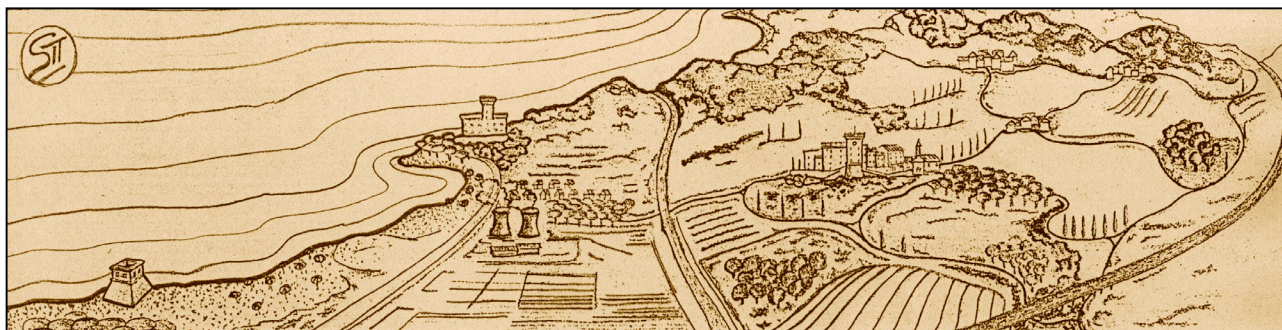




Comune di Rosignano Marittimo
Provincia di Livorno



QUADRO CONOSCITIVO DEL PIANO STRUTTURALE

“COMPONENTE GEOLOGICO - TECNICA ED IDROGEOLOGICA”

*ADEGUAMENTI E MODIFICHE CONSEGUENTI
ALL'ACCOGLIMENTO DELLE OSSERVAZIONI*

RELAZIONE

Febbraio 2003
Dr. Paolo Squarci - Geologo

RELAZIONE

COMPONENTE GEOLOGICO - TECNICA ED IDROGEOLOGICA

INDICE

RELAZIONE	1
COMPONENTE GEOLOGICO - TECNICA ED IDROGEOLOGICA.....	1
1.INTRODUZIONE.....	3
2.LINEAMENTI GEOMORFOLOGICI GENERALI	5
2.1 LA ZONA "MONTANA".....	6
2.2 LA ZONA COLLINARE.....	6
2.3 LA PIANA COSTIERA.....	8
2.4 IL LITORALE.....	9
2.4.1 <i>Caratterizzazione geomorfologica della costa</i>	9
2.4.2 <i>L'erosione della costa sabbiosa</i>	11
2.5 CARATTERIZZAZIONE DELLE FORMAZIONI AFFIORANTI AI FINI DELLA STABILITÀ GEOMORFOLOGICA	14
2.6 ELEMENTI CARATTERIZZANTI L'ASSETTO GEOMORFOLOGICO UTILIZZATI NELLA REALIZZAZIONE DELLA CARTOGRAFIA RELATIVA.....	16
3. IDROLOGIA	17
3.1 . IDROGRAFIA	17
3.2 L'ASSETTO DELLA PIANURA DI VADA.....	20
3.3 INFLUENZA DELLE INFRASTRUTTURE SULLO SCORRIMENTO DELLE ACQUE.	23
4. LA PERICOLOSITÀ IDRAULICA.	37
4.1 GLI STUDI ESEGUITI	38
4.2 CARTA DELLA PERICOLOSITÀ IDRAULICA ALLO STATO ATTUALE DEGLI	38
STUDI E DELLE CONOSCENZE (PROPOSTA).....	38
4.2.1 <i>Gli ambiti fluviali</i>	38
4.2.1.1 <i>Salvaguardia degli ambiti fluviali</i>	40
4.2.2 <i>Le classi di pericolosità in funzione del rischio idraulico</i>	41
5 . LINEAMENTI GEOLOGICI E STRUTTURALI	45
5.1 LA CARTA GEOLOGICA ALLA SCALA 1:10.000	47
5.1.2 <i>Depositi recenti e attuali legati ad attività antropiche</i>	48
<i>Discarica attiva dello "Scapigliato"</i>	48
5.1.3 <i>Depositi pleistocenici</i>	49
5.1.4 <i>Depositi neoautoctoni neogenici</i>	50
5.1.5 <i>Complessi alloctoni eocinico-giurassici, prevalentemente in</i>	51
<i>facies di flysch, ed ofioliti</i>	51
<i>C₁: Calcari con Calpionella Aut. Cretaceo Inferiore.</i>	51
5.1.5 <i>Depositi idrotermali e mineralizzazioni</i>	52
6.LA CARATTERIZZAZIONE LITOTECNICA DEL TERRITORIO COMUNALE	52

7. LA SISMICITÀ	54
8. CARTA DELLA PERICOLOSITÀ GEOLOGICA	55
8.1 APPROCCIO METODOLOGICO	56
8.2 AMBITI DI PERICOLOSITÀ.....	63
Ambito 2: Pericolosità molto – bassa	64
Ambito 2.1: Pericolosità bassa.....	64
Ambito 3: Pericolosità medio–bassa.....	64
Ambito 3.1: Pericolosità media.....	65
Ambito 3.2: Pericolosità medio–elevata	65
Ambito 4: Pericolosità elevata	66
9. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO GENERALE	66
9.1 PROBLEMATICHE RELATIVE AGLI ACQUIFERI DELLA PIANURA COSTIERA E DEL FIUME FINE UTILIZZATI PER SCOPI POTABILI, IRRIGUI ED INDUSTRIALI	70
9.2 <i>Definizione delle risorse</i>	70
9.3 LA QUALITÀ DELLE ACQUE	73
9.4 CARTA DEI POZZI,DELLE SORGENTI E DELLE ZONE DI PROTEZIONE PER LA SALVAGUARDIA DELLE RISORSE IDRICHE DEFINIZIONE DELLE AREE VULNERABILI. (TAV.G-5)	77
1- Zona di tutela assoluta	78
2 - Zona di rispetto ristretta.....	78
3. Zone di protezione e vulnerabilità’	79
9.2 DISPONIBILITÀ DELLA RISORSA IDRICA PER LO SVILUPPO DI NUOVI INTERVENTI DI URBANIZZAZIONE.	83
10. CONCLUSIONI DI CARATTERE GENERALE	84

ELENCO DEGLI ELABORATI DI BASE

G-1 Carta dell’acclività	Scala 1:10.000
G-2 Carta geologica	Scala1:10.000
G-3 Carta geomorfologica	Scala 1:10.000
G-4 Sezioni geologiche generali del territorio comunale	Scala 1:10.000
G-5 Carta dei pozzi,delle sorgenti e delle zone di protezione per la salvaguardia delle risorse idriche	Scala 1:10.000
G-6 Carta idrogeologica	Scala 1:10.000
G-7 Carta litotecnica e dei dati di base	Scala 1:10.000
G-8 Carta della pericolosità geologica	Scala 1:10.000
G-9 Carta della pericolosità idraulica	Scala 1:10.000

1. INTRODUZIONE

Per incarico dell'Amministrazione Comunale di Rosignano Marittimo è stato realizzato il Quadro Conoscitivo per il Piano Strutturale dell'intero territorio comunale per la componente geologico tecnica ed idrogeologica. Sono state condotte indagini di dettaglio sull'assetto geologico, idrogeologico, geotecnico e sono state valutate le condizioni di rischio idraulico presenti. Si sono utilizzate le informazioni sulla geologia del sottosuolo eseguite per altri studi e messe a disposizione da terzi e dall'Amministrazione Comunale.

Come sintesi dell'indagine è stata prodotta la **Carta della Pericolosità geologica (Tav.G8)** che tiene conto di tutti gli elementi geomorfologici, litotecnici, idrogeologici e sismologici disponibili (Carta della pericolosità geologica) e della pericolosità idraulica (carta della pericolosità idraulica), come richiesto dal P.I.T.

Le indagini sono state condotte secondo le direttive legislative vigenti (Legge Regionale 17/4/1984 n°21 e Delibera del C.R. 12/2/1985 n°94 integrata dal Comma 6 dell'art. 7 della Delibera del C.R n° 230 del 21/6/94), tenendo presente che il territorio comunale ha **grado di sismicità 9** ed è classificato sismico dalla Legge Regionale 17/4/84, n° 21 e dalla deliberazione regionale n° 94 del 12/1/1985. Nelle suddette deliberazioni il territorio comunale viene dato **in classe 3** con valori dell'intensità massima **I < 8 mcs** ed accelerazione (convenzionale) massima **a < 0.20 g**.

Lo studio della sismicità storica e della distribuzione degli epicentri, come vedremo meglio nel capitolo dedicato a questo aspetto, mette in evidenza che parte del territorio comunale può andare soggetto ad intensità superiore 8 mcs.

In base all'analisi dell'assetto geologico- strutturale e tenendo conto degli epicentri dei terremoti registrati nel passato, è stata realizzata una zonizzazione sismica del territorio comunale che tiene conto degli eventi registrati dal 1600, della loro intensità e della loro distribuzione.

Questa zonizzazione, **riportata nella Tavola G8 della Pericolosità Geologica**, consente di precisare che alcune parti del territorio sono assimilabili a quelle classificate nelle CLASSI 1,2 della Legge Regionale 17/4/84, n° 21 e nella deliberazione regionale n° 94 del 12/1/1985. Per questo nello studio dell'area del territorio comunale sono state considerate cautelativamente le caratteristiche geologico - tecniche e morfologiche in relazione a possibili amplificazioni degli effetti di un sisma sino alla CLASSE 1 della D.R n° 94 del 12/1/1985. Gli approfondimenti hanno riguardato :

- morfologia dei luoghi
- litologia del sottosuolo
- cedimenti e cedimenti differenziali
- liquefazione
- frane.

Lo studio è stato facilitato dalla quantità e qualità dei dati esistenti sul territorio quali studi geologici di carattere generale (Bartoletti et al. "La scienza della terra nuovo strumento per la lettura e pianificazione del territorio di Rosignano Marittimo" 1986), rilievi di dettaglio (E.Bartoletti, P.Squarci 1986) per il Piano Regolatore Generale del Comune di Rosignano M.°, gli aggiornamenti per ottemperare alla Direttiva Regionale per la fascia costiera (M. Melani e P. Squarci 1993) e quelli geologico - tecnici relativi alla realizzazione di studi di fattibilità per la messa in sicurezza idraulica della zona compresa tra il Botro Secco ed il Fiume Fine (M. Melani e P.Squarci 1996). Di grande utilità è stata la revisione dei sondaggi geognostici e per ricerche d'acqua disponibili (Tav.G7)

L'interpretazione in chiave geologico - tecnica e geotecnica di questi dati consente di ottenere la conoscenza delle condizioni del sottosuolo che, unitamente agli altri elementi morfologici porta alla definizioni della **pericolosità geologica** (Tav. G 8) come previsto nella Delibera del C.R. 12/2/1985 n°94.

Successivamente, una volta determinate le possibili destinazioni d'uso del territorio, potranno essere definite le condizioni di **fattibilità** degli interventi .

Lo studio ha consentito la conoscenza dell'assetto idrologico e idrogeologico dell'intero territorio comunale , con la ricostruzione del livello della falda freatica presente nel sottosuolo della pianura costiera (Tav G6) in condizioni di massima ricarica ,rilevato nel Giugno 1984. La scelta di questa ricostruzione è stata fatta per consentire la valutazione delle possibili interferenze dei piani fondazionali con il livello di falda in condizioni prossime o corrispondenti a quello della quota massima .

Sono state caratterizzate dal punto di vista geochimico le acque di vari acquiferi mettendo in evidenza le problematiche legate ai principali inquinanti presenti negli acquiferi della pianura costiera (cloruri e nitrati).

Tutti i dati relativi alla caratterizzazione idrogeologica e idrogeochimica del territorio comunale sono stati raccolti nella specifica Appendice "L'assetto idrogeologico del territorio comunale".

Sono state definite le caratteristiche litotecniche delle varie formazioni presenti ed è stata esaminato lo stato attuale delle conoscenze sulla pericolosità idraulica delle varie zone (Tav.G9)

Tutti gli elementi raccolti sono indispensabili per una corretta programmazione urbanistica che voglia tenere conto delle problematiche geologico tecniche ed idrogeologiche di tutto il territorio.

2. LINEAMENTI GEOMORFOLOGICI GENERALI

L'area del Comune di Rosignano M° è caratterizzata dall'assetto più tipico e frequente della geomorfologia della Toscana costiera, con una zona maggiormente elevata di "alta collina" o "montana", che corrisponde al pilastro tettonico dei "Monti Livornesi", una zona collinare a media elevazione, che corrisponde alla fossa tettonica coincidente con gli affioramenti dei depositi dei Miocene superiore e del Pliocene

del bacino del Fine, ed una zona pianeggiante dei terrazzi eustatici che corrisponde ai sedimenti pleistocenici della fossa tettonica più recente, identificabile con la Piana di Rosignano Solvay – Vada . Depositi alluvionali , palustri costieri e di dune recenti fanno parte della zona pianeggiante della parte terminale della valle del Fiume Fine e della bassa pianura costiera di Vada.

2.1 LA ZONA "MONTANA"

La zona "montana" ha la cima più alta nel Monte Pelato (378 m). Questa cima si trova lungo lo spartiacque principale che dal 'Poggio Ginepraia di Gabbro (344 m), attraverso Poggio d'Arco (309 m), Poggio Carcivisoli (238 m), Poggio Dorcino (277 m), il Poggetto di Nibbiaia (295 m), Monte Carvoli (354 m), lo stesso Monte Pelato e il Poggio le Serre (329 m), si allunga fino al colle di Rosignano M°. Questo spartiacque principale ha direzione in prevalenza meridiana lungo tutti i Monti Livornesi fino al Monte Pelato; assume più a Sud, direzione NO-SE fino a Rosignano M°. Separa le acque che, scorrendo verso SO, raggiungono direttamente il mare da quelle che, scorrendo verso SE, sono raccolte dal Fiume Fine. Contrafforti secondari si dipartono da questo allineamento centrale e principale: specialmente sul fianco occidentale e con allineamenti NE-SO (il Poggione 211 m, Poggio San Quirico 313 m, Poggio il Tedesco 235 m, Poggio Ginepraia di Castiglioncello 163 m) ma anche sul fianco orientale (Montauto 373 m, Poggio Motorno 276 m, Poggio Scaldanibbio 324 m, Poggio Antonaia 247 m).

2.2 LA ZONA COLLINARE

La zona collinare, con quote che non raggiungono i 150 m, occupa il lato sud occidentale del bacino del Fine con gli affluenti Savolano e Giunca. Come zona collinare si identifica la fascia più orientale del territorio del Comune di Rosignano M°. posta ad Est della faglia di Castelnuovo. Dal punto di vista strutturale questa zona è

molto semplice poiché corrisponde al fianco occidentale della blanda sinclinale della Val di Fine, che ha interessato i sedimenti del Miocene superiore e del Pleistocene inferiore - parte iniziale del medio.

Piccole strutture che si differenziano da questo andamento generale

non hanno rilevanza dal punto di vista geomorfologico (zona delle Cave dell'Acquabona, piccolo pilastro tettonico del Botro di Vallicella). Così l'andamento degli strati è molto uniforme, con immersione generale verso l'asse del bacino e inclinazioni mano a mano decrescenti dai valori nelle formazioni di base del Miocene superiore (in prevalenza tra i 300- 2011) a quelli nelle Argille azzurre plioceniche (più frequentemente intorno a 100).

I corsi d'acqua incidono questa successione trasversalmente nella parte iniziale e più elevata (Botro Toricchi, Fosso della Fonte di Riardo, Botro Rapaiolo, Botro della Sanguigna, Botro Motorno, Botro San Giorgio, Botro di Vallicella, Botro della Giunca, e tutti i minori, per poi unirsi ai corsi che solcano il bacino dei Fine nella zona centrale, con andamento longitudinale, quali: il Torrente Savolano, il Botro del Motorno, l'ultimo tratto del Botro della Sanguigna e un tratto dello stesso Fiume Fine. Gli strati vengono così incisi di traverso banco, cioè nella maniera più favorevole alla formazione di versanti stabili. Nei tratti più alti questi corsi d'acqua erodono versanti aperti nella parte inferiore della successione stratigrafica del Miocene superiore; mentre più a valle, le alluvioni si allargano e i versanti (ancora aperti nelle formazioni del Miocene superiore o in quelle del Pleistocene) non sono interessati che sporadicamente dall'azione dell'erosione lineare torrentizia che non li raggiunge più perché rimane nell'ambito delle alluvioni.

2.3 LA PIANA COSTIERA.

La zona pianeggiante, con quote che raggiungono solo raramente i 50 m, occupa l'area dei terrazzi di Rosignano Solvay - Vada, quella delle alluvioni del Fine e la striscia delle dune costiere (una volta affiancata dai paduli) a Sud della Punta Lillatro.

La zona della pianura costiera inizia a Sud di Castiglioncello, è costituita da formazioni quaternarie ed è caratterizzata da debolissima pendenza. Essa non è una "pianura" nell'accezione più propria del termine, se non in corrispondenza dei depositi alluvionali olocenici. La pianura costiera è costituita da una successione di aree terrazzate: le più recenti più basse e a debolissima inclinazione, quelle più antiche, verso monte, un poco più elevate e a inclinazioni sempre deboli ma un po' più accentuate. La conservazione di paleosuoli antichi in corrispondenza della piana costiera di Rosignano e di Vada ad Ovest della Via Aurelia, (Bartoletti et al. 1985, opera citata), formati durante l'ultima fase glaciale del Wurm, dà la garanzia che queste aree non sono state o non sono soggette a importanti fenomeni di erosione attiva. Questo garantisce, al di fuori delle aree corrispondenti o prossime ai corsi d'acqua, insieme alla bassissima acclività (vedi Tav.G1), la stabilità morfologica d'insieme dell'area, nella quale non sono presenti segni significativi di movimenti franosi o di subsidenza.

L'assetto morfologico pianeggiante, in relazione anche alla litologia delle formazioni che la costituiscono, sono elementi importanti, come vedremo meglio in seguito, nell'assicurare una buona stabilità anche in caso di eventi sismici.

Per motivi litologici, legati alla scadente litologia (limi, limi sabbiosi, sostanze organiche) ed alla scarsa compattazione, la zona della pianura costiera di Vada ad Ovest della Via Aurelia presenta invece alcune problematiche relative alla stabilità dei suoli, come potremo successivamente precisare.

2.4 IL LITORALE

Il litorale del Comune di Rosignano M°. si estende sul Mar Ligure per circa 22 km, con direzione prevalentemente N 345°, salvo il piccolo Promontorio di Castiglioncello, proteso verso SO per poco più di 500 m. A partire dal limite Nord, corrispondente alla foce del Torrente Chioma, i primi 11 km sono formati da una costa alta e rocciosa (fino a Caletta, in corrispondenza del retroterra "montano"), gli ulteriori 3 km da una costa bassa ma ancora rocciosa (fino alla Punta Lillatro), gli ultimi 8 km dalla spiaggia di Vada.

Nella costa rocciosa si aprono numerose cale e baie, generalmente in corrispondenza di una o più incisioni vallive: Bocca di Chioma, Cala dei Morticini, Cala Sud del Fortullino, Santa Lucia, Scogli Neri, Buca dei Corvi, Baia del Quercetano, Portovecchio (o Cala Miramare), Porticciolo, Caletta, Baia di Crepatura, lo Scoglietto. Molte di queste baie hanno al fondo piccole spiagge.

La spiaggia di Vada non ha una falcatura regolare per le protuberanze di Punta di Pietrabianca - Punta Catena e di Punta del Tesorino, dovute alla rifrazione delle onde sulle antistanti secche rocciose che culminano nei fondali del Faro, 7,5 km al largo di quest'ultima punta.

2.4.1 CARATTERIZZAZIONE GEOMORFOLOGICA DELLA COSTA .

Nella carta geomorfologica (Tav.G3) sono segnalate i vari tipi forme legate alla dinamica della costa:

1. Costa a falesia stabile
2. Costa a falesia con potenziale pericolo di distacco di blocchi rocciosi
3. Costa bassa rocciosa stabile
4. Costa sabbiosa in forte erosione
5. Costa sabbiosa in erosione
6. Costa sabbiosa in accrescimento

Da Bocca di Chioma a Santa Lucia la costa, alta e a falesia, si apre nella formazione degli Argilloscisti e calcari silicei "Palombini" (C2). La differenza di comportamento all'erosione marina degli strati argilloscistosi e di quelli calcarei provoca una più rapida asportazione dei primi mentre i secondi si spezzano in tanti tronconi che si accumulano davanti la falesia come una diga filtrante e piuttosto resistente, difesa naturale all'ulteriore arretramento della falesia stessa. Nella piccola cala a Nord dei Morticini prevalgono gli strati argilloscistosi disposti a franapoggio: l'azione del mare ha qui maggiore gioco con arretramento rapido della falesia, scalzata al piede, e conseguente distacco di lame di roccia su tutta la parete sovrastante. Quest'ultima è stata protetta da muri reggispinta e da opere di difesa longitudinali alla stretta spiaggia, lungo la base della falesia.

A Sud di Santa Lucia fino a metà del Porticciolo la costa (ancora a falesia) è formata da ofioliti giurassiche, tranne la Punta Righini. Questa è costituita da Conglomerati e calcari miocenici di Rosignano che, tuttavia, formano solo un'esile copertura sopra un substrato ancora in prevalenza di ofioliti. Le ofioliti formano un substrato piuttosto resistente all'abrasione marina: tuttavia la loro omogeneità favorisce il modellamento di belle e profonde spianate intertidali e lo sfaldamento di blocchi di piccole dimensioni facilmente asportabili dai frangenti. Dietro la spianata intertidale la falesia in ofioliti è in genere ripidissima o verticale. Questa situazione favorisce il crollo di numerosi blocchi della "Panchina" che, su un terrazzo di 11-15 m di quota, sovrasta spesso la falesia di ofioliti (Buca dei Corvi, Quercetano, ecc.). Nella carta geomorfologica questa situazione è segnalata con simbologia particolare.

Da metà del Porticciolo fino davanti Casamarina il litorale è di nuovo formato Argilloscisti e calcari silicei "Palombini" con le stesse caratteristiche del tratto da Bocca di Chioma a Santa Lucia.

Da Sud di Casamarina fino alla Punta Lillatro il litorale si apre nella "Panchina", pleistocenica, calcarenite sabbiosa più . Questa roccia ha una disposizione a grossa placca suborizzontale con leggera inclinazione verso mare di pochissimi gradi e spessore aumentante da 1-2 m nell'entroterra fino a circa 4 m in corrispondenza di Caletta e probabilmente fino a circa 8 m in corrispondenza di Punta Lillatro (valore calcolato sulla base di pozzi). La costa bassa presente in questa formazione rocciosa risulta ovunque stabile.

A sud di Punta Lillatro inizia la costa sabbiosa che a sud del Fine si sviluppa con entroterra' di dune e di terreni di colmata dei vecchi paduli. La costa sabbiosa presenta varie problematiche legate essenzialmente a processi erosivi dei quali si tratterà nel paragrafo successivo.

2.4.2 L'EROSIONE DELLA COSTA SABBIOSA

Le spiagge della Provincia di Livorno sono state ampiamente studiate a partire dagli anni '70 da ricercatori dell'Università di Firenze ed è quindi disponibile un quadro coerente di informazioni sulla dinamica dei processi di erosione e sedimentazione che vengono di seguito riportate per sommi capi (E.Aiello, C.Bartolini, C.Conedera e E.Pranzini 1979; Gandolfi e Paganelli 1975 ; Aminti 1997).

Il litorale compreso tra Rosignano e Marina di Bibbona è interessato da tempo da processi erosivi che hanno ormai raggiunto livelli drammatici in quanto interessano, in alcuni punti, aree fortemente urbanizzate e comunque di rilevante interesse turistico.

Nelle figure allegate è riportato l'andamento della linea di costa a partire dal 1796.

Tra il '700 e l'800 tutto il litorale mostrava una decisa tendenza all'accumulo salvo in alcuni tratti limitati che probabilmente risentivano gli effetti delle bonifiche per colmata effettuate nella fascia costiera.

L'inizio dell'erosione può essere fatto risalire, per quanto riguarda la zona di Marina di Cecina, ai primi decenni di questo secolo; da allora la zona in erosione, salvo momentanei arresti, si è andata progressivamente estendendo sia verso nord che verso sud fino a raggiungere da un lato Punta dei Tesorino e dall'altro Marina di Bibbona.

Per quanto riguarda le cause sembra da escludere che quelle naturali rivestano un ruolo rilevante, dal momento che le tendenze generali su tutto il litorale erano inizialmente volte all'accrescimento.

Gli interventi antropici che hanno interessato questo litorale sono riconducibili a due gruppi distinti: quelli che hanno determinato una riduzione della portata solida dei fiumi che alimentano il litorale stesso e quelli che hanno determinato una interruzione o una riduzione del flusso di sedimenti lungo costa.

Sul F. Fine è stata costruita, verso la fine degli anni '50, la diga di S. Luce che blocca l'apporto solido di parte del bacino; si tratta peraltro di sedimenti prevalentemente pelitici come risulta anche da una campionatura effettuata in più punti all'interno dell'invaso che, date le loro caratteristiche granulometriche, contribuirebbero in maniera ridotta al ripascimento del litorale.

Sul F. Cecina gli interventi che maggiormente hanno inciso sulla portata solida sono le estrazioni di inerti, valutate da Mazzantini (1977) intorno ai 12 milioni di m³ nel decennio 1965-1975. La forte erosione subita non solo dalla spiaggia emersa, ma anche dai fondali prospicienti la foce del F. Cecina prova il ruolo primario giocato dagli apporti di questo fiume sull'equilibrio del litorale. L'analisi della variazione delle linee di riva, dei dati granulometrici e composizionali delle sabbie e della dispersione dei carbonati della Solvay indicano che il tratto di litorale alimentato dal F. Cecina e la cui erosione può essere quindi imputata alla diminuzione del suo trasporto solido, si estende almeno da Punta dei Tesorino fino a Marina di Bibbona.

L'evoluzione del settore più settentrionale ,che interessa in maniera particolare il territorio comunale, tra Punta Lillatro e Punta del Tesorino, si presenta assai complessa sia per le caratteristiche dei fondali antistanti, sia per le opere a mare costruite negli ultimi decenni .

Questo tratto di litorale è interessato da un trasporto litoraneo diretto verso sud e, come accennato in precedenza, non esistono apporti naturali di sedimenti da parte dei corsi d'acqua in quanto il Fine, unico corso d'acqua di rilievo, trasporta sedimenti di dimensioni molto piccole che non risultano stabili sulle spiagge e vengono dispersi verso il largo (Aminti 1997). Anche l'entità del trasporto è assai modesta e stimata in base ad un recente studio dell'ordine di 9000 m^3 /anno(Aminti e Paris, 1995) L'unico apporto significativo di sedimenti è dovuto alle discariche di sabbie carbonatiche di origine industriale prodotte dallo stabilimento Solvay a sud di Punta Lillatro.

Queste sabbie, come evidenziato da Pranzini (1978), si spostano verso sud dove però vengono in gran parte trattenute dal pennello di Pietrabilanca e solo le frazioni più fini raggiungono i fondali antistanti Bonaposta e solo minima parte Punta del Tesorino. Nello studio citato i campioni raccolti sulla battigia avevano un diametro medio di circa 0,3 mm.

Se un tempo dunque gli apporti di carbonati della Solvay potevano essere determinanti al mantenimento dell'equilibrio del litorale, ormai questi non hanno più effetto e il bilancio sedimentario di questo tratto di costa rimane con un passivo che si evidenzia a sud di Pietrabilanca fino a Punta Catena e sulla spiaggia antistante l'abitato di Vada.

Per quanto riguarda in particolare quest'ultima area si può ricordare che la tendenza storica era verso un sostanziale equilibrio, anche se nel secolo passato essa è stata soggetta ad una modesta erosione da mettere probabilmente in relazione con le opere di bonifica per colmata. Il forte avanzamento della linea di riva

registrato dopo il 1920, in seguito all'inizio delle attività della Solvay, costituisce quindi un fatto relativamente anomalo per questo tratto di costa. Una volta venuto a mancare in misura rilevante il contributo di questa fonte di alimentazione, il litorale presenta un bilancio sedimentario deficitario.

A sud di Punta del Tesorino, il Cecina rappresenta la fonte più importante di apporti sedimentari sulle spiagge: gli studi di Gandolfi e Paganelli (1975) hanno evidenziato che questi sedimenti riescono a raggiungere solo con le frazioni più fini le spiagge immediatamente a nord di Punta dei Tesorino ed il loro apporto non è attualmente sufficiente a compensare le erosioni.

Su questo tratto di costa in forte erosione, in corrispondenza della Punta del Tesorino, sono in fase avanzata di realizzazione le opere di protezione dell'abitato della Mazzanta e di ripascimento del litorale messe in atto con il progetto di P. L. Aminti 1997 (vedi Carta geomorfologica di TAV.G3).

2.5 CARATTERIZZAZIONE DELLE FORMAZIONI AFFIORANTI AI FINI DELLA STABILITÀ GEOMORFOLOGICA

Per la valutazione della stabilità geomorfologica del territorio comunale è stata realizzata una classificazione delle formazioni geologiche affioranti raggruppando quelle che presentano caratteristiche simili ai fini della caratterizzazione della stabilità dei suoli e dei versanti.

Le sigle dei litotipi inseriti nei vari raggruppamenti sono quelle corrispondenti alle formazioni rappresentate nella carta geologica.

Raggruppamento A - Litotipi lapidei sedimentari generalmente stabili: Mg, Mc, C1, g

Raggruppamento A2 - Litotipi lapidei magmatici generalmente stabili : F, FD, D,G,S

Raggruppamento B - Successioni detritiche e detrico-organogene più o meno cementate ed addensate generalmente stabili : rc, r, ra, sd, sg2, sg1, ms, tr, p, pa, pg, cs, pg, q1, cs, mcg, mbc

Raggruppamento C - Successioni argillose in genere consolidate ma con suoli potenzialmente instabili talora affetti da fenomeni gravitativi superficiali diffusi: qn, qs, qac , q, qa, ap, am

Raggruppamento D : Alternanze di litotipi lapidei ed argillosi generalmente strutturalmente ordinate, talora con suoli derivati affetti da fenomeni gravitativi: C3, C4, pe, pe1,pe2

Raggruppamento E - Alternanze di litotipi lapidei ed argillosi strutturalmente caotiche con suoli derivati affetti frequentemente da fenomeni gravitativi diffusi : C2

Raggruppamento F- Depositi recenti di materiale detritico sciolto a varia granulometria generalmente senza problemi di stabilità geomorfologica ma potenzialmente soggetti a instabilità dinamica in caso di evento sismico e a fenomeni erosivi lungo la linea di costa: rsb, s1, sb, db, sg, gg , d.

Raggruppamento G - Successione di terreni a varia granulometria da mediamente a scarsamente addensati generalmente senza problemi di stabilità geomorfologica ma potenzialmente soggetti a instabilità dinamica in caso di evento sismico e soggetti a fenomeni di alluvionamento e ristagno: a , t.

Raggruppamento H - Terreni e suoli incoerenti e instabili in condizioni di acclività elevata .potenzialmente soggetti a dar luogo a fenomeni di instabilità dinamica in caso di evento sismico: de, dof, dec2

Raggruppamento I - Terreni a granulometria varia mediamente addensati generalmente stabili. Sono potenzialmente soggetti a condizioni amplificazione lungo i bordi del terrazzo in caso di evento sismico: at

2.6 ELEMENTI CARATTERIZZANTI L'ASSETTO GEOMORFOLOGICO UTILIZZATI NELLA REALIZZAZIONE DELLA CARTOGRAFIA RELATIVA

Nella carta geomorfologia sono stati messi in evidenza i principali elementi che caratterizzano l'assetto geomorfologico del territorio comunale. Di seguito vengono elencati sinteticamente.

- **Elementi idrologici**
 1. Reticolo idrografico principale
 2. Acque incanalate artificialmente
 3. Alveo fluviale di scorrimento normale delle acque inciso nei depositi alluvionali (attuale)
 4. a_1 : alveo fluviale inciso nei depositi alluvionali del F.Fine (a) con scorrimento delle acque di morbida (Attuale- Recente)
- **Prodotti di fenomeni erosivi e di instabilità gravitativi**
 1. Scarpate in erosione attiva
 2. Frane attive
 3. Paleofrane
- **Forme geomorfologiche legate alla dinamica della costa**
 7. Costa a falesia stabile
 8. Costa a falesia con pericolo di distacco di blocchi rocciosi
 9. Costa bassa rocciosa stabile
 10. Costa sabbiosa in forte erosione
 11. Costa sabbiosa in erosione
 12. Costa sabbiosa in accrescimento
 13. Opere di difesa dall'erosione esistenti
 14. Zone con opere di difesa in fase di attuazione
- **Forme geomorfologiche legate ad attività umane**
 1. Cava attiva di argille per laterizi (Gabbro)
 2. Cava dismessa di calcari (Acquabona)

3. Cava dismessa di gessi (Gonnellino)
4. Cava dismessa di ofioliti
5. Discarica attiva dello "Scapigliato".
6. Discarica del "Lillatro" in fase di ripristino ambientale
7. aa: zona archeologica di S. Gaetano (Vada).

3. IDROLOGIA

3.1 IDROGRAFIA

L'idrografia del territorio comunale è caratterizzata dalla presenza del bacino del Fiume Fine nella parte orientale e da numerosi corsi d'acqua secondari che caratterizzano l'area occidentale .

Lo spartiacque principale che divide questi due sistemi ha direzione in prevalenza meridiana: inizia dal Poggio Ginepraia di Gabbro (344 m), passa attraverso Poggio d'Arco (309 m), Poggio Carcivisoli (238 m), Poggio Dorcino (277 m), il Poggetto di Nibbiaia (295 m), Monte Carvoli (354 m), lo stesso Monte Pelato ,la cima più alta (378 m)e il Poggio le Serre (329 m), si allunga direzione NO-SE fino a Rosignano Mo fino al colle di Rosignano M°.

Separa le acque che, scorrendo verso SO, raggiungono direttamente il mare da quelle che, scorrendo verso SE, sono raccolte dal Fiume Fine. Contrafforti secondari si dipartono da questo allineamento centrale e principale: specialmente sul fianco occidentale e con allineamento NE-SO (il Poggione 211 m, Poggio San Quirico 313 m, Poggio il Tedesco 235 m, Poggio Ginepraia di Castiglioncello.163 m), ma anche sul fianco orientale (Montauto 373 m, Poggio Motorno 276 m, Poggio Scaldanibbio 324 m, Poggio Antonaia 247 m).

La zona collinare, con quote che non raggiungono 150 m, occupa il lato sudoccidentale del bacino del Fine con gli affluenti Savolano e Giunca ,la zona pianeggiante, con quote che raggiungono solo raramente i 50 m, occupa l'area dei terrazzi di Rosignano Solvay - Vada, quella delle alluvioni del Fine e la striscia delle dune costiere (una, volta affiancata dai paduli) a Sud della Punta Lillatro.

Nella prima parte i corsi d'acqua hanno tutti direzione NE-SO a occidente dello spartiacque principale e NO-SE a oriente dello stesso; i primi raggiungono direttamente il mare, i secondi si gettano tutti Fiume Fine.

I corsi d'acqua maggiori a occidente dello spartiacque principale, vicino al quale prendono origine, sono il Chioma, il Fortulla, l'Arancio, il Massaccio, il Grande, lo lurco, il Crocetta e il Cotone. Fra questi se ne intercalano altri dai percorsi assai più brevi perché traggono origine dai contrafforti secondari dello spartiacque principale: il Botro dei Morticini da il Poggione, il Botro della Società Lavelli dal Poggio San Quirico, il Botro Santa Lucia dal Poggio il Tedesco, i botri delle Forbici, il Quercetano e il Ragnaia dalla zona delle Spianate e di Campofreno (pendici sud-occidentali di Monte Pelato), il Botro Crepatura dal Poggio Ginepraia di Castiglioncello.

Tutti questi corsi d'acqua dal Chioma al Ragnaia scorrono completamente nella zona "montana", hanno percorso indipendente in valli piuttosto strette aperte in roccia e praticamente prive di alluvioni, essendo rarissimi i tratti pianeggianti.

A Sud del Ragnaia comincia la zona di pianura e i corsi d'acqua si riuniscono a due a due prima di raggiungere il mare; il Grande col Crepatura, lo lurco col Crocetta, il Cotone con il botro che discende da le Sughere; i percorsi di questi due ultimi sono in parte incanalati , con alcuni tratti coperti, e non è chiaro quale

fosse il loro percorso originale. I botri nella pianura non sono provvisti di argini ma sono incassati in strette incisioni. Ciò è ben evidente per il Grande, il Crepatura, lo lurco, il Crocetta. Questi stretti solchi fluviali, relativamente profondi, nella pianura, suggeriscono per quest'ultima una conformazione a terrazzo.

I corsi d'acqua maggiori a oriente dello spartiacque principale sono : il Savolano (con i suoi affluenti, tutti di destra, Toricchi, Motorno, Sanguigna, Riasco) e il Giunca; entrambi si gettano nel Fine. Il Sanguigna riceve a sua volta, come affluenti di destra, il Rialdo e il San Giorgio.

Nell'insieme il reticolo idrografico di questa zona posta a oriente dello spartiacque principale è più complesso di quello della zona posta a occidente. Infatti nella prima il tratto del Fine a valle della confluenza del Savolano è ascrivibile almeno al IV ordine, mentre nella seconda non viene oltrepassato il II ordine dei tratti riuniti del Grande-Crepatura e dello lurco-Crocetta.

I corsi d'acqua che si gettano sulla destra del Fine, attraversata la zona "montana" e quella collinare, raggiungono quest'ultimo in un fondovalle alluvionato, con fosse di scolo marginali, tipiche dell'assetto agricolo di pianura . Tutti questi corsi d'acqua scorrono piuttosto incassati anche nei tratti alluvionali per cui non sono stati muniti di argini.

Il primo argine (lungo poco più di 100 m) si trova presso le Fabbriche in destra del Fine e serve solo localmente per difendere queste ultime costruzioni. L "Argin del Colle" compare più a valle in difesa dello Stabilimento Aniene e si allunga trasversalmente alle alluvioni del fianco destro del Fine per affiancarsi e aderire a questo ultimo solo per un tratto di circa 300 m. Altri piccoli argini aderenti si trovano in sinistra del Fine nei 500 m prima della Statale Aurelia, di fronte al Podere il Diaccio. Sono stati eretti per difendere le aree più basse a Nord di Vada. Queste aree, anche se al di fuori delle zone caratterizzate da depositi alluvionali tipici,

se non adeguatamente protette, possono essere minacciate dalle esondazioni del Fiume come quelle dove invece sono presenti depositi alluvionali, come dimostrato dalle elaborazioni eseguite nello studio idraulico della Provincia di Livorno (Aminti e Paris 1995) e dalla distribuzione delle zone allagate nell'alluvione dell'Ottobre 1993. Risultano invece sicure i piani di Rosignano Solvay e della zona orientale di Vada, disposti a terrazzo, rispetto ai quali il Fiume scorre (a valle delle Fabbriche) più basso di alcuni metri.

In sinistra del Fiume attraversano l'area del Comune di Rosignano M^o. i tre affluenti: Marmolaio (per un tratto brevissimo prima della confluenza), Gonnellino (per un tratto di poco maggiore) e Ricavo (per poco meno della metà della sua lunghezza).

Il Torrente Tripesce ha un corso completamente indipendente, ridotto a fosso provvisto di argini nel terzo inferiore e deviato verso NO per la bonifica del lago palude della Mazzanta.

Si deve osservare che la somma delle superfici dei bacini imbriferi influenti nell'area del Comune di Rosignano M^o. è circa doppia di quest'ultima. Questo rapporto è dovuto principalmente agli affluenti di sinistra del Fiume (Ricavo, Sabbiena, Rotini, Riseccoli, Lespa, Marmolaio - Pesciera, Gonnellino) che drenano il lato orientale del bacino (estraneo al Comune di Rosignano M.) di questo fiume e di parte del lato occidentale dei Monti di Castellina M.^a e vi riversano le loro acque.

3.2 L'ASSETTO DELLA PIANURA DI VADA

Data la complessa situazione idraulica che caratterizza questa parte di territorio si ritiene utile fornire un quadro approfondito dell'area compresa tra il Fiume Fine a Nord ed il limite Sud del Comune di Rosignano.

A Sud del Fiume Fine, la morfologia è caratterizzata da cordoni dunali paralleli alla costa, con quote massime intorno a 5m, e

piatte zone intradunali e retrodunali, formatesi a seguito di alluvionamenti da parte principalmente del Fiume Fine e dei corsi d'acqua secondari provenienti dalla zona della pianura costiera e da opere di riempimento artificiale a seguito delle bonifiche.

Nella sequenza delle Tavole fuori testo 1, 2 e 3, ricavate da copie di originali realizzate da R. Mazzanti, si può osservare l'evoluzione del reticolo drenante dell'area di Vada dalla situazione del 1786 (confrontabile per sovrapposizione con quella attuale) a quella dei giorni nostri. La conoscenza dell'assetto idraulico del passato dà indicazioni utili per possibili soluzioni alle problematiche relative al deflusso delle acque, in condizioni di sicurezza, a Nord dell'abitato di Vada.

Negli studi recenti condotti in quest'area (Mazzanti 1986) è stata particolarmente messa in risalto la situazione idraulica anteriore alle grandi di operazioni di prosciugamento delle zone umide di Vada iniziate a partire dall'ultimo quarto del XVIII secolo, dopo il forte impulso dato da Leopoldo II di Lorena intorno alla metà del XIX secolo. La carta pregeodetica del 1786 mette in evidenza tra il Fiume Fine e la Torre di Vada, una serie di canali di scolo perpendicolari alla costa che si immetteva in un fosso principale (Fosso delle Saