo; le sue acque risultano comunque ancora non idonee alla balneazione.

Uso potabile

“Dall'esame dei risultati delle analisi si nota che la percentuale di superamento dei limiti della classe A1 è molto elevata soprattutto per gli indici batteriologici ma anche per altri parametri, quali pH, materiali in sospensione, Rame, Fosforo, Ammoniaci e BOD5.

Stesso giudizio negativo si può esprimere in riferimento alla Categoria A2 soprattutto per gli indici batteriologici.

Risulta quindi di conseguenza che le acque del Torrente Enza appartengono alla categoria A3.”

2.5.5 Giudizio di qualità delle acque superficiali attraverso gli indicatori biologici

Il mappaggio biologico di qualità del torrente Enza coordinato dal Prof. Pier Francesco Ghetti, dell'Istituto di Ecologia dell'Università di Parma, è stato realizzato applicando il metodo dell'Extended Biotic Index secondo le procedure unitarie stabilite nel 3° Seminario Tecnico della C.E.E. Secondo tale mappaggio:

“Nella stazione di Montecchio si rileva un primo impatto sensibile del carico inquinante sulle biocenosi (E.B.I. = 9-10) con un effetto più drastico a valle dello scarico del depuratore del centro abitato (E.B.I. = 7). Durante il periodo di magra si osserva, infatti, la scomparsa dei taxa più sensibili con la presenza di indicatori di inquinamento.

Questa situazione si ripropone a valle, fino alla foce, senza che il corso d'acqua mostri evidenti capacità di recupero, probabilmente per un ulteriore aumento, pur non elevato, del carico inquinante.

Infatti a S. Ilario e Coenzo si evidenzia un sensibile peggioramento fra il periodo di morbida e quello di magra, giustificato dalla drastica riduzione del potere diluente ed autodepurante del corso d'acqua (dalla II alla III classe di qualità).

Gli affluenti dell'Enza, di esigua portata, sono tutti soggetti a condizioni sensibili di inquinamento almeno nel tratto terminale e particolarmente durante i periodi di magra. Il Tassobbio, localizzato in un'area collinare, veicola i reflui di attività zooagricole e di due centri abitati, che agiscono alterandone le elevate condizioni originarie (E.B.I.=7-8).

I torrenti Termina e Masdone drenano scarichi dell'area parmense nel Bacino dell'Enza presentano anch'essi un marcato livello di inquinamento. (E.B.I = 7).

La situazione peggiora ancora nei canali di bonifica Gambalone (staz. 10; E.B.I. = 5; 3-2) e Naviglio+Terrieri (staz. 11; E.B.I. = 4-3; 3) che, con il Canalazzo di Brescello, per l'area reggiana (staz. 12; E.B.I. = 6) chiudono la serie dei canali che scaricano in Enza.

Successive indagini in alcune stazioni hanno permesso di valutare alcune situazioni critiche che si sono verificate in occasione di sversamenti eccezionali o quando il tratto di torrente a valle di Cerezzola rimane completamente secco e la biocenosi si ricostituisce solo dopo 30-40 giorni dal periodo in cui l'acqua ricomincia a scorrere in alveo. Tale situazione va correlata non solo con l'assenza di vita biologica ma, fatto ben più grave, con la attenuata capacità del torrente di attivare i propri meccanismi di autodepurazione in un'area idrogeologica particolarmente delicata per la presenza della conoide”

3 CLIMATOLOGIA

Per affrontare in modo adeguato le problematiche riguardanti le caratteristiche climatiche dell'area in esame (temperatura, precipitazioni, umidità, direzione dei venti) occorre allargare il campo d'indagine facendo riferimento a dati che riguardano l'intera provincia di Parma.

I dati analizzati nel presente lavoro sono riferiti ai rilevamenti eseguiti in una rete provinciale che comprende 9 stazione termometriche, 14 stazioni pluviometriche, 1 stazione sinottica di montagna e una stazione sinottica di pianura, strutturate queste ultime per eseguire tutte le misure e osservazioni come da norme O.M.M. (Organizzazione Meteorologia Mondiale)

Le elaborazioni proposte in questa sede, riferite a serie storico ventennali (periodo 1967-1986), sono state possibili facendo ricorso ai dati termo-pluviometrici tratti dagli Annali Idrologici, pubblicati dal Servizio Idrografico del Ministero Dei Lavori Pubblici.

L'intervallo temporale considerato è stato ritenuto sufficiente per l'indagine, in quanto le variazioni termiche periodiche non sono tali da apportare apprezzabili modificazioni ai valori medi relativi.

Le serie di dati osservati sono stati elaborati applicando una formulazione analitica armonica degli stessi (sviluppo in serie trigonometrica di Fourier), che offre il vantaggio di presentare valori di sintesi depurati da eventuali anomalie numeriche dovute ad eventi casuali, il cui peso è sensibile in serie di osservazioni di ampiezza limitata.

Con i valori termici e pluviometrici così ottenuti si sono eseguite correlazioni al fine di poter definire altri parametri, quali l'indice di aridità e il regime climatico.

3.1 Inquadramento territoriale

La provincia di Parma, con una superficie complessiva di 3.449 Km², è costituita per il 25% da pianura, il 31.5 % da collina e il 43.5 % da montagna, in un contesto geografico che la confina in senso meridiano fra lo spartiacque appenninico a meridione e il corso del fiume Po a settentrione e in senso zonale fra i territori di Reggio Emilia a Levante e di Piacenza a Ponente.

A prevalente struttura collinare e montana, inserisce solo un quarto del suo territorio nell'area padana, propone una struttura geotopografica con ampia gamma di altimetrie, che vanno da quelle tipiche della pianura occidentale dell'Emilia Romagna a quelle dei rilievi montani più elevati che costituiscono lo spartiacque appenninico dove sono rilevabili altitudini prossime ai 2000 m (Monte Sillara 1861 m).

Fra i complessi collinari e montani, che nel loro complesso costituiscono il 75% del territorio, trovano posizione alcuni importanti sistemi vallivi, con prevalente orientamento SW-NE, che raggiungono la pianura antistante determinando strutture topograficamente aperte alle correnti atmosferiche Nord-Orientali.

Sotto il profilo puramente topografico il territorio può essere suddiviso in comparti geografici, più o meno estesi, che si diversificano anche nettamente fra loro per caratteri climatici e che possono essere contraddistinti come segue:

- pianura interna (padania);
- pianura pedecollinare;

- zona collinare e valliva;

- zona montana.

Il territorio comunale di Sorbolo ricade nella pianura interna, un'area pianeggiante relativamente estesa, che, da qualche chilometro a nord delle ultime propaggini collinari dell'appennino, si estende fino al corso del Fiume Po dove, cessate le influenze esercitate sul clima dai rilievi, si hanno progressivamente le caratteristiche tipiche dei climi continentali con scarsa ventilazione, formazioni nebbiose più frequenti, intense e persistenti e non necessariamente presenti nella sola stagione fredda, massime escursioni termiche giornaliere, frequente ricorrenza di condizioni di gelo, di caldo umido e di freddo umido.

È proprio nella bassa pianura parmense che i caratteri continentali assumono la massima espressione in ambito regionale, e ciò a conferma di quanto emerge al confronto con le condizioni ambientali degli altri territori provinciali.

Gli aspetti tipici di questo specifico comparto climatico sono costituiti da inverni particolarmente rigidi, con temperature minime che possono abbondantemente scendere al di sotto dello zero termico, anche durante le ore più calde della giornata (gelo senza disgelo) ed estati molto calde con frequenti e persistenti condizioni di calore afoso per gli elevati valori di umidità relativa in prossimità del suolo, conseguentemente agli scarsi rimescolamenti verticali dell'aria in presenza di frequenti calme anemologiche.

Intense inversioni termiche, nel periodo della stagione fredda, propongono la loro massima estensione verticale nell'area più settentrionale, dove di conseguenza sono più scarse le possibilità di rimescolamento termico in seno all'aria nello strato prossimo al suolo.

Apprezzabili risultano infine le variazioni pluviometriche, che vedono un progressivo incremento andando verso le prime propaggini collinari.

3.2 Termometria

Per delineare il profilo termico dell'area in esame si è fatto riferimento alle serie storiche ventennali dei punti che costituiscono la rete di rilevamento termometrico del territorio e più precisamente alle stazioni di Parma e Reggio Emilia, che rappresentano i punti di riferimento più prossimi all'area d'intervento.

Il regime termico medio annuo relativo alle stazioni di Parma e Reggio Emilia è rappresentato dagli istogrammi elaborati (Fig.4) che evidenziano un andamento unimodale con temperature medie massime coincidenti con il mese di Luglio e medie minime in quello di Gennaio.

A questi sono state sovrapposte le corrispondenti curve caratteristiche ottenute attraverso il procedimento di sintesi armonica.

La temperatura media annua, è stata calcolata pari a 13.7°C e 12.6°C rispettivamente per la stazione di Parma e Reggio Emilia.

Il mese di Gennaio presenta temperature medie variabili tra 1.9°C (Parma) e 1.6°C (Reggio Emilia); mentre per quanto riguarda il mese di Luglio, i valori estremi medi sono compresi tra 24.9°C (Parma) e 23.6°C (Reggio Emilia).

L'escursione termica media annua rilevata varia tra i 22.8°C della stazione di Parma e i 22°C rilevati a quella di Reggio Emilia.

Passando infine a considerazioni di classificazione climatica su base termica (procedura di Koppen), si può rilevare come la totale area di pianura fino ai rilievi di media collina rientri abbondantemente nelle condizioni climatiche di tipo "temperato subcontinentale".

	Temperatura media mensile (°C)												
Stazione (periodo)	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	Temp. m.a.
Parma	1,9	4,5	9,4	13,4	18,1	22,1	24,9	24,1	20,4	14,3	7,7	3	13,7
(1967-1986)	2,1	4,6	8,9	13,7	18,2	22,1	24,6	24,3	20,6	14,2	7,5	3	
Reggio Emilia	1,6	3,7	8,2	11,5	16,7	20,8	23,6	22,8	18,9	14,2	6,8	2,3	12,6
(1967-1986)	1,6	3,7	7,6	12,1	16,7	20,7	23,3	23,1	19,5	13,4	6,9	2,6	

Tabella 3: Temperature medie mensili; in corsivo è indicato il valore ottenuto attraverso il procedimento di sintesi armonica

3.3 Pluviometria

In riferimento alle medesime stazioni di rilevamento l'entità delle precipitazioni medie annue risulta essere di 858 mm per quanto riguarda la stazione di Parma e di 760 per quella di Reggio Emilia.

Nella tabella 4 sono stati riportati i valori delle precipitazioni medie mensili per le stazioni considerate e i corrispondenti valori elaborati attraverso il procedimento di sintesi armonica.

L'esame dei diagrammi di figura 5, nei quali gli istogrammi esprimono l'altezza di afflusso misurata e le curve i valori calcolati, mette in evidenza una distribuzione delle precipitazioni mensili con caratteri analoghi in entrambe le stazioni considerate.

L'andamento delle precipitazioni nell'anno medio risulta bimodale ed identifica un regime pluviometrico di tipo *sub-litoraneo appenninico*, caratterizzato da due massimi e da due minimi.

Il massimo assoluto coincide con il periodo autunnale (ottobre-novembre), mentre quello relativo ricade nel periodo primaverile (marzo-aprile). I mesi caratterizzati da un minor afflusso meteorico, invece, sono luglio (minimo assoluto) e dicembre-gennaio (minimo relativo).

Questa distribuzione delle precipitazioni è da porre in relazione alla frequente formazione, durante la stagione estiva e invernale, di aree anticicloniche nella zona padana che ostacolano la propagazione delle perturbazioni provenienti dai quadranti occidentali. Tuttavia gli istogrammi delle stazioni considerate (soprattutto Parma) evidenziano per il mese di agosto valori con elevate altezze di afflusso connesse con precipitazioni temporalesche di elevata intensità. Questi valori rappresentano un'anomalia del ventennio considerato, in quanto non si riscontrano in periodi di osservazione più estesi.

Nell'ambito del Piano Regolatore considerato il valore medio dell'afflusso annuale può essere stimato pari a 800 mm per comparazione con gli afflussi registrati nelle vicine stazioni prese in esame, i cui valori variano da un massimo di 858 mm (Parma) ad un minimo di 760 mm (Reggio Emilia).

Stazione (periodo)	Precipitazione media mensile (mm)												Totale annuo
	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	
Parma	68,2	65,9	75	68,2	69,6	64,3	42,6	97,5	68,1	87,2	90,6	60,5	857,6
(1967-1986)	64,3	67,3	72,7	72,6	65,9	59,4	61,3	72,3	84,3	87,7	80,4	69,5	
Reggio Emilia	63,6	58,1	69,2	58,2	68,4	60,1	40,9	72,2	61,6	67,7	80,2	60	760,2
(1967-1986)	60,8	60,2	64,1	66	62,7	56,7	54	58,2	66,6	72,7	71,9	65,9	

Tabella 4: precipitazioni medie mensili; in corsivo è indicato il valore ottenuto attraverso il procedimento di sintesi armonica.

3.4 Condizioni termopluviometriche

Noti i caratteri termici e pluviometrici dell'area in esame risulta necessario estendere la ricerca al comportamento reciproco dei due principali elementi climatici.

Allo scopo è stato costruito per ogni stazione un diagramma termopluviometrico o climogramma (Fig. 6), nel quale sull'asse delle ascisse sono stati riportati i valori elaborati delle temperature medie mensili e su quello delle ordinate i valori delle precipitazioni medie mensili.

Il campo del diagramma risulta suddiviso in quattro quadranti, individuati dalle rette corrispondenti ai valori medi annui della temperatura e delle precipitazioni. Ogni quadrante individua un particolare dominio dei due fattori climatici:

- quadrante in alto a destra: *clima caldo-umido*;
- quadrante in basso a destra: *clima caldo-secco*;
- quadrante in alto a sinistra: *clima freddo-umido*;
- quadrante in basso a sinistra: *clima freddo-secco*.

La suddivisione del campo del diagramma in quattro quadranti tramite l'ascissa e l'ordinata dei rispettivi valori medi annuali, permette l'apprezzamento del dominio dei due elementi climatici e dei loro rapporti di interdipendenza, considerando il maggiore o il minore sviluppo della linea di correlazione in ciascuno di questi quadranti.

Si noti come nell'area in esame prevalgono i periodi freddo-umidi e subordinatamente quelli caldo umidi.

Poco presenti periodi caldo secchi, mentre praticamente insignificante risulta la durata di regimi freddi e secchi.

Ai fini idrologici e nei riguardi delle condizioni ambientali necessarie per alcune specie vegetali, si è determinato l'indice di aridità attraverso l'elaborazione dei dati pluviometrici e termometrici secondo la relazione proposta da De Martonne:

$$I_a = 12 \cdot P_m / 10 + T_m$$

dove:

I_a = indice di aridità medio mensile;

P_m = valore medio mensile delle precipitazioni;

T_m = valore medio mensile della temperatura.

Usando i valori delle precipitazioni e delle temperature ottenuti con le equazioni di sintesi armonica, sono stati calcolati i valori medi mensili dell'indice di aridità per le tre stazioni considerate (Tabella 5).

Nel complesso tutte le stazioni presentano un indice di aridità annuale che indica l'esistenza di un clima di tipo subumido.

Come si nota dai dati emersi dai calcoli, i valori più bassi si riferiscono ai mesi luglio ed agosto in quanto maggiormente si fa sentire il sopravvento delle alte temperature sulle precipitazioni (periodo subarido).

STAZIONE	Indice di aridità mensile												I _a annuo
	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	
Parma	63,8	55,3	46,2	36,8	28,0	22,2	21,3	25,3	33,1	43,5	55,1	64,2	36,2
Reggio Emilia	72,7	57,2	55,9	53,1	41,4	26,1	16,6	19,2	34,5	58,5	83,7	91,9	33,6

Tabella 5 - Indici di aridità mensili nelle stazioni di Parma e Reggio Emilia

3.5 Umidità

Lo stato igrometrico dell'aria viene generalmente definito attraverso l'umidità relativa, che esprime il rapporto fra la quantità di vapore acqueo contenuto nell'atmosfera e la quantità massima che potrebbe esservi contenuta alla stessa temperatura e pressione.

Tale rapporto, espresso in percentuale, consente di giudicare se la massa d'aria è più o meno lontana dal punto di saturazione e quindi di seguire i fenomeni connessi con la condensazione del vapore acqueo.

L'acquisizione dei dati è stata condotta attraverso l'elaborazione dei valori misurati alla sola stazione di Parma, in quanto non sono ancora operanti altre strutture nelle zone circostanti l'area di studio.

I valori di umidità relativa disponibili si riferiscono a due momenti significativi della giornata (ore 6.00 e ore 12.00), durante i quali si registrano generalmente i valori massimi e minimi della grandezza in esame.

L'esame del diagramma dell'umidità relativa media mensile (fig 14) misurata alle ore 6.00, evidenzia un valore medio annuo dell'85% con valori minimi nel mese di luglio (80%) e massimi in ottobre, novembre e dicembre (90%). Le registrazioni effettuate alle ore 12.00 indicano un valore medio annuo dell'umidità relativa pari al 67%, con valori minimi nel mese di luglio (51%) e massimi in dicembre (83%).

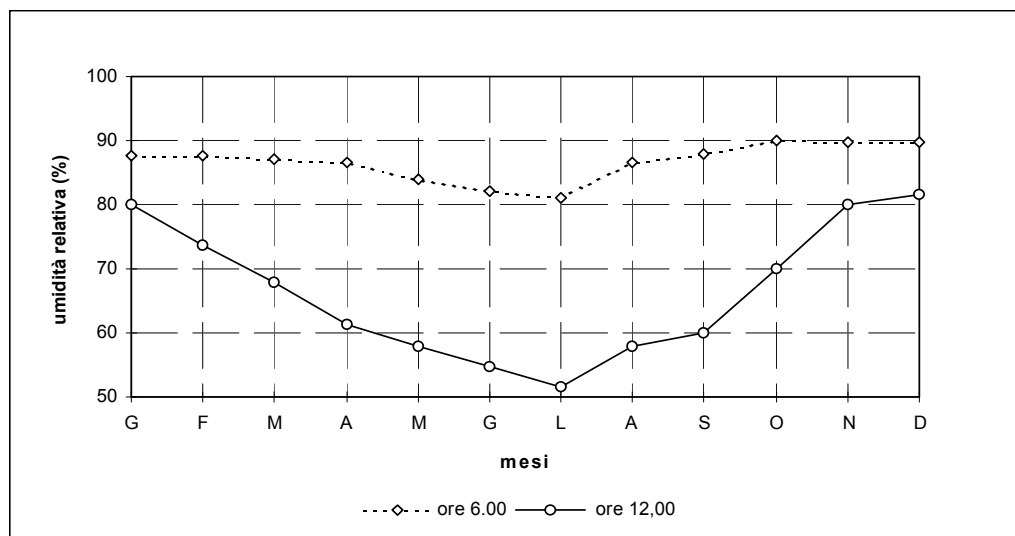


Fig. 7- Umidità relativa misurata alla stazione di Parma

3.6 Direzione e velocità del vento

Il regime dei venti è stato definito attraverso i dati misurati nel periodo 1966-70 alla stazione di Parma (Università).

Nelle figure 8 e 9 sono rappresentate rispettivamente le velocità e le frequenze medie dei venti al suolo riferite al quinquennio considerato.

A Parma le velocità giornaliere risultano distribuite regolarmente sull'orizzonte con valori moderati, i cui massimi raggiungono i 5 km/h in inverno e primavera.

Le frequenze maggiori appartengono ai venti provenienti da SW (vento regnante) e NE nei periodi estivo e primaverile, mentre nell'anno medio la direzione prevalente è quella da SW.

Le calme, intese come periodi con vento dotato di velocità inferiore a 1 km/h, raggiungono il 72% in inverno e il 33% nell'anno medio.

4 ANALISI AGROECOLOGICA

L'analisi non può prescindere dalle conoscenze attuali delle caratteristiche ambientali pertanto, in riferimento a questo, sono necessarie alcune precisazioni frutto di ricerca bibliografica, del lavoro di studiosi e tecnici che nel tempo hanno portato a conoscenze territoriali rivelatesi di importanza strategica anche nel settore della pianificazione territoriale.

Il territorio in cui ricade il Comune di Sorbolo (PR) è caratterizzato dai seguenti connotati ambientali.

4.1 Inquadramento fitogeografico

L'area è classificabile, sotto il profilo bioclimatico, nella "*zona medioeuropea*" ed inquadrata nella "*sottofascia planiziale*".

In particolare sotto l'aspetto climatico-forestale, secondo la classificazione proposta da Pavari (1916), la possiamo classificare nella zona del "*Castanetum*", sottozona "*calda*" (Cc).

La classificazione sopracitata si avvale di pochi parametri climatici, ritenuti più discriminanti di altri ai fini di un corretto inquadramento fitoclimatico.

Tra i parametri termici sono stati considerati la temperatura media annua, la temperatura media del mese più freddo e la media delle temperature minime assolute annue, mentre tra quelli pluviometrici vengono valutati la piovosità annua e la sua distribuzione stagionale.

Le caratteristiche termiche della zona sono le seguenti: temperatura media annua compresa tra 10 e 15 °C, con media del mese più freddo mai inferiore a 0°C e media delle minime assolute annue sempre superiore a -12° C.

4.2 Caratteristiche agrovegetazionali

Come in molti Comuni dell'ambito planiziale, anche nel territorio del Comune di Sorbolo nel corso degli anni, si è giunti alla progressiva rarefazione degli ambienti naturali fino alla quasi totale scomparsa di ecosistemi di particolare pregio, tale tendenza nell'uso del suolo assai discutibile, ha portato alla perdita di saliceti, di boschi ripariali misti, di boschi planiziali, di zone umide e di elementi del paesaggio paraturali quali: siepi, filari, incolti, arbusteti ecc. .

La prolungata presenza dell'uomo e delle sue attività, ha profondamente influenzato la composizione floristico-vegetazionale del territorio, tanto che attualmente il paesaggio vegetazionale della pianura è stato definito da alcuni studiosi, "*umanizzato*" (Sestini, 1963) o "*culturale*" (Pedrotti 1974).

L'uso del suolo è nel territorio descritto di tipo prevalentemente agricolo intensivo. La gestione dei terreni agrari avviene con l'ausilio di tecniche agronomiche moderne, che prevedono il rilevante ricorso a lavorazioni del terreno profonde, l'impiego di molecole di sintesi (fertilizzanti e fitofarmaci) ed il frequente prelievo di acque per l'irrigazione; infatti poche limitazioni esistono per le specie di interesse agrario e forestale molte delle quali risultano potenzialmente coltivabili.

Tra le colture arboree l'unica forte presenza che caratterizza il paesaggio è il pioppo da cellulosa coltivato quasi esclusivamente in aree Golenali e non, di pertinenza del Torrente Enza spesso poste in stretto avvicendamento con mais.

Tra le altre colture arboree solo la vite rimane come segno dell'agricoltura del passato, oggi presente in filari ancora maritati ad altre specie arboree da frutto o ad essenze da legno quali acero, frassino, salice.

Tra le piante da frutto: ciliegio, melo, pero, pesco, susino, albicocco, diospiro, noce, actinidia ed altre specie frutticole minori mai in coltura specializzata, sono coltivate solo in piccole superfici ad frutteto familiare o frammiste ad orti.

Tra le specie erbacee i cereali a paglia ed in particolare frumento tenero ed orzo risultano le specie con il maggiore numero di ettari, prati polifiti, erba medica, mais, orzo, soia, barbabietola da zucchero, pomodoro, girasole e sorgo.

Culture foraggiere annuali e pluriennali, sono coltivate a sostegno di importanti attività zootecniche, le quali alimentano importanti industrie lattiero-casearia, mentre mais, orzo e soia sono spesso materie prime destinate all'allevamento del suino pesante le cui carni vengono avviate alle industrie di insaccati.

Nelle aree extragolenali la campagna risulta caratterizzata da un'agricoltura intensiva con colture che dipendono strettamente dai prodotti tipici della provincia: il latte ed i suoi derivati, le carni suine stagionate e trasformate, il legno da cellulosa e altri trasformati dei cereali e dei semi proaginosi ad utilizzo zootecnico ed alimentare.

Le aziende agricole adottano principalmente l'indirizzo produttivo di tipo cerealicolo-zootecnico, con allevamento di bovini da latte e/o di suini, oppure, indirizzo produttivo cerealicolo-industriale o industriale.

I rigidi disciplinari di produzione del più importante e conosciuto formaggio italiano impongono alle aziende agricole una gestione oculata degli alimenti destinati all'alimentazione del bestiame. In particolare il trinciato di mais ed alcune foraggiere, che conferiscono cattivi sapori al latte, risultano banditi. Anche per quanto concerne la carica microbica del latte i controlli sono molto frequenti e finalizzati al raggiungimento di standard qualitativi sempre più elevati.

La rotazione nel tempo è variata non solo in dipendenza dell'indirizzo produttivo aziendale ma soprattutto in funzione della politica agricola comunitaria di sostegno al reddito; colture preparatrici, depauperanti e miglioratrici infatti non si alternano più in modo così rigido.

Prevalentemente risultano quadriennali, quinquennali e sessennali con le seguenti successioni colturali:

- bietola, orzo, soia e frumento;
- bietola, mais, soia e frumento;
- mais, frumento, bietola, orzo, soia e frumento;
- bietola, frumento, prato, prato, prato e mais;
- mais, frumento, prato, prato, prato, frumento;
- frumento, pomodoro, frumento, pomodoro, frumento

In ambito golenale il Torrente Enza impone invece scelte agronomiche solitamente poco influenzabili.

Le specie di interesse agrario, quindi, sono quelle che attualmente conferiscono all'intero territorio l'attuale fisionomia, in cui pioppo e mais, costituiscono le specie dominanti.

I pioppeti specializzati, per la superficie che occupano e per l'importanza che assumono nella caratterizzazione del paesaggio, meritano una trattazione più accurata.

In questo ambito la gran parte della Pianura Padana, un tempo era costituita dal *Populeto-salicetum*; che rappresentava la fitoassociazione "*climax*" della golena, oggi è stata quasi totalmente messa a coltura ed il Pioppo euroamericano (*Populus x euroamericana*), frutto dell'ibridazione di *Populus nigra* e di *P. deltoides*, costituisce la specie spesso dominante in questi terreni.

Gli ambienti di golena, per i loro terreni freschi spesso interessati dalle esondazioni del Torrente Enza, costituiscono i suoli più vocati per l'arboricoltura da legno, la cui destinazione è preminentemente mirata all'ottenimento di cellulosa e suoi derivati.

La coltura risulta diffusa ovunque nel Comune di Sorbolo, ove come in quasi tutte le fasce golenali dei principali fiumi e torrenti ha spazzato via gli ambienti naturali, la coltura succede a se stessa ma più spesso è posta in avvicendamento quasi esclusivamente con mais e soia e sporadicamente con terreni a set-aside o a soia.

La possibilità di effettuare le operazioni principali di preparazione quasi indipendentemente dall'andamento meteorologico stagionale, l'elevata probabilità che i terreni vengano sommersi per più giorni all'anno, il buon reddito fornito, commisurato al basso input energetico della coltura, e alla possibilità di meccanizzare quasi integralmente tutte le operazioni del ciclo produttivo e non da ultimo gli importanti finanziamenti Comunitari che vengono dati.....a seguito del ritiro dei seminativi dalla produzione e dall'investimento in colture legnose, risultano le più importanti motivazioni che spingono gli imprenditori agricoli della golena a considerare con attenzione questa coltivazione.

La fertilizzazione avviene ancora con due tipi di concimi: inorganico ed organico, facilmente reperibile vista la diffusione degli allevamenti bovini e suinicoli.

Si tratta quindi di un'agricoltura prevalentemente di tipo convenzionale, dove il rapporto equilibrato tra seminativi e foraggiere, destinate agli allevamenti, permettono, attraverso l'impiego di letame, una buona restituzione degli elementi caratterizzanti la fertilità del suolo ed il mantenimento di accettabili valori di sostanza organica.

4.3 Popolamenti vegetali naturali

La vegetazione di una determinata regione può essere studiata in modi diversi. Uno dei metodi più frequentemente impiegati utilizza l'altitudine quale parametro di classificazione, in quanto strettamente legato alle condizioni climatiche.

Le comunità di vegetali presenti nel Comune di Sorbolo (PR) sono distribuite entro ambiti altitudinali definiti, che corrispondono in genere a condizioni macroclimatiche omogenee, determinanti per la frequenza relativa di ciascuna specie.

L'area in esame è compresa nel piano altitudinale denominato "*piano basale*" e nell'orizzonte "*sub-mediterraneo*"; il quale comprende la fascia da 0 a 400 metri s.l.m., in cui, fino a 100 metri s.l.m., si rileva la presenza di vegetazione di tipo "*litoraneo*" e "*planiziano*".

Nell'area in esame la fitoassociazione "*climax*" è il "*Quercus-Carpinetum*", caratterizzato dalla totale assenza di conifere spontanee; qui il bosco planiziale rappresentava prima dell' antropizzazione la fitoassociazione dominante le cui specie edificatrici sono state la Farnia (*Quercus robur*) ed il Carpino bianco (*Carpinus betulus*).

Pignatti, già nel 1952 e 1953, ipotizzò addirittura per l'intera Padania l'esistenza di un querceto misto caducifoglio, il cosiddetto "*Quercus-Carpinetum boreoitalicum*", molto simile agli odierni querceti prealpini.

Successivamente nei boschi planiziali si sono affermate più o meno spontaneamente altre specie quali: Roverella (*Quercus pubescens*), Frassino (*Fraxinus oxycarpa*), Olmo (*Ulmus minor*), Tiglio (*Tilia spp.*), Acero campestre (*Acer campestre*), mentre in posizioni più prossime agli elementi d'acqua Ontano nero (*Alnus glutinosa*), Pioppo bianco (*Populus alba*) e Salici (*Salix spp.*).

In tempi più recenti, quando ormai l'assetto dei boschi maturi era gravemente compromesso, si affermarono specie esotiche quali Robinia (*Robinia pseudoacacia*), Ailanto (*Ailanthus altissima*), Indaco bastardo (*Amorpha fruticosa*) ed Acero americano (*Acer negundo*), infestanti rampicanti quali lo zuccino americano (*Sycios angulatus*) ed il luppolo giapponese (*Humulus scandens*), le quali unitamente alle infestanti alloctone tipiche dei coltivi spesso incidono non solo sul paesaggio ma anche profondamente sugli equilibri ecosistemici formando spesso comunità oligospecifiche.

La tendenza delle piante ad aggregarsi in maniera non casuale in base alle loro caratteristiche ecologiche comporta, mai oggi la necessità di definire i vari tipi di vegetazione con il termine, adottato da molti Autori, di "*associazioni*" o "*fitoassociazioni*", che fanno riferimento semplicemente alla capacità adattiva e alle caratteristiche di competizione tra le specie.

Il Comune in oggetto non presenta comunità di un pregio botanico e forestale indisturbate di una certa estensione, queste risultano talvolta presenti aree relittuali, certamente non in grado di influenzare il

paesaggio.

4.4 Cenosi a vegetazione arborea, arbustiva ed erbacea, paranaturali.

Gli interventi antropici, hanno di fatto ridotto moltissimo l'estensione dei consorzi boschivi ed arbustivi naturali, i quali in passato caratterizzavano gli ambiti fluviali e le golene; oggi risultano nella maggior parte dei casi a sviluppo nastriforme o irregolare comunque, di importanza marginale.

Rimangono tuttavia, anche nella zona in oggetto, alcune aree in cui la presenza di determinate associazioni di vegetali testimonia le passate vicende.

Siepi arbustive ed arboree, argini boscati ed incolti, costituiscono le tre categorie principali di un territorio fortemente antropizzato.

1 Boschi ripariali misti

Analogamente alla sorte toccata ai boschi planiziali, i popolamenti boschivi ripariali sono oggi ridotti a "relitti". Nel corso degli anni infatti questa tipologia vegetazionale ha progressivamente lasciato il posto in ambito golenale a colture specializzate, tra cui il pioppo ibrido è quella di maggiore importanza economica.

I "relitti di Boschi" sono attualmente costituiti da popolamenti in cui il pioppo ibrido euroamericano e non (*Populus alba* e *P. nigra*), spesso in subordine al salice bianco (*Salix alba*), eccezionalmente all' Ontano nero (*Alnus glutinosa*) e ai frassini (*Fraxinus spp.*), costituiscono le specie che garantiscono la maggiore copertura del piano dominante.

In condizioni ambientali tipiche dei boschi umidi o freschi compaiono, invece, anche se non diffusamente il pallon di maggio (*Viburnum opulus* L.) e la frangola (*Frangula alnus* Miller), spesso in sanguinello (*Cornus sanguinea*).

Quindi la tipologia vegetazionale di questi ambienti è tipicamente quella dei boschi umidi con la prevalenza di specie arboree igrofile, precedentemente citate, e di specie arbustive soprattutto appartenenti al genere *Salix* (*S. purpurea*, *S. triandra* e *S. eleagnos*). Quando nei boschetti ripariali la specie dominante è la robinia (*Robinia pseudoacacia*), il piano arbustivo risulta formato prevalentemente da sambuco nero (*Sambucus nigra*), invece se il robinieto ha sostituito le formazioni boschive autoctone rimane solitamente il corteggio degli arbusti originali

2 Saliceti

In genere sono boschi di piccole dimensioni a ricrescita spontanea, abbastanza densi e compatti, dove i più maturi presentano individui più distanziati, mentre gli altri risultano più fitti; entrambi, se cedui, assumono "habitus" denso e compatto. La presenza costante di *Sycios angulatus*, specie erbacea alloctona, rampicante annuale e infestante, conferisce spesso all'ambiente una particolare connotazione, ma rivela la pericolosità per la sopravvivenza dei saliceti stessi. Tra le specie appartenenti al genere *Salix* riportiamo nell'ordine:

- *Salix alba*, (Salice bianco);
- *Salix caprea*, (Salicone);
- *Salix eleagnos*, (Salice lanoso o Salice ripaiolo);
- *Salix purpurea*, (Salice rosso);
- *Salix triandra*, (Salice da ceste);
- *Salix cinerea*, (Salice grigio).

3 Siepi

Elementi di interesse paesaggistico notevole, le siepi sono state spesso condizionate nella loro composizione floristico-vegetazionale dall'uomo, il quale, le ha governate, sfruttate e spesso eliminate con metodi drastici, ritenendole inutili all'economia agricola. Nonostante tutto, sono ancora oggi di grande interesse biologico, poiché offrono riparo ad un numero elevato di specie vegetali ed animali e costituiscono spesso l'unico ambiente in cui molte specie possono arrivare sino alla fase di disseminazione naturale.

Sono costituite in genere da filari arborei (molto scarsi nell'area) ed arbustivi o arboreo-arbustivi (diffusi) spesso le essenze arboree presenti sono governate a capitozza con la funzione di tutori per "maritare le viti".

Altrimenti il tipo di governo è quello classico a ceduo spesso raso, o a fustaia in funzione delle specie arboree presenti, in tutte le tipologie elencate l'invariante è la costante presenza di specie erbacee perenni spesso tipiche dei coltivi.

Siepi di arbusti: le numerose specie di arbusti e rampicanti un tempo costituivano il naturale "*mantello del bosco*" e la sua ubicazione tipica era in prossimità dei margini dei boschi planiziali.

Oggi, per tutte le motivazioni frequentemente riportate in questo testo, sono ormai confinati a tratti discontinui, ove delimitano la maglia parcellare agraria soprattutto in terreni in cui la meccanizzazione non risulta agevole. Non di rado inoltre, esse separano la superficie a coltivo dalla rete irrigua interconnessa costituendo uno dei pochi elementi di variazione del paesaggio. La composizione vegetazionale degli arbusteti, spesso, lascia intendere la tipologia delle associazioni vegetali precedenti e quindi, l'iter evolutivo subito.

4.5 Metodologia d'indagine

L'analisi sull'uso reale del suolo è stata condotta al fine di realizzare la stesura di un P.S.C. (Piano Strutturale Comunale), risulta pertanto in linea con quelli che sono i recenti orientamenti legislativi inerenti la materia, i quali, prevedono una più rigorosa classificazione dell'ambito rurale.

L'analisi ha pertanto lo scopo di individuare sia l'uso reale del suolo ma anche peculiarità e pregi naturalistici e paesaggistici di cui tener conto in fase di stesura delle norme tecniche.

Per quanto concerne la pianificazione del territorio la legge 20 del 27 marzo 2000 e successive modifiche impone di individuare nel territorio rurale le seguenti aree:

- Aree di valore naturale e ambientale
- Ambiti agricoli di rilievo paesaggistico
- Ambiti ad alta vocazione agricola
- Ambiti agricoli periurbani

Per delineare una classificazione di questo tipo, fortemente improntata sulle caratteristiche agroecologiche, occorre senz'altro analizzare i connotati agro-vegetazionali del territorio evidenziandone soprattutto le componenti di pregio naturalistico.

L'indagine si è articolata seguendo diverse fasi che sono finalizzate alla determinazione delle caratteristiche ambientali del territorio comunale indagato e soprattutto all'individuazione e alla tutela di quegli ambienti che presentano una

rilevante valenza biotica, di pregio dal punto di vista paesaggistico e/o forti limitazioni nell'uso reale del suolo cercando di integrare quelle non segnalate dal PTPC.

Le fasi attraverso cui si è svolto il lavoro sono state quindi le seguenti:

- fotointerpretazione mediante analisi delle coperture;
- validazione del metodo di interpretazione;
- rilievi di controllo in campo, di aree non univocamente definite;
- definizione di classi di copertura;
- rilievo della vegetazione in ambiti territoriali di pregio
- scelta di un indicatore ecologico da impiegare nella valutazione degli agroecosistemi;
- stima sintetica e verifica dei valori di indicatore ambientale;
- associazione dei parametri rilevati alle varie classi di copertura individuate.

Commento [S&L1]:

4.5.1 Metodi di studio della vegetazione

Il metodo di gran lunga più accettato dagli studiosi europei è quello denominato "*metodo fitosociologico*" di Braun-Blanquet, basato essenzialmente sul fatto che la distribuzione non casuale della vegetazione rende possibile la definizione di tipi vegetazionali.

L'unità elementare, che costituisce il tipo più semplice nel sistema fitosociologico, è "l'associazione" definita come un tipo vegetazionale astratto, rappresentante uno stato di equilibrio tra individui della stessa specie e/o di specie differenti che vivono nello stesso ambiente.

Essa è distinta da una o più specie dette "caratteristiche" che si ritrovano prevalentemente o esclusivamente nei popolamenti elementari riferibili a tale tipo di vegetazione; le associazioni vengono indicate con termini latini facendo seguire al nome di una o più specie il suffisso *-etum*.

Il complesso delle associazioni vegetali descritte costituisce il sistema fitosociologico.

La fase analitica del metodo fitosociologico si esplica nello studio dei popolamenti elementari (definiti come una qualsiasi superficie coperta da vegetazione omogenea). Dal punto di vista pratico si tratta di un censimento delle specie presenti nelle aree di saggio, nel quale, per ciascuna di esse, viene indicata la frequenza ed il grado di sociabilità.

L'abbondanza è senza dubbio il parametro più importante e viene definito stimando visivamente la copertura di quella specie sul totale dell'area di campionamento, confrontando poi il valore ottenuto alla scala di riferimento.

Esula dagli scopi di questa analisi iniziale la definizione precisa delle frequenze relative delle specie presenti, comunque, per ciascuna area descritta nella tavola di progetto verranno elencate le specie prevalenti ed alcune delle peculiarità di maggiore interesse ai fini di una migliore definizione del rilievo fitosociologico.

Ad esempio in ambito fluviale e di golena tre sono le cenosi caratterizzanti, denominate: cenosi di idrofite, cenosi di elofite e cenosi a vegetazione arborea ed arbustiva.

Una volta individuati i popolamenti presenti è stato necessario associare ad essi un indice di ecologia del paesaggio poiché la seconda fase del lavoro sarà finalizzata alla individuazione di unità di paesaggio.

4.6 La scelta dell'indice ecologico

Per la fase di analisi è stato scelto un indicatore sintetico (usualmente impiegato in ecologia del paesaggio) denominato indice di Biopotenzialità territoriale (Btc).

L'indice è applicabile a diverse scale spazio temporali e permette quindi, di descrivere un sistema paesistico nelle condizioni attuali e in quelle passate nonché di formulare delle ipotesi predittive sulla sua probabile dinamica futura.

La Btc permette inoltre di valutare il cosiddetto “*deficit di trasformazione*” quantificando la perdita complessiva di capacità di riequilibrio intrinseca derivata dall' allontanamento forzato di un sistema ecologico dall' equilibrio. (Ingegnoli,1997).

L'indice nella sua versione originale si basa quindi su:

- concetto di stabilità resistente;
- principali tipi di ecosistemi della biosfera;
- dati metabolici degli ecosistemi (biomassa, produzione primaria lorda, respirazione).

Per ciascuna area di saggio sono state indagate la copertura delle specie caratteristiche, la copertura delle specie aliene, la valutazione della tessera forestale, l'utilizzazione al quale l'ecotopo è assoggettato, i disturbi, la ricostruzione (naturale), il livello di eterogeneità di microhabitat, lo stato dei margini e le connessioni.

A titolo esemplificativo, l'indice che può assumere un querceto-carpinetto a media naturalità è 6; l'indice assume valori via via decrescenti sino ad arrivare ad un'area asfaltata in cui solitamente il valore è 0.

L'indice di BTC stimato (e calcolato in alcune aree campione per verifica) è inteso come valore medio ponderato tra i diversi agroecosistemi presenti.

Nel territorio del Comune di Sorbolo l'indice è risultato variare da 0.50 a 3.5 in questo intervallo di valori sono state individuate 6 classi (definite classi agroecologiche) riportate nella tabella sottostante.

Classe Agroecologica	Caratteristiche Ecologiche (indice BTC)	Riferimento alla unità dei suoli	Copertura presente	Ambito di diffusione
A	0.50-1.0	1-1g- 2-3-4-5-6 7-8-9-9c-10	Aree urbaizzate.	Sorbolo e frazioni.
B	1.0-1.5	1g-3-6-7-8-9c-10	Aree agricole periurbane.	Sorbolo e frazioni.
C	1.5-2.0	3-5-6-7-9-10	Aree agricole con buona presenza superfici a prato.	Macroarea centro-meridionale del territorio comunale.
D	2.0-2.5	2	Aree agricole .	limitrofi ai golenali T.Enza e altri.
E	2,5-3.0	1g	Aree agricole frammiste ad elementi naturali caratterizzanti il paesaggio.	Golenali T.Enza, aree intercluse tra canali e di pertinenza di bacini relittuali .
F	3,0-3.5	1g	Elementi naturali e coltivi golenali.	Fascia ripariale T..Enza

Tabella 5

Area A

E' l'area a più basso indice agroecologico, infrastrutture ed edifici la condizionano pesantemente. Le uniche subaree paranaturali in essa presenti risultano solitamente di piccole dimensioni e spesso intercluse tra fabbricati, senza possibilità di scambi con gli ecosistemi periferici.

Sono presenti orti, giardini, parchi urbani, viali alberati, superfici marginali non piantumate, ed incolti.

Area B

Sono le aree agricole che solitamente risultano intercluse tra aree urbane periferiche tanto che talvolta risultano collegate ad orti, giardini, parchi, viali alberati e prossime ad incolti spesso vi è presenza di vegetazione che risulta associata al reticolo idrografico minore.

Area C

Sono le aree agricole ad agricoltura convenzionale con presenza di seminativi quali: frumento tenero, orzo, mais, soia, barbabietola da zucchero, pomodoro, colture orticole specializzate.

In subordine risultano medica e prati polifiti e tra le colture arboree il pioppo e la vite.

Le rotazioni e gli avvicendamenti sono spesso condizionati dagli indirizzi produttivi delle imprese agricole, o in aziende di medio-piccole dimensioni dai contributi comunitari a sostegno del reddito agricolo

Area D

Sono le aree agricole ad agricoltura convenzionale con presenza di seminativi quali: frumento tenero, orzo, medica e prati polifiti, mais, soia, barbabietola da zucchero, pomodoro.

In subordine risultano pioppo e la vite. Sono aree agricole di buone potenzialità in cui il settore zootecnico condiziona più che in ogni altra area le scelte agronomiche.

Area E

Sono le aree agricole in prossimità degli elementi caratterizzanti il reticolo idrografico. Seminativi quali: frumento tenero, mais e soia in successione tra loro o in avvicendamento con pioppo ibrido euroamericano (da cellulosa) conferiscono la maggiore copertura.,

Tali aree però, a differenza delle precedenti risultano ben dotate di elementi naturali e/o paranaturali caratterizzanti il paesaggio quali: boschetti, boschi, siepi, filari, aree ad incolto, fasce arbustate, argini boscati, e quindi possiedono una discreta valenza ecologica) .

Area F

Risulta indubbiamente l'area a maggiore naturalità con un indice di BTC che varia da 3.0 a 3.5; sensibilmente influenzato dalla presenza di elementi naturali del paesaggio quali: boschetti ripariali, arbusteti, prati, prati umidi, parti aridi, incolti, zone umide perfluviali, seminativi (mais e soia) e pioppeti.

4.7 Le caratteristiche agroecologiche e pedologiche dei suoli

Dalla Carta dei Suoli della Regione Emilia Romagna il Territorio del Comune di Sorbolo potrebbe essere ripartito in tre classi principali in base al gruppo e al sottogruppo di appartenenza: 2Aa, 3Aa e 3Ba.

Un lavoro più approfondito condotto da Lulli *et al.* negli anni antecedenti il 1980 è stato impiegato per

la stesura del precedente P.R.G. comunale, non si intende pertanto, vista l'accuratezza applicata nello studio, indagare ulteriormente sulle caratteristiche dei suoli, che vengono riportate nella sottostante tabella.

Unità	Fase	Denominazione	Famiglia	Descrizione
1		Serie Casaltone	Franco fini misti (calcarei) Typic Xerofluvents	Suoli franco Argilloso sabbiosi, talora franchi, profondi oltre 1 metro ben drenati moderatamente alcalini. Si riscontrano su sedimenti grossolani, su superfici un tempo frequentemente inondate.
1	g Fase di golena	Serie Casaltone	Franco fini misti (calcarei) Mesici Typic Xerofluvents	Caratteristiche di tessitura uguali alla unità 1. Si riscontrano su sedimenti grossolani, alluvionali su superfici che vengono attualmente esondate con una certa frequenza.
2		Serie Enzano	Famiglia franco fini misti (calcarei) Mesici Typic Xerofluvents	Suoli franchi, franchi argilloso limosi in profondità, profondi oltre 1 metro ben drenati moderatamente alcalini. Si trovano su sedimenti alluvionali grossolani, su superfici un tempo frequentemente inondate.
8		Serie Sorbolo	Famiglia dei franco fini misti (calcarei) Mesici Typic Xerochrepts	Suoli franchi, profondi oltre 1 metro ben drenati moderatamente alcalini. Si trovano su sedimenti alluvionali mediamente grossolani su superfici da tempo non esondate.
4		Serie Marasini	Famiglia degli argillosi misti (calcarei) Mesici Acquic Entic Chromoxererts.	Suoli argilloso limosi, profondi oltre 1 metro scarsamente drenati, moderatamente alcalini. Presentano ristagno d'acqua temporaneo fino agli orizzonti lavorati e una accentuata fessurazione nella stagione asciutta. Si trovano su sedimenti fini alluvionali recenti, su vecchie superfici di conca.
5		Serie Valletta	Famiglia degli argillosi misti (calcarei) Mesici Acquic Entic Chromoxererts.	Suoli argillosi, profondi oltre 1 metro scarsamente drenati, moderatamente alcalini. Presentano fenomeni di ristagno d'acqua temporaneo fino alla superficie ed una accentuata fessurazione nella stagione asciutta. Si trovano su sedimenti fini alluvionali attuali, su superfici un tempo paludose.
6		Serie Bosco	Famiglia degli argillosi misti (calcarei) Entic Chromoxererts.	Suoli argilloso limosi, profondi oltre 1 metro imperfettamente drenati, moderatamente alcalini. Presentano un'accentuata fessurazione nella stagione asciutta. Si trovano su sedimenti fini alluvionali recenti, su superfici da tempo non esondate.
7		Serie Frassinara	Famiglia degli argillosi misti (calcarei)	Suoli argillosi, profondi oltre 1 metro, imperfettamente drenati, moderatamente alcalini.

Unità	Fase	Denominazione	Famiglia	Descrizione
			Mesici Entic Chromoxererts.	Presentano un'accentuata fessurazione nella stagione asciutta. Si trovano su sedimenti fini alluvionali attuali su superfici un tempo paludose.
9 C	Fase di conca	Serie Ramoscello		Suoli con le caratteristiche della Serie, ma con fenomeni di ristagno d'acqua temporaneo fino alla superficie. Si trovano su sedimenti fini alluvionali recenti, su superfici con pendenza inferiore all'1%.
3		Serie Coenzo	Famiglia degli argillosi misti (calcarei) Mesici typic Xerofluvents.	Suoli franco argillosi, profondi oltre 1 metro, moderatamente ben drenati, in superficie, e imperfettamente drenati in profondità per l'aumento del contenuto in argilla, moderatamente alcalini. Si trovano su sedimenti fini alluvionali recenti ricoperti da sedimenti grossolani attuali, su superfici che attualmente vengono esondate di rado.
9		Serie Ramoscello	Famiglia degli argillosi, misti (calcarei) Mesici Aquic Xerochrepts.	Suoli franco argillosi, profondi oltre 1 metro, da moderatamente ben drenati a imperfettamente drenati, moderatamente alcalini. Presentano una debole fessurazione nella stagione asciutta. Si trovano su sedimenti fini alluvionali recenti, su superfici da tempo non esondate.
10		Serie Bettolino	Famiglia degli argillosi, misti (calcarei) Mesici Vertic Xerochrepts.	Suoli argilloso limosi, profondi oltre 1 metro, da imperfettamente drenati a moderatamente ben drenati, moderatamente alcalini. presentano un'accentuata fessurazione nella stagione asciutta. Si trovano su sedimenti fini alluvionali recenti, su superfici attualmente non esondate.

Il lavoro effettuato, anzitempo è stato invece ripreso abbinando le unità dei suoli e le loro limitazioni agronomiche alle 6 classi agroecologiche individuate nel territorio comunale.

Classe	Unità dei suoli	Limitazioni agronomiche	Riferimento classe ecologica	Note
I	1-2-8-9	nessuna limitazione	A (1-2-8-9) B (1-2-8-9) D (1-2-8-9) E (2) F (1)	
II	3	Difficoltà di lavorazioni in qualche periodo dell'anno	A B C D E	
	6-7-10	Difficoltà di lavorazioni in	A (6-7-10)	

Classe	Unità dei suoli	Limitazioni agronomiche	Riferimento classe ecologica	Note
		qualche periodo dell'anno, fessurazioni profonde nella stagione asciutta	B (6-7-10) C (7) D (6-7-10 E (7)	
III	4-5	Difficoltà di lavorazione in qualche periodo dell'anno, fessurazioni profonde nella stagione asciutta, ristagni di acqua temporanei nel suolo	C (5) D (4-5) E(5)	
	9 conca	Difficoltà di lavorazione in qualche periodo dell'anno, ristagni di acqua temporanei nel suolo, debole permeabilità del sottosuolo	D	
V	1 golena	Frequenti esondazioni	F E	

Tabella 6

Le classi IV-VI-VII-VIII non risultano presenti nel territorio del Comune di Sorbolo (PR)

Come è risultato spesso in altri studi non c'è nesso alcuno tra unità dei suoli e le classi agroecologiche individuate, ad eccezione della 1g in cui sono presenti solo le classi ecologiche E ed F a più elevato indice di biopotenzialità.

Infatti, i mezzi e le tecniche colturali moderne, le nuove selezioni di genotipi e le politiche agricole comunitarie a sostegno del reddito in agricoltura tendono sempre più a svincolare le colture agrarie dalle caratteristiche fisico-chimiche dei suoli e quindi dalle loro naturali limitazioni nell' uso agronomico.

Solo il Torrente Enza risulta l'elemento forte del paesaggio in grado di influenzare direttamente con le sue dinamiche, sia la natura dei suoli, sia la copertura vegetale; in tutte le restanti classi agroecologiche individuate, invece, sono presenti tutte o quasi tutte (quando mancano è dovuto al fatto che l'unità è territorialmente assai circoscritta) le unità dei suoli individuate.

Al fine di pervenire ad una ottimizzazione nell'uso del suolo avendo tra gli obiettivi principali; l'incremento della naturalità, la produzione agricola secondo vocazione e l'incremento della fruibilità di ambienti naturali, paranaturali, di agrosistemi ed agroecosistemi, è stata predisposta una tabella in cui alle caratteristiche di biopotenzialità (ricavate dall'analisi della copertura vegetale) sono state associate le caratteristiche dei suoli.

A ciascuna classe agroecologica sono state associate le caratteristiche dei suoli delle quattro classi individuate (due delle quali suddivise in 2 subclassi) e le limitazioni agronomiche ad essi associate.

La capacità d'uso intesa come limitazione agronomica del suolo è stata determinata in funzione della lavorabilità, della capacità di mantenere le caratteristiche di fertilità, della capacità idrica di campo, della capacità di sgrondo delle acque e del rischio di esondabilità; in questo contesto assume valori da 1 a 6 (attribuendo al valore 1 la maggiore limitazione nella capacità d'uso).

Occorre evidenziare che la lavorabilità da un punto di vista strettamente tecnico, da una decina d'anni a questa parte non costituisce un problema insormontabile per la moderna azienda agricola, infatti, trattrici e macchine operatrici sempre più potenti e dalla capacità oraria sempre più elevata spesso fanno sì, che la natura dei suoli incida poco sulla volontà di eseguire le operazioni colturali.

Gli altri parametri valutati per la determinazione dell'indice di capacità d'uso risultano invece molto meno influenzabili dall'uomo e pertanto più direttamente incidenti sul l'indice stesso.

Classi Agroecologiche	Caratteristiche agroecologiche (indice BTC)	Unità di suoli presenti nelle classi Agroecologiche individuate	Capacità d'uso del suolo (limitazioni agronomiche)	Ambito di diffusione
A	0.50-1.0	1-2-8-9 3 6-7-10 4-5 9c 1g	6 5 4 3 2 1	Sorbolo e frazioni.
B	1.0-1.5	1-8 3 6-7-10 9c	6 5 4 2	Sorbolo e frazioni.
C	1.5-2.0	9 3 6-7-10 5	6 5 4 3	Macroarea centro-meridionale del territorio comunale.
D	2.0-2.5	3 5	5 6	Macroarea settentrionale
E	2,5-3.0	1g	1	Aree golenali del T. Enza, aree intercluse tra canali, di pertinenza di bacini relittuali e di zone umide relittuali..
F	3,0-3.5	1g	1	Fascia ripariale T..Enza

Tabella 7

Le classi con Btc elevata hanno sempre forti vincoli alla lavorabilità (per l'elevato rischio di esondabilità) ma, mai in modo univoco valori di Btc bassi risultano correlati con bassi indici di limitazione agronomica.

In funzione degli obiettivi prefissati occorrerà attribuire di volta in volta uguale importanza, o importanza diversa alla copertura vegetale e alla capacità d'uso del suolo.

Ad esempio, nell'ottica di migliorare le caratteristiche naturali del paesaggio attraverso il potenziamento di corridoi ecologici esistenti e la costituzione di una rete ecologica è la copertura vegetale presente ad assumere l'importanza maggiore.

Mentre, se l'obiettivo prioritario è il miglioramento della qualità delle acque attraverso interventi di fitodepurazione e “*buffer zone*” diventa altrettanto importante il fattore edafico.

5 ASPETTI IDRAULICI

5.1 Caratterizzazione idraulica del Torrente Enza

L'intero territorio comunale di Sorbolo è localizzato in sponda sinistra del Torrente Enza, nel tratto di corso d'acqua che va dall'abitato di Casaltone a sud, a quello di Coenzo, nella parte settentrionale.

La rete idrografica superficiale *minore* è invece costituita da una serie di canali come il Canalazzo Terrieri, il Fumolenta, il Naviglia e il Cavo Gambalone (artificializzati); questi sono il frutto degli interventi di miglioramento fondiario operati al fine di assicurare ai terreni agricoli un sufficiente e regolare drenaggio nei periodi di pioggia ed una adeguata dotazione di acque irrigue nei mesi asciutti.

5.2 Caratteristiche idrologiche in piena

Riguardo ai dati idrometrici del Torrente Enza, si è considerata come sezione di riferimento, quella nei pressi del ponte di Sorbolo, sezione in cui è posizionata una stazione di misura idrometrica (vedere fig. 7). Le caratteristiche idrologiche del corso d'acqua nel tratto di interesse sono desumibili dalle serie storiche di dati idrometrici e di portata disponibili alla stazione di Sorbolo del Servizio Idrografico.

Le caratteristiche idrologiche della stazione di misura di Sorbolo sul torrente Enza sono riassunte dai seguenti dati (aggiornati all'annale dell'anno 1985 dell'Ufficio Idrografico e Mareografico del bacino del Po):

bacino idrografico sotteso:	670	km ²
altitudine massima:	2.016	m s.l.m.
altitudine media:	620	m s.l.m.
zero idrometrico:	24.09	m s.l.m.
distanza dalla foce in Po:	20	km
inizio misure:.....	anno 1935	
portata massima al colmo (17.11.1940):	442	m ³ /s
altezza idrometrica massima (1.5.1974):.....	12,20	m
altezza idrometrica minima (7.8.1943):	- 0,29	m
altezza di guardia:	7,90	m

L'altezza idrometrica massima riportata non è comunque stata superata nel periodo successivo (1985-2000), per il quale sono disponibili i dati idrometrici delle piene più significative registrati dall'Ufficio operativo di Parma del Magistrato per il Po.

Le misure di portata sono disponibili solamente nel periodo 1935-1958, con mancanza dei dati per gli anni 1944, 1945, 1946, 1947. Nell'ambito di tale periodo la portata massima storica è risultata pari a $442 \text{ m}^3/\text{s}$ (17.11.1940), per una altezza idrometrica di 11.65 m.

Per completare la caratterizzazione idrologica del corso d'acqua, è opportuno fare riferimento, oltre che ai valori storici più significativi, come sopra riportati, a una valutazione delle portate di piena al colmo e dei relativi livelli idrometrici associate alle rispettive frequenze di superamento.

Allo scopo le serie storiche disponibili delle portate di piena al colmo e dei livelli idrometrici al colmo sono state sottoposte a valutazioni statistiche attraverso sofisticate elaborazioni informatiche.

Nelle seguenti tabelle vengono riportati i tabulati di calcolo relativi, cui si può fare riferimento per l'analisi di dettaglio dei dati e dei risultati di calcolo.

a. Portate massime al colmo

La serie storica disponibile è costituita solamente da 20 valori, nel periodo 1935-1958; si tratta pertanto di una serie limitata, relativa inoltre a un periodo non recente. Si sono ottenuti i valori di piena al colmo indicati in tabella 8.

TEMPO RITORNO (anni)	DI	Qmax al colmo (m^3/s)	Hmax al colmo (m)	Hmax al colmo (m s.l.m.)
10		400	11.20	35.29
20		440	11.65	35.74
50		490	12.16	36.25
100		520	12.45	36.54

Tabella 8 - Portate massime al colmo nella stazione di Sorbolo

I valori ottenuti appaiono caratterizzati da una buona rappresentatività, pur tenendo conto della limitata estensione della serie storica; sulla base della scala di deflusso valida nella sezione di misura nello stesso periodo, sono state stimate le altezze idrometriche corrispondenti alle portate di piena calcolate. Per queste ultime va tenuto presente che esse fanno riferimento alla situazione geometrica dell'alveo quale era nel periodo di disponibilità della serie storica; in particolare tiene conto della scala di deflusso relativa all'ultimo anno di misura delle portate (1958).

b. Livelli massimi al colmo nella sezione di Sorbolo

In relazione alla modesta estensione temporale della serie storica delle portate e alla mancanza di dati recenti, si è ritenuto opportuno considerare la possibilità di effettuare regolarizzazioni statistiche sui livelli di piena al colmo, che hanno invece la caratteristica di costituire una serie storica sufficientemente estesa e disponibile fino al periodo recentissimo. E' noto, per contro, che le altezze idrometriche rappresentano una variabile idrologica che normalmente mal si presta alla trattazione per via statistica; la relazione tra portata e livello idrico dipende infatti dalla geometria dell'alveo e dalle relative caratteristiche di scabrezza e di forma. Esistono pertanto molti elementi che portano a deviare rispetto ad una distribuzione casuale, quale quella che si assume per le portate di piena.

I dati ottenuti dalle regolarizzazioni vanno pertanto considerati come affetti da un maggiore grado di imprecisione, cosa per altro confermata anche dai valori assunti dai test sulla regolarizzazione.

Va inoltre tenuto conto che nel tratto considerato la morfologia dell'alveo ha subito nel tempo modificazioni sensibili, in termini di interrimento dell'alveo e riduzione della capacità di portata, che hanno influenzato le modalità di deflusso in piena.

Si sottolinea come il fenomeno si sia manifestato sensibilmente a partire dall'anno 1958 e che l'innalzamento nel periodo 1958-1980 sia stato di circa 3.0 m.

In questa situazione una regolarizzazione della serie completa dei livelli idrometrici al colmo non è significativa, essendo questi ultimi dipendenti anche da modificazioni dell'alveo e non solo dall'andamento casuale dei colmi di piena.

Si sono pertanto considerate separatamente due serie storiche dei livelli idrometrici al colmo: rispettivamente per i periodi 1935-1958 e 1959-1994 e ad esse è stata applicata la procedura di regolarizzazione operando sia sulle altezze idrometriche che sui livelli in quota assoluta. La rispondenza statistica è risultata migliore se riferita alle quote idriche.

TEMPO DI RITORNO (anni)	Hmax al colmo periodo 1935-1958 (m s.l.m.)	Hmax al colmo periodo 1959-1994 (m s.l.m.)
10	35.04	36.66
20	35.41	37.23
50	35.84	37.88
100	36.13	38.72

Tabella 9 - Altezze idrometriche massime al colmo stimate per i periodi 1935-1958 e 1959-1994 nella sezione di Sorbolo

I risultati raggiunti si prestano alle seguenti considerazioni:

- le altezze regolarizzate per il periodo 1935-1958 sono sufficientemente attendibili e presentano un buon accordo con quelle desunte, in funzione delle portate, dalla scala di deflusso;
- le altezze relative al periodo 1959-1994 presentano una scarsa attendibilità della regolarizzazione statistica, che risente indirettamente del trend in atto all'aumento delle quote di fondo alveo e alla riduzione della capacità di deflusso;
- questi ultimi valori vanno pertanto considerati prevalentemente come indicatori al progressivo aumento, a parità di portata, dei livelli idrici di piena, senza che possa essere attribuito ad essi una significatività numerica assoluta. Va inoltre tenuto in conto che gli elementi morfologici e idraulici che hanno determinato il fenomeno illustrato possono essere modificati da interventi di manutenzione dell'alveo che tendano a ripristinare le condizioni originarie.

Tenendo conto delle considerazioni esposte si può considerare che le altezze idrometriche al colmo nella situazione attuale si collochino attorno al valore medio tra i risultati delle due distinte regolarizzazioni effettuate; va inoltre tenuto presente che, in assenza di interventi correttivi sull'alveo, la tendenza rimane alla crescita.

Si assumono pertanto i seguenti valori dell'altezza idrometrica nella sezione di Sorbolo.

TEMPO RITORNO (anni)	DI	Hmax al colmo (m s.l.m.)
10		35.85
20		36.32
50		36.86
100		37.43

Tabella 10 - Altezze idrometriche massime al colmo nella stazione di Sorbolo

La situazione si presenta ancora accettabile in ordine al rischio di piena; va tenuta presente la preoccupante tendenza evidenziata alla crescita dei livelli che si è verificata in tutto il periodo recente. Sono pertanto importanti e con effetti molto positivi sulla sicurezza in piena, interventi tendenti a migliorare le condizioni di officiosità dell'alveo, ampliandone la sezione attiva e riducendone gli effetti di resistenza al moto.

5.3 Assetto geomorfologico e idraulico dell'alveo

Il tratto di corso d'acqua in oggetto ha caratteri morfologici di alveo unicursale, che diventa meandriforme procedendo verso valle.

Nel complesso le condizioni sono di sufficiente stabilità planimetrica; sono presenti soltanto localmente, fenomeni erosivi di sponda che non indicano evidenti tendenze alla modificazione del percorso, pur in assenza di opere di sponda di contenimento. Dal punto di vista altimetrico è in atto una generale tendenza al deposito e all'innalzamento del fondo, già segnalata al punto precedente per i riflessi sull'idrologia locale, con effetti di riduzione della sezione dell'alveo inciso. A tale fenomeno si accompagna un progressivo aumento di quota del piano golenale per il deposito di materiale alluvionale.

Complessivamente i fenomeni in atto, in assenza di interventi di manutenzione, producono una riduzione dell'efficienza dell'alveo con ripercussioni negative preoccupanti, quanto meno di tendenza, sulla sicurezza delle arginature maestre di contenimento della piena. Il fenomeno di tendenza al deposito è favorito dalle condizioni generali del bacino idrografico, caratterizzate da un territorio degradato o potenzialmente degradabile anche per eventi meteorici non particolarmente intensi; tendenza all'instaurarsi di fenomeni franosi anche di grandi dimensioni nella parte alta del bacino; intensa attività erosiva nella parte collinare, essenzialmente argillosa e più intensamente coltivata, che costituisce l'area prevalente di alimentazione della frazione più fine del trasporto solido del corso d'acqua. Le caratteristiche geometriche dell'alveo nel tratto analizzato, poco a monte dell'abitato di Sorbolo, sono rappresentate dai seguenti valori:

- **alveo inciso:**

- larghezza media 32.0 m
- altezza di sponda 7.0 m

- **alveo di piena:**

- larghezza media 400.0 m
- profondità di corrente massima in alveo (rispetto alla quota arginale 38.60 m s.l.m.) 10.6 m
- profondità di corrente media in golena (rispetto alla quota arginale 38.60 m s.m.) 3.0 m

Le condizioni idrauliche di deflusso in piena sono stimabili sulla base delle valutazioni idrologiche di portata e di corrispondente livello effettuate al punto precedente. Per rappresentare una situazione particolarmente significativa si fa riferimento alla piena con tempo di ritorno pari a 100 anni:

- portata al colmo 520 m³/s
- livello idrometrico al colmo 38.06 m s.l.m.

Dalle elaborazioni matematiche effettuate si è constatato che il contributo al deflusso in piena dell'alveo inciso è dell'ordine del 70%, contro il restante 30% attribuito alla golena. La golena è sede di velocità di corrente modeste, a conferma della tendenza al deposito e all'innalzamento del piano golenale evidenziata in precedenza.

Un fenomeno particolare, che ha come conseguenza il restringimento dell'alveo nella bassa pianura, è l'*avvallamento delle sponde*, favorito dalla natura limosa delle alluvioni e dall'assenza di vegetazione arborea. Questi sono conseguenti al ritiro delle acque di piena poiché la velocità dell'acqua, in queste occasioni, permette l'erosione delle sponde, rendendole quasi verticali; nella fase immediatamente successiva, cioè durante la fase di decrescita, l'imbibizione del limo sulle ripe ne provoca l'avvallamento.

Nei tratti in cui sulle sponde è presente una vegetazione arborea, in genere rappresentata da pioppi, robinie e salici, associata ad un sottobosco arbustivo, i suddetti dissesti risultano meno frequenti.

6 RISCHIO IDRAULICO

6.1 Cronistoria dei principali eventi alluvionali del Comune di Sorbolo

Il territorio comunale di Sorbolo a memoria d'uomo è stato ripetutamente interessato da eventi alluvionali più o meno intensi, cagionati sia dal Torrente Enza, che dalla rete idrografica minore.

Effettuando ricerche storiche negli archivi e raccogliendo le testimonianze riportate sui giornali locali, è possibile ricostruire la cronistoria degli eventi di piena, tenendo conto del fatto che la qualità dell'informazione diminuisce procedendo a ritroso nel tempo.

Altre preziose fonti d'informazione sono stati l'Archivio del Consorzio della Bonifica Parmense e vari studi e pubblicazioni dell'Amministrazione Provinciale di Parma, citati in bibliografia.

Di ogni evento di significativa importanza è stata eseguita una descrizione sintetica delle aree allagate e dei danni provocati.

Fiume Po. Piena del 14 novembre 1951

Si trattò della massima piena storica fatta registrare dal Po fino a quel momento e superiore a quelle che seguirono negli anni 1957 e 1979.

La prolungata pressione delle acque contro l'argine maestro provocò il sifonamento e il successivo crollo di due chiaviche (Bolzano e Bigone) e di un tratto dell'argine maestro a Mezzano Rondani; attraverso queste tre rotte le acque del Fiume allagarono un esteso territorio nei comuni di Colorno, Mezzani, Sorbolo e Trecasali, con prolungati fenomeni di ristagno. Nell'ultimo decennio, in occasione delle 2 piene del ottobre '94 e del novembre 2000, le altezze idrometriche raggiunte in occasione del colmo di piena sono state superiori a quelle registrate nell'evento del '51.

Tuttavia i lavori di rinforzo e miglioramento dei rilevati arginali, eseguiti dal dopo guerra ad oggi, hanno comunque permesso di contenere in ambito golendale l'ondata di piena.

Rete minuta di bonifica, evento del 13 e 14 aprile 1958

Dopo che nell'ultima settimana del marzo 1958 si erano avute continue precipitazioni, tali da saturare il terreno, si è avuta un'intensificazione degli eventi meteorici nelle prime due decadi di aprile; in particolare, furono molto intense le precipitazioni del 13 e 14 aprile.

Le zone più depresse e chiuse del territorio comunale sono state completamente allagate.

I canali interessati da fenomeni di tracimazione sono stati il Cavetto di Frassinara, il Naviglio Nuovo e il Dugara Casalora.

Torrente Enza – Canale Fumolenta, piena del 24 dicembre 1959

La piena del Torrente Enza del 24/12/59 ha prodotto uno straripamento lungo l'argine sinistro in corrispondenza dell'abitato di Enzano, tracimando l'argine in più punti ed ha causato un notevole rigurgito nel Canale Fumolenta, con conseguente tracimazione dello stesso.

La rottura degli argini del Fumolenta è avvenuta quando il canale stava straripando da sei ore, innescata dal sormonto arginale.

Le rotture del Fumolenta (tre in tutto) si sono verificate tutte sull'argine destro, mentre la tracimazione dell'Enza è avvenuta lungo l'argine sinistro. A causa di questi due eventi l'abitato di Enzano si è venuto a trovare in una "morsa" d'acqua. La strada da Sorbolo a Coenzo è stata interrotta per circa 200 metri in corrispondenza della rampa del ponte sul Canale Fumolenta.

Sempre a causa della piena dell'Enza sono state allagate le case della località Borgo di Casaltone, a sud di Sorbolo. Complessivamente le aree interessate dalle esondazioni del Torrente Enza e del Canale Fumolenta assommano a circa 850 ha.

Torrente Enza Canale Fumolenta, piena del 20 aprile 1960

A causa del rigurgito del T. Enza in piena si sono avute tracimazioni e rotture dell'argine destro del canale Fumolenta, all'incirca nelle stesse zone descritte per l'evento del 24 dicembre 1959. La breccia prodotta nell'argine era lunga una dozzina di metri e da essa defluivano sia le acque proprie del canale che le acque di rigurgito del torrente.

Nella serata del 20 aprile anche il torrente Enza ha cominciato a tracimare in corrispondenza della località di Castelletto di Enzano. In totale è stato calcolato che sono stati allagati circa 400 ha di terreno.

A Sorbolo, dove comunque non ci sono stati danni, le tre luci dei ponti della ferrovia e della S.S. 62 della Cisa erano letteralmente scomparse sott'acqua. L'idrometro di Sorbolo ha fatto registrare il valore massimo di m. 11.15 alle 18.00 del 20 aprile.

Torrente Enza, piena del 2 dicembre 1966

Nel dicembre del 1966 vi fu una tracimazione dell'argine sinistro del T. Enza circa 3 Km a monte dell'abitato di Sorbolo, in corrispondenza di Casaltone, con allagamento di circa 200 ha di terreno, compresa la citata frazione.

Verso le 17.20 la piena sormontò l'argine in 2 punti: in prossimità del borgo e alla chiesa ed in breve l'acqua raggiunse la piazza di Casaltone. Dopo un'ora dal primo sormonto arginale, l'acqua si era già aperta un varco di circa 600 m.. L'acqua arrivò a lambire l'abitato di Sorbolo e fu contenuta verso ovest dal rilevato della S.S. 62 della Cisa.

In serata il cavo Gambalone, non riuscendo a scaricare le proprie acque nell'Enza, tracimò all'interno dell'abitato di Sorbolo, provocando un piccolo allagamento nel quartiere di Via Venezia.

Rete minuta di bonifica, evento meteorico del 15 e 16 febbraio 1972

A causa di prolungate ed intense piogge nella zona est della bassa parmense e ad un concomitante livello idrometrico elevato del T. Enza, nei giorni 15 e 16 febbraio 1972 il compartimento idraulico del Canalazzo Terrieri è entrato in crisi. Si sono avuti fenomeni di rigurgito con sormonto delle arginature in prossimità delle Case Ronchi.

Il Cavo Canaletto e il Cavo Burla hanno evidenziato problemi di tracimazione rispettivamente in località Pilastrello e Case Vecchie.

In totale sono stati allagati 90 ha di terreno. Inoltre l'argine sinistro della Dugara Casarola ha ceduto circa 500 m. a monte della confluenza con il Canalazzo terrieri, provocando l'allagamento di altri 42 ha di terreno.

Torrente Enza, piena del 10 settembre 1972

Due eventi meteorici di particolare intensità e ravvicinati nel tempo produssero gravi dissesti nel bacino montano del Torrente Enza, con esondazioni sia nel Parmense che nel reggiano.

Le precipitazioni intense, concentrate nella parte alta del bacino, determinano una piena che, mettendo a nudo le deficienze proprie dell'alveo, causate anche dall'intervento antropico, provoca l'esondazione a valle dell'Autostrada del Sole in località Casaltone di Sorbolo, sia sul versante parmense, sia su quello reggiano. A Sorbolo viene raggiunta la massima altezza di piena (12.50 m.) rilevata dal 1935. Ingenti danni agricoli nelle zone allagate.

Rete minuta di bonifica, evento meteorico del 29 e 30 aprile 1974

Nell'ultima decade di aprile, numerosi acquazzoni di notevole intensità si sono abbattuti sulla provincia di Parma, specie a sud della via Emilia. Nella notte fra il 29 e il 30 aprile del 1974 si abbattuto sull'abitato di Parma un evento meteorico caratterizzato dalla caduta di 110 mm di pioggia in sole 6 ore.

L'evento ha provocato dei danni nel Comune di Sorbolo: il Torrente Enza ha fatto registrare un livello idrometrico presso la stazione di rilevamento idrometrico di Sorbolo pari a 12.15 m..

Tale quota ha creato un notevolissimo rigurgito nel Canalazzo Terrieri e conseguentemente nella Dugara Casarola, il cui Argine sinistro ha ceduto per una lunghezza di 20 m, provocando l'allagamento di circa 200 ha.

Rete minuta di bonifica, evento meteorico del 10, 11 e 12 maggio 1996

Nella prima metà del maggio 1996, intense precipitazioni hanno interessato praticamente tutta la bassa est della provincia di Parma, provocando la crisi di diversi compartimenti idraulici.

Sono stati segnalati allagamenti a sud di Sorbolo, in corrispondenza dei canali Naviglia, Formica e Formichetta.

Dalle descrizioni riportate si evince chiaramente come vaste porzioni del territorio comunale sono state soggette in passato, a fenomeni di tracimazione e/o ristagni d'acqua, spesso connessi a difficoltà di deflusso del reticolo idrografico minore.

Per quanto riguarda il rischio idraulico direttamente connesso agli eventi di piena del Torrente Enza, è evidente come siano essenzialmente due i punti critici che hanno più volte manifestato, in passato, problemi di sormonto arginale o tracimazioni: il primo a sud di Sorbolo nei pressi dell'abitato di Casaltone; il secondo, più a nord, presso Enzano.

Come dettagliatamente esposto al paragrafo 2.5.4, l'entrata in funzione delle casse di espansione nella parte pedecollinare del bacino del Torrente Enza, dovrebbe garantire una condizione di sicurezza idraulica elevata anche in prossimità dei due punti suddetti.

6.2 Carta del rischio idraulico

Uno dei problemi fondamentali nell'attività di difesa del suolo risulta quello di censire i punti deboli nei sistemi di difesa idraulica dei corsi d'acqua, per arrivare a perimetrare delle aree "a rischio idraulico", cioè aree in cui il pericolo che avvenga un'esondazione o un allagamento consistente non sia trascurabile.

La determinazione quantitativa del pericolo di esondazione, intesa come calcolo probabilistico della ricorrenza dell'evento in un dato punto del territorio, appare praticamente inattuabile.

Ciò è dovuto al fatto che troppi parametri entrano in gioco nella costruzione di un siffatto modello probabilistico e molti sono comunque difficilmente controllabili.

Non potendosi attuare una trattazione quantitativa rigorosa, nell'ambito dell'incarico affidatoci, per evidenziare le aree del territorio comunale in classi a rischio idraulico selettivo, si sono ricercati quei criteri empirici, la cui analisi ha permesso di identificare zone esposte al rischio idraulico e di proporre una graduazione del pericolo stesso di esondazione.

L'attività di programmazione e pianificazione potrà tenere conto della differenziazione stabilità, graduando di conseguenza norme precauzionali e vincoli.

A livello bibliografico sono stati consultati varie fonti, di seguito annotate:

- Carta della dinamica dei versanti e della pianura, a cura dell'Ufficio di Piano della Provincia di Parma;
- Analisi delle problematiche relative alla difesa del suolo nella bassa pianura della provincia di Parma, a cura dell'Amministrazione Provinciale di Parma;
- Delimitazione delle fasce fluviali del Piano Stralcio per la difesa idrogeologica e della rete idrografica del Bacino del Po, a cura dell'Autorità di Bacino del Fiume Po;
- Vincoli Zona Nord del Piano Infraregionale smaltimento rifiuti, a cura della provincia di Parma, Assessorato Ambiente e Difesa del Suolo;
- Analisi aerofotogrammetria per l'individuazione di eventuali aree depresse.

Partendo dall'analisi delle aree allagate su basi storiche, individuandone i corsi d'acqua implicati, i punti di rottura, le modalità dei singoli eventi alluvionali, nonché gli interventi di regimazione idraulica apportati in un secondo tempo, sono state individuate le seguenti classi di rischio:

- “Aree normalmente esondabili”: sono queste le zone che ricadono all'interno delle opere idrauliche principali di protezione (argini maestri).
Sono quelle aree di pertinenza fluviale che sono destinate al deflusso della maggior parte delle piene. Corrispondono all'intera superficie golenale del Torrente Enza, e sono quasi interamente coincidenti, in ambito comunale, con i limiti della Fascia B definiti dall'Autorità di Bacino del Fiume Po.
Per i canali di bonifica si possono considerare “aree normalmente esondabili” quelle ricomprese all'interno degli argini corrispondenti; in questi casi le aree non sono state cartografate per ovvie ragioni di dimensione.
- “Aree ad elevato rischio di allagamenti, connessi al reticolo idrografico secondario”: si tratta in genere di depressioni morfologiche o comunque di superfici pianeggianti caratterizzate da un gradiente topografico ridottissimo (spesso inferiore allo 0.1%).
Sono aree segnalate un po' su tutto il territorio comunale, di estensione in genere contenuta e spesso delimitate da canali di bonifica soggetti a frequenti fenomeni di tracimazione e/o strutture viarie (rilevati stradali, ferrovie) tali da creare zone d'impedimento al normale deflusso delle acque superficiali.
In ambito comunale si segnala come area a marcata criticità, la zona a nord della Strada della Tomba, fra l'argine sinistro del Torrente Enza e il Canale Fumolenta, nei pressi di “Case Bernuzzo” e “La Capra”.
- “Aree a pericolo attenuato”: sono queste le aree esondate storicamente, riportate in Tav. A.3.4, per le quali però sono state messe in atto, successivamente agli eventi, delle opere di regimazione idraulica tali da ridurre il pericolo di esondazioni (scolmatori, rialzi arginali, casse di espansione, risezionamento di canali, adeguamento di ponti ecc...).
- Cartografate in verde nella Tav. A.4.2, occupano una vasta porzione del territorio comunale, che si estende a Nord, per quanto riguarda il rischio idraulico relativo all'asta fluviale del Po, e nella parte sud e nord-orientale del Comune, se si considerano gli eventi alluvionali passati, connessi a tracimazioni del Torrente Enza.
- “Aree potenzialmente interessate da fenomeni di ristagno o rigurgito connessi alla rete idrografica minore”: sono queste aree interessate in passato da locali fenomeni di ristagno o allagamenti a basso battente idrico, dovuti ad eventi di tracimazione e/o rigurgito dei principali canali di bonifica che interessano il territorio comunale.
La componente trattiva delle acque praticamente nulla e il limitato battente idrico che si potrebbe verificare in caso di allagamenti, contribuisce a minimizzare la gravità degli eventuali ristagni d'acqua che si potrebbero verificare in queste zone.
Nella cartografia allegata è stata inserita in questa classe, l'ampia zona adiacente all'abitato di Coenzo; le attuali condizioni di elevato rischio idraulico, dovrebbero infatti risolversi in breve tempo con l'imminente entrata in funzione del nuovo impianto idrovoro di Chiodinello.
- “Aree in sicurezza idraulica”: sono state così definite tutte quelle aree rappresentate in giallo nella Tav. A.4.2 e che dal dopoguerra ad oggi non sono mai state interessate da fenomeni di allagamento o esondazioni.
Si tratta di aree in genere caratterizzate da alti morfologici, rappresentati da dossi o argini naturali e dove la clivometria della superficie topografica è tale da garantire comunque un buon deflusso delle acque superficiali.
In sicurezza idraulica sono anche quelle aree non altimetricamente superiori alle zone circostanti, ma per limiti morfologici naturali o artificiali al contorno (rilevati, infrastrutture, insediamenti, ecc.) non possono essere interessate dalla piena di riferimento.
Inoltre, i lavori di regimazione idraulica condotti dal dopoguerra ad oggi, hanno contribuito ad aumentare la sicurezza idraulica di tali aree.

7 BILANCIO TERRITORIALE

Dall'analisi dei tematismi trattati nel corso dello studio territoriale condotto, si sono potute elaborare cartografie finali di riepilogo dello stato di fatto del territorio e delle sue propensioni ad un eventuale sviluppo urbanistico.

Si è così arrivati a redigere una carta tematica di bilancio (Tav. B 1), dove vengono riportate le principali micro Unità di Paesaggio presenti sul territorio comunale e una carta dei limiti (Tav. B 2) dove sono rappresentate tutte quelle aree soggette a vincoli di ordine territoriale e/o ambientale, per le quali si esclude un possibile coinvolgimento nell'ottica di un eventuale sviluppo urbanistico futuro.

7.1 Unità di paesaggio

Nel contesto della stesura del Piano Regolatore Generale, la corretta valutazione del paesaggio, deve verificare in quale misura l'inserimento di nuovi poli urbanistici possa incidere sugli elementi fisici, biologici ed antropici del territorio e viceversa.

L'obiettivo principale delle metodologie di valutazione paesaggistica è quello di ripartire una specifica zona in ambiti omogenei sulla base del mosaico di elementi diversi costituenti la stessa zona.

Ogni suddivisione esprime delle unità territoriali o di paesaggio cartografabili, all'interno delle quali i vari elementi formativi, ovvero i caratteri fisici, biologici e antropici, hanno contribuito nella realizzazione di un determinato ambiente, distinto da quelli adiacenti.

La Regione Emilia Romagna, nel processo di elaborazione del Piano Territoriale Paesistico Regionale, ha meglio precisato il concetto di unità di paesaggio.

Il P.T.P.R. con questo termine intende degli ambiti aventi specifiche, omogenee e distintive caratteristiche di formazione e di evoluzione, desunte da un'analisi generale mediante immagini da satellite e foto zenitali, considerando, oltre agli attributi riconducibili a valori estetici (morfologia, geologia, idrografia, clima), anche gli attributi connessi all'attività umana e quindi pregnati di valori socio-economici e culturali.

Nella carta delle unità di paesaggio (redatta in scala 1: 250.000) dell'Emilia Romagna l'area in esame ricade nell'unità di paesaggio n. 9, quella della Pianura Parmense. In particolare le Norme di attuazione pubblicate su BUR 8-9-1993, parte seconda, n. 75, del P.T.P.R. individuano come componenti dell'unità di paesaggio n. 9 i seguenti elementi caratterizzanti:

- | | | |
|----|---------------------------|--|
| A) | Elementi fisici: | zona di maggior concentrazione dei fontanili. |
| B) | Elementi biologici: | prevalenza di colture foraggere per la produzione di Parmigiano – Reggiano;
fauna della pianura prevalentemente nei coltivi alternati a scarsi incolti;
le aree golenali torrenti appenninici sono interessate da fauna di ambienti umidi palustri e fluviali. |
| C) | Elementi antropici: | centuriazione, ville padronali, grandi case rurali con struttura a corte, castelli della "bassa", navigli, canali derivatori e chiaviche. |
| D) | Invarianti del paesaggio: | fontanili, ville padronali, grandi case rurali e sistema infrastrutturale della via Emilia. |

L'Amministrazione Provinciale di Parma per la redazione del Piano Territoriale di Coordinamento ha approntato uno studio geologico-morfologico a grande scala del territorio provinciale, volto alla definizione delle Unità di Paesaggio della Provincia di Parma attraverso la correlazione ragionata di tutti gli elementi caratteristici del territorio, identificabili in almeno tre componenti principali:

- caratterizzazione geomorfologica
- caratterizzazione del tessuto insediativo ed urbanistico
- caratterizzazione naturalistico-ambientale.

Le attività antropiche risultano strettamente connesse con le forme ed i processi geomorfologici del territorio, nel senso che sono queste ultime (o meglio la loro evoluzione) che condizionano lo sviluppo delle prime e non viceversa.

La trasformazione indiscriminata o non ragionata del territorio ad opera dell'uomo si scontra oggi e/o si scontrerà in futuro, con la naturale tendenza evolutiva del territorio. In quest'ottica la geomorfologia è definibile come un elemento di controllo dell'ambiente naturale nel suo complesso, ossia comprensivo di tutte le componenti su di esso impostate: si pensi, ad esempio nelle aree di pianura, alle problematiche connesse con le aree esondabili o, nelle aree di montagna, a quelle relative alle zone franose.

Gli elementi geomorfologici sono quindi "imposizioni naturali", che derivano da una predisposizione del territorio ad evolversi verso forme complessivamente sempre più stabili ed in equilibrio con i fattori che lo hanno originato: a tali elementi deve cercare di adeguarsi l'attività antropica.

In caso contrario, si assisterà al verificarsi di pericolose calamità naturali (o almeno così sono viste dall'uomo), quali frane, alluvioni, terremoti, che altro non sono che un forte segnale di un mancato raggiungimento delle condizioni di equilibrio evolutivo del territorio, squilibrio non adeguatamente compreso dall'uomo o da esso accelerato.

L'Unità geomorfologica a cui appartiene il territorio comunale di Sorbolo, sulla base del riconoscimento delle emergenze geomorfologiche loro peculiari, è rappresentata dall'Unità di transizione della bassa pianura, limitata a nord dall'Unità del Fiume Po.

All'interno di questa "macrounità" si possono poi individuare 3 sottounità, presenti nell'ambito comunale considerato:

- Fascia di pertinenza dei principali torrenti appenninici
- Zona della bassa pianura
- Zone intervallive.

La fascia di pertinenza dei principali torrenti appenninici è rappresentata in ambito comunale dalla fascia golenale del Torrente Enza che limita ad est il territorio esaminato.

E' caratterizzata da una litologia di superficie con terreni prevalentemente sabbiosi e limosi, che si fanno via via più fini man mano che il deflusso fluviale si sposta verso il corso d'acqua del Po.

I suoli sono tutti di recente formazione, con scarsa o moderata differenziazione del profilo pedologico.

La pendenza media dell'asta fluviale è sempre molto ridotta, (< 1%) in accordo con l'andamento della superficie topografica.

Il drenaggio superficiale risulta sempre efficiente, data la natura dei terreni e la vicinanza al corso d'acqua.

Si segnalano alcune emergenze geomorfologiche, riportate nella Tav. A 2.1, rappresentate da tracce di percorsi torrentizi estinti, sia recenti (alvei abbandonati) che antichi (paleoalvei).

L'alveo è di tipo pensile e risulta sopraelevato rispetto alla pianura circostante.

Per la loro relativa fertilità, le aree golenali vengono coltivate, in genere a seminativi.

A causa della natura prevalentemente fine della copertura alluvionale e della presenza in sito di locali falde sospese, isolate dagli acquiferi principali sottostanti, il grado di vulnerabilità si considera basso.

Le zone della bassa pianura parmense occupano la parte centro meridionale dell'ambito territoriale analizzato.

Sono aree interessate da una litologia di superficie caratterizzata da terreni tendenzialmente argillosi e limosi, riconducibili alle passate piene fluvio-torrentizie;

Pedologicamente l'area è occupata da suoli di recente formazione, con scarsa o ridotta differenziazione del profilo pedologico;

Non sono presenti emergenze geo-morfologiche particolari, ad eccezione di alcuni dossi di pianura, segnalati in Tav. A 3.1 ad andamento allungato Sud-Nord ed aree depresse intervallive.

La rete idrografica secondaria è assai estesa e rappresentata sia da fossi di scolo che da canali irrigui e/o d'uso misto; Tutti i principali canali irrigui e di bonifica sono difesi da opere idrauliche, con argini anche di rilevante altezza (2-3 m); ciò non esclude tuttavia completamente il rischio di esondabilità di certe aree (specie quelle più prossime ai corsi d'acqua).

La bassa pianura risulta intensivamente coltivata a seminativi e prati polifiti.

Sono presenti aree urbanizzate rappresentate dai centri abitati di Sorbolo, Chiozzola, Casaltone, Frassinara.

La vulnerabilità rimane bassa sull'intera porzione afferente l'ambito comunale.

Le zone intervallive occupano prevalentemente la porzione più settentrionale del territorio comunale.

Caratterizzate da una litologia di superficie prevalentemente fine, mostra livelli pedologici di recente formazione, con scarsa o ridotta differenziazione del profilo dei suoli.

Sono presenti alcune emergenze geomorfologiche rappresentate da tracce di percorsi fluviali estinti, che rimangono evidenziati localmente, dal percorso di alcuni canali secondari, attualmente utilizzati per uso irriguo e di bonifica (Canale Naviglia, Canalazzo Terrieri).

Le pendenze medie della superficie topografica sono generalmente ridottissime, in genere inferiori allo 0.1%.

Come conseguenza di questo scarso gradiente topografico, il drenaggio superficiale risulta assai difficoltoso, considerata anche la natura del substrato e dei terreni superficiali.

La rete idrografica secondaria, come nella bassa pianura precedentemente descritta è assai estesa e rappresentata sia da fossi di scolo che da canali irrigui e/o d'uso misto.

Tutti i principali torrenti ed i canali irrigui e di bonifica sono difesi da opere idrauliche, con argini anche di rilevante altezza (3-4 m); ciò non esclude tuttavia completamente il rischio di esondabilità di certe aree (specie quelle più prossime ai corsi d'acqua).

Le zone intervallive risultano intensamente coltivate, in genere a seminativi.

Sul territorio sono presenti aree urbanizzate rappresentate dagli abitati di Enzano e Coenzo.

Basso il grado di vulnerabilità.

7.1.1 Carta delle microunità di paesaggio

In riferimento alla metodologia adottata dalla Regione Emilia Romagna e dall'Amministrazione Provinciale di Parma, nell'ambito del Piano Regolatore Generale è stato applicato lo stesso approccio analitico approfondendo, attraverso ripetuti sopralluoghi in sito e mediate lo studio delle fonti bibliografiche e della cartografia territoriale regionale C.T.R., le componenti fisiche, biologiche ed antropiche caratterizzanti il paesaggio.

I dati ottenuti hanno permesso di individuare delle unità territoriali minori, rispetto a quelle del Piano Territoriale di Coordinamento realizzato dalla Provincia, definite come microunità di paesaggio. Gli elementi caratterizzanti le microunità di paesaggio sono raggruppati nelle seguenti categorie:

- elementi morfologici: forme e depositi relativi ai processi deposizionali ed erosivi del Torrente Enza;
- elementi idrologici: Torrente Enza e canali artificiali di scolo del sistema dei coltivi e dei fossi stradali;
- elementi geopedologici: natura dei suoli e destinazione produttiva agricola;
- elementi vegetali: formazioni boschive, coltivi, zone incolte, vegetazione delimitante viali, canali e appezzamenti di terreno;
- elementi di origine antropica: insediamenti ed elementi storico-testimoniale, arginature del Torrente Enza e dei canali di bonifica.

La sovrapposizione di questi elementi ha portato all'individuazione, nell'ambito territoriale del comunale, di cinque microunità di paesaggio, nelle quali spiccano per pregio e valore percettivo diversi elementi storico-architettonici, insediativi, morfologici e naturalistici.

•up1 – Zona di stretta pertinenza fluviale (aree golenali)

L'unità territoriale è contraddistinta da una morfologia piana vagamente ondulata.

Le superfici del piano golenale sono leggermente sospese sopra il corso d'acqua, interrotte lato fiume dagli orli di terrazzo fluviale.

Particolarità morfologica è la pensilinità del Torrente Enza rispetto le aree circostanti situate a quote topograficamente inferiori.

L'asta fluviale, a valle dell'abitato di Casaltone, è inoltre contraddistinta da un andamento a meandri sinuosi.

La vegetazione naturale è talora confinata in aree marginali dove la meccanizzazione agricola è impedita dalle asperità del terreno.

Si tratta comunque di aree contraddistinte da una buona presenza di elementi naturali, quali boschetti e boschi ripariali, arbusteti, prati aridi ed incolti, aree umide e filari, caratterizzate quindi da un'importanza valenza ecologica ambientale.

•up2 - Aree urbanizzate

Sono queste le aree interessate dallo sviluppo di agglomerati urbani, con le infrastrutture viarie connesse.

Si tratta di insediamenti residenziali diffusi sul territorio e insediamenti produttivi o zone di servizi concentrati in punti più definiti dell'ambito comunale (periferia ovest di Sorbolo, Chiozzola, zona di Coenzo – Enzano).

Sono comunque tutti ambiti connessi ad una marcata attività antropica con limitati o assenti valori di naturalità.

•up3 - Aree agricole delle zone intervallive

Sono queste le zone più settentrionali del territorio comunale; caratterizzate da una pendenza della superficie topografica estremamente ridotta e da una natura delle coperture superficiali prevalentemente argillosa.

Presenti localmente impianti idrovori per lo sgrondo meccanico delle acque superficiali.

Sono aree adibite in larga misura ad uso agricolo, in un contesto fortemente antropizzato, che ha perso moltissimo della valenza naturalistica che rivestivano un tempo queste aree.

Il terreno agrario è organizzato in appezzamenti di terreno di forma regolare, quadrato o rettangolare, delimitati da canali di scolo preposti al drenaggio delle acque meteoriche.

Le colture sono rappresentate essenzialmente da seminativi semplici quali mais, soia, frumento tenero, barbabietola da zucchero, orzo e pomodoro.

In subordine sono presenti medicaie e prati polifiti interrotti da sporadici pioppeti e vigneti.

Al contorno dei canali di scolo sono localmente presenti dei filari di fitta vegetazione arborea ed arbustiva.

L'insediamento urbano è caratterizzato da piccole frazioni e centri di pianura, il cui tessuto abitativo sfuma in quello agricolo mediante l'annessione ai fabbricati civili di appezzamenti, a volte anche di dimensioni relativamente ampie.

•up4 - Aree agricole della bassa pianura

E' l'unità di paesaggio più estesa dell'intero territorio comunale.

Interessa gran parte dell'area centro meridionale del Comune ed è caratterizzata da superfici pianeggianti leggermente degradanti verso nord – est, adibite prevalentemente ad uso agricolo.

Il gradiente della superficie topografica varia intorno a valori medi dello 0.2 – 0.5%, permettendo un deflusso naturale delle acque superficiali.

Si tratta di un contesto fortemente antropizzato, che ha perso moltissimo della valenza naturalistica che rivestivano un tempo queste aree.

Il terreno agrario è organizzato in appezzamenti di terreno di forma regolare, quadrato o rettangolare, delimitati da canali di scolo preposti al drenaggio delle acque meteoriche.

Le colture sono rappresentate essenzialmente da seminativi quali: frumento tenero, orzo, mais, soia, barbabietola da zucchero, pomodoro, medica e prati polifiti prevalenti.

Presenza sporadica di pioppeti e vigneti.

Al contorno dei canali di scolo sono localmente presenti dei filari di fitta vegetazione arborea ed arbustiva.

L'insediamento urbano è caratterizzato da piccole frazioni e centri di pianura, il cui tessuto abitativo sfuma in quello agricolo mediante l'annessione ai fabbricati civili di appezzamenti, a volte anche di dimensioni relativamente ampie.

•up5 – Aree perigolenali e agricole intercluse

Sono queste, realtà locali, esterne all'ambito di ristretta pertinenza fluviale del Torrente Enza, ma che per interesse ambientale e valenza ecologica si discostano comunque dal territorio fortemente antropizzato della campagna circostante.

Si tratta per lo più di zone marginali agli argini principali dell'Enza o intercluse tra elementi del reticolo idrografico minore.

Sono caratterizzate dalla presenza di filari, siepi o arbusteti e da locali ristagni d'acqua tali da costituire elementi di primaria importanza per la nidificazione e l'habitat dell'avi-fauna.

7.2 Carta dei limiti

A conclusione delle analisi territoriali condotte, risulta evidente la preponderanza di alcuni fattori e parametri ambientali considerati, al fine di individuare quelle porzioni di territorio, che per sicurezza idraulica, grado di protezione degli acquiferi all'inquinamento, stabilità morfologica e vincoli normativi, risultano essere idonee ad un possibile sviluppo urbanistico.

La carta dei limiti, rappresentata in Tav. B.2, è quindi il frutto di un'elaborazione di tutte quelle carte di analisi territoriale precedentemente illustrate e contrassegnate nella cartografia allegata con la lettera A.

L'elaborazione cartografica si è basata principalmente sulla valutazione e successiva interpretazione di 5 parametri fondamentali:

- rischio idraulico;
- zone a drenaggio difficoltoso;
- limiti normativi, imposti dal Piano Stralcio delle fasce Fluviali;
- zone di elevata valenza ecologica;
- vulnerabilità degli acquiferi all'inquinamento.

Per quanto riguarda la vulnerabilità, va sottolineato come secondo la nuova cartografia tematica provinciale, l'intero territorio comunale è caratterizzato da un basso grado di vulnerabilità.

La suddivisione supplementare in sottoclassi, riportate nella Tav. A 4.1, evidenzia quelle aree che, all'interno di un contesto areale a basso rischio d'inquinamento, presentano condizioni litologiche e idrauliche tali da poter considerare nullo o estremamente basso il grado di vulnerabilità.

E' questo un parametro molto importante in previsione di possibili insediamenti sul territorio comunale, di attività industriali potenzialmente inquinanti.

Per semplificare la lettura e quindi l'interpretazione della carta dei limiti (Tav. B 2), si è preferito tuttavia non appesantire l'elaborato grafico, con la rappresentazione delle varie sottoclassi di vulnerabilità prima menzionate e comunque ben rappresentate nella apposita carta A 4.1.

Si è invece evidenziato graficamente solamente l'area intorno all'abitato di Chiozzola, esente da vincoli di carattere ambientale e normativi e caratterizzata da una vulnerabilità degli acquiferi praticamente nulla e per questo idonea ad ospitare anche insediamenti industriali di attività potenzialmente pericolose.

La carta di bilancio relativa ai vincoli territoriali emersi dal presente studio, è stata pertanto redatta considerando essenzialmente i primi 4 parametri sopra elencati.

Incrociando in questo modo le aree soggette a vincoli normativi (Fasce A e B del Piano Stralcio Fasce Fluviali), con le aree valutate a rischio idraulico e quelle considerate di elevato interesse naturalistico, si è ottenuta la carta dei limiti ambientali.

Dall'analisi dell'elaborazione grafica allegata, si evince come le zone che nella Tav. A 4.2 sono state classificate come "aree in sicurezza idraulica", sono quasi tutte esenti da vincoli restrittivi all'edificabilità.

Anche quelle zone cartografate come "aree a rischio attenuato" in seguito ad eventi calamitosi passati, alla luce degli interventi migliorativi di regimazione idraulica che si sono effettuati dal dopoguerra ad oggi, sia nell'ambito fluviale del Fiume Po, sia lungo il tracciato del Torrente Enza, non si ritengono attualmente soggette a potenziali eventi alluvionali. Per questo motivo sono state considerate zone idonee ad eventuali espansioni urbanistiche.

Le zone segnalate nella carta del rischio idraulico, come potenzialmente interessate da fenomeni di tracimazione dei canali di bonifica e quelle aree caratterizzate da drenaggi difficoltosi, a causa alla ridotta pendenza della superficie topografica (inferiore allo 0.1%), sono state considerate svincolate da restrizioni assolute in vista di un espansione urbanistica.

In virtù del battente idrico praticamente nullo, della mancanza di una componente trattiva della lama d'acqua, del tempo di ritorno decisamente lungo e del miglioramento generale delle condizioni idrauliche del bacino dell'Enza con l'entrata in funzione della cassa di espansione (diminuzione del rischio di fenomeni di rigurgito) si ritiene ammissibile prevedere in queste aree la possibilità di un parziale sviluppo urbanistico, mirato a categorie ben definite di fabbricati (magazzini, capannoni artigianali, ricoveri attrezzi, barchesse) e comunque normalmente privi di scantinati.

Caldamente sconsigliato invece un qualsiasi ampliamento urbanistico in tutte quelle zone segnalate come sede del normale deflusso delle piene (aree golenali) e in quelle aree classificate ad elevato rischio di allagamenti, connessi al reticolo idrografico secondario.

Marginalmente alla fascia di pertinenza fluviale del Torrente Enza e a ridosso di alcuni canali di bonifica sono state segnalate aree, di limitata espansione territoriale, ad alta valenza ecologica.

Si tratta di ambienti che rivestono un ruolo importante di tutela di quegli habitat naturali, costituiti da arbusteti, filari, canneti e specchi d'acqua in genere, indispensabili per la salvaguardia di quelle biodiversità faunistico-vegetative, drasticamente ridotte in seguito al manifesto fenomeno di antropizzazione del territorio.

8 CONCLUSIONI

Il Comune di Sorbolo si estende nella tratto nord orientale del territorio della provincia di parmense ed interessa terreni alluvionali accumulati sulla verticale dal Fiume Po e dai suoi affluenti appenninici durante il Quaternario.

La litologia di superficie per profondità generalmente superiori a 10 metri dal piano campagna è caratterizzata prevalentemente da classi granulometriche fini, quali limi e argille.

Soltanto nel margine meridionale del territorio comunale, nei pressi dell'abitato di Casaltone si riscontrano depositi superficiali di natura prevalentemente sabbiosa.

L'ambito comunale oggetto del Piano Regolatore è caratterizzato da una morfologia piana o subpianeggiante con pendenze che variano mediamente da un massimo di 0.6% a valori minimi inferiori allo 0.1%, interrotta dalle incisioni di diversi canali di bonifica e dal corso d'acqua principale rappresentato dal Torrente Enza.

Sulla base dei fattori dinamici descritti nei precedenti capitoli, si può considerare lo scenario territoriale contraddistinto da una apparente stabilità morfologica, mentre leggermente più delicato appare l'equilibrio idraulico territoriale.

8.1 Rischio idraulico

Nel Comune di Sorbolo negli ultimi 50 anni si sono verificati 9 eventi alluvionali (considerando gli eventi manifestatisi sia nei corsi d'acqua principali che nella rete di minuta), con una frequenza di circa 1 evento ogni 5 anni.

Il rischio idraulico del territorio comunale è oggi essenzialmente connesso a fenomeni di tracimazione dei canali di bonifica, a seguito di possibili rigurgiti del Torrente Enza durante gli eventi di piena.

Locali fenomeni di ristagno, connessi alla tracimazione dei corsi d'acqua del reticolo idrografico minore, si possono manifestare specialmente nelle aree a drenaggio difficoltoso, connesso al gradiente estremamente basso (inferiore dello 0.1%) della superficie topografica, come evidenziato nella carta clivometrica (Tav. A.3.6).

Le zone morfologicamente depresse, dove il rischio di allagamenti è consistente, sono state comunque cartografate separatamente nella Tav. B 2 ed escluse da qualsiasi previsione di sviluppo urbanistico.

Va comunque ricordato che ogni evento di piena straordinario ed eccezionale esercita pur sempre una notevole sollecitazione sui rilevati arginali, determinando di fatto un potenziale pericolo di esondazione.

8.2 Rischio morfologico

Il rischio morfologico, per la prevalente conformazione piana del rilievo, risulta limitato a zone estremamente localizzate, concentrate soprattutto nell'asta fluviale del Torrente Enza o dei principali canali del reticolo idrografico minore e legato ai processi deposizionali ed erosivi dei corsi d'acqua.

Per quanto concerne il Torrente Enza, particolare attenzione occorre prestare ai fenomeni di erosione laterale di sponda e di sovralluvionamento, che esprimono la tendenza evolutiva dell'alveo a modificare il proprio assetto planimetrico con l'insorgere delle eventuali problematiche connesse alla stabilità e alla funzionalità delle arginature, delle opere di difesa spondale e delle opere di contenimento.

L'entrata in funzione di una delle due casse di espansione progettate nella fascia pedecollinare del bacino del Torrente Enza, oltre che a laminare le portate al colmo delle piene, con conseguente riduzione del rischio idraulico, dovrebbe inoltre permettere una regolarizzazione dell'assetto morfologico del corso d'acqua.

9 BIBLIOGRAFIA

- AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME Po, 1998. Piano stralcio delle fasce fluviali.
- AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME Po, 1999. Piano stralcio Assetto Idrogeologico.
- AA.VV. 1980. Nel mondo delle piante. Ed. Motta, Milano.
- AA.VV. 1980. Flora e vegetazione dell'Emilia-Romagna. Regione Emilia Romagna, Bologna, 337pp.
- AA.VV. 1983. Alberi e arbusti dell'Emilia-Romagna. ARF (Azienda Regionale delle Foreste della Regione Emilia-Romagna. Bologna 287pp.
- AA.VV. 1983. Aspetti naturalistici di alcune zone umide di acqua dolce della bassa Pianura Padana. Emilia-Romagna, Assessorato ambiente e difesa del suolo, Zanini, Bologna.
- AA.VV. 1988. Proposta normativa per l'istituzione di fasce di rispetto delle sfere di captazione di acque sotterranee. A cura di Francani V. e Civita M., GNDICI-CNR, 75.
- AA.VV. 1989. I boschi dell'Emilia-Romagna. Regione Emilia-Romagna, Bologna, 268pp.
- AICHELE D., AICHELE R., SCHWEGLER A. 1980. Che albero è questo?. Muzzio, Padova.
- BARTOLINI C., BERNINI M., CARLONI C.G., COSTANTINI A., FEDERICI P.R., GASPERI G., LAZZAROTTO A., MARCHETTI G., MAZZANTI R., PAPANI G., PRANZINI G., RAU A., SANDRELLI F., VERCESI P.L., CASTALDINI D., FRANCAVILLA F. (1982): Carta neotettonica dell'Appennino Settentrionale. Note illustrative. Boll. Soc. Geol. It., 101.
- BAVOR HJ & MITCHELL DS, 1994. Wetland systems in water pollution control. Water Science and Technology, 29, 336 pp.
- BEGEMANN H.K.S. (1965): The friction jacket cone as an Aid in Determining the soils profile. Proc; 6th ICSMFE, Montreal, V.I.
- BERNINI M., CLERICI A., PAPANI G., SGAVETTI M., TELLINI C. (1979): Prime considerazioni riassuntive sull'area appenninica dal F. Secchia al T. Nure, C.N.R., P.F. Geodinamica, pubbl. n. 251, 431 - 447.
- BERNINI M., CREMASCHI M., PAPANI G., SGAVETTI M., ROSSETTI M. (1980): Neotettonica dei fogli 73 Parma e 74 Reggio Emilia: Metodologia seguita nello studio delle aree di pianura alluvionale per il V intervallo. Estratto da: Contributi preliminari alla realizzazione della Carta Neotettonica d'Italia.
- BERNINI M., CLERICI A., PAPANI G., SGAVETTI M., TELLINI C. (1980): Carta Neotettonica d'Italia. Note illustrative ai fogli 61 - 62 - 72 - 73 - 74 - 86. Estratto da: Contributi preliminari alla realizzazione della Carta Neotettonica d'Italia, Pubbl. n. 256 del Progetto Finalizzato Geodinamica.
- BERNINI M., CLERICI A., PAPANI G., SGAVETTI M., TELLINI C. (1980): Carta Neotettonica d'Italia. Note illustrative ai fogli 72 - 73 - 83 - 84 - 85 - 86 - 96. Estratto da: Contributi preliminari alla realizzazione della Carta Neotettonica d'Italia, Pubbl. n. 256 del Progetto Finalizzato Geodinamica.
- BERNINI M. e PAPANI G., (1987) - Alcune considerazioni sulla struttura del margine appenninico emiliano tra lo Stirone e l'Enza (e sue relazioni con il Sistema del fiume Taro). L'Ateneo Parmense, Acta Nat., 23, 4, 219 - 240, Parma.

- BLANC, BARNESCU, GAUDET, HUREAU, 1971. European Inland Water Fish. A multilingual catalogue - F.A.O. - Fishing News Ltd., London.
- BOCCALETTI M., COLI M., EVA C., FERRARI G., GIGLIA G., LAZZAROTTO A., MERLANTI F., NICOLICH R., PAPANI G., POSTPISCHL D., (1985): Consideration on the seismotectonics of the Northern Apennines. *Tectonophysics*, 117, 7-38.
- CAPPELLETTI C. 1976. Botanica. Vol. II. UTET, Torino.
- CASALICCHIO G., GIORGI G., GUERMANDI M., PIGNONE R., VIANELLO G. 1979 - Carta pedologica: fattori pedogenetici e associazione di suoli in Emilia-Romagna. Regione Emilia-Romagna. Pitagora editrice, Bologna, 144pp.
- CASTANY G. (1982): Idrogeologia: Principi e metodi. Libreria Dario Flaccovio Editore, Palermo.
- CENTRO ITALIANO STUDI DI BIOLOGIA AMBIENTALE, 1992, Conservazione della natura e ingegneria fluviale, 33 pp.
- CESCHEL F., FOGATO M., (1985) - Una proposta di progettazione, un metodo di sistemazione - Relazione presentata al III Convegno nazionale dell'A.N.I.M. su: "Attività estrattiva dei minerali di 2^a categoria", Bari, 17 -19 gennaio 1985.
- CREMASCHI M., BERNABO' BREM., TIRABASSI I., D'AGOSTINI A., DALL'AGLIO P.L., MAGRI S., BARICCHI W., MARCHESINI A., NEPOTI S. (1980): L'evoluzione della pianura emiliana durante l'età del Bronzo, l'età romana e l'alto medio evo: geomorfologia e insediamenti. Padusa - Rovigo.
- CRITES, R. W., 1994, Water Sciences Technology, Design criteria and practice for constructed wetlandssp. 1-6)
- CROSA, G. e MARCHETTI G. 1993. La qualità delle acque: asta principale e affluenti. In: problematiche ecologiche del sistema idrografico padano. *Acqua-Aria*, 6/1993: 609-618.
- DONDI L., MOSTARDINI F., RIZZINI A. (1982): Evoluzione sedimentaria e paleogeografica nella Pianura Padana. In G. Cremonini e F. Ricci Lucchi: Guida alla geologia del Margine appenninico padano. Guida Geol. Reg. S.G.I., Bologna.
- DONDI L., MOSTARDINI F., RIZZINI A. (1982): Lessico delle formazioni del bacino padano orientale. In G. Cremonini e F. Ricci Lucchi: Guida alla geologia del Margine appenninico padano. Guida Geol. Reg. S.G.I., Bologna.
- EPA, United States Environmental Protection Agency, 1988, Constructed wetlands and aquatic plant systems for municipal wastewater treatment, chapter 3, pp. 15-20
- FERRARI C. 1978. Flora spontanea protetta. Regione Emilia-Romagna, Bologna.
- FRANCANI V. (1992): Analisi dei rischi geologici ed idrogeologici. Appunti del corso di perfezionamento Valutazioni Impatto Ambientale.
- GASPERI G., GELMINI R. (1976): Determinazione speditiva delle granulometrie di rocce sciolte. Gruppo di studio del quaternario padano, Quad. 3, Torino.

- HARRIS E., HARRIS J. 1983. Guida pratica agli alberi ed arbusti in Italia. Selezione dal Reader's Digest, Milano.
- MARCHETTI, R. 1993. Quadro di sintesi. In: Problematiche ecologiche del sistema idrografico padano. Acqua - Aria 7/93 : 775 - 789.
- MENNELLA C. 1972. Il clima d'Italia. Vol. 2, Fratelli Conte Editore, 803 pp.
- MENNELLA C. 1973. Il clima d'Italia. Vol. 3, Fratelli Conte Editore, 832 pp.
- MITSCH WJ (ed.), 1994. Global wetlands. Old world and new. Elsevier, Amsterdam. 967 pp.
- PARLAMENTO EUROPEO. Raccomandazione 75/66 G.U. n.L. 21/24 DEL 28.01.75 "Protezione degli uccelli e del loro habitat naturale".
- PAVAN M. 1972. I problemi faunistici nell'ambito dell'assestamento territoriale ecologico italiano. Tipografia Meroni, Como.
- PIERI M., GROPPI G. (1981): Subsurface Geological Structure of the Po Plain, Italy. C.N.R., P.F. Geodinamica, pubbl. n. 414, 13 pp.
- PIERI M. (1983): Three Seismic Profiles Through the Po Plain. A.A.P.G. Studies Geology, Series 15, 3, 3.4.1/8 - 26.
- PIGNATTI S. 1982. Flora d'Italia, Edagricole, Bologna.
- PINNA M. 1977 - Climatologia. UTET, Torino.
- POLELLI M. 1993. L'impatto delle agro-tecnologie nel bacino del Po. FrancoAngeli editore, Milano, 438pp.
- PREMAZZI, G. and CHIAUDANI G. 1992. Ecological quality of surface waters. CEC, Environment Quality of Life series, EUR 14563. 124 pp.
- REGIONE EMILIA ROMAGNA (1994): I suoli dell'Emilia Romagna: note illustrative. Servizio Cartografico - Ufficio Pedologico.
- ROSSETTI G., DUSSART B. & VIAROLI P. 1996. Finding the calanoid copepod *Eudiaptomus gracilis* (Sars) in perfluvial environments of the Po River. Mem. Ist. it. Idrobiol., 54: 51-59.
- SALA G. - L'impatto sul sistema agro-forestale e relative misure di mitigazione, SERVIZIO PROTEZIONE AMBIENTE (1990) - Attività estrattiva, Valutazione Impatto Ambientale, Dipartimento Territorio Ambiente e Foreste (Trento).
- SORLINI C. - Analisi degli indicatori di impatto ambientale, Appunti dal corso di perfezionamento Valutazione Impatto Ambientale.
- TAGLIAVINI S., BOCCHI M., CALEFFI C., NEGRI R., PELOSIO A., PETRONIO A., ROMEI A. (1995): Studio geologico, geomorfologico, idrogeologico ed idraulico inerente il polo estrattivo di Polesine Parmense (PR). Convenzione di ricerca con Lelio Guidotti" a r.l. Università degli Studi di Parma, Istituto di Geologia.
- TODD D.K. (1959): Ground water hydrology. John Wiley and Sons, New York.

VIAROLI, P., BONDAVALLI C., GIORDANI G., PARIS G., ROSSETTI G. 1994. Ricerche idrobiologiche in un bacino artificiale della Golena del Po (Isola Giarola, Piacenza). Atti 10° Congresso A.I.O.L., Alassio 4-6 Novembre 1992: 265-276.

VIAROLI P., CATTADORI M., ROSSETTI G., 1995. Relazione tra copertura vegetale e caratteristiche chimiche in ambienti acquatici marginali lungo il medio corso del Po. SITE ATTI 16: 229-232.

VITALI R. 1993. Diversificazione degli habitat fluviali e perfluviali. In problematiche ecologiche del sistema idrografico padano. Acqua - Aria 7/93 : 731 - 734.

WITT R. 1987. Cespugli e arbusti selvatici. Muzzio, Padova.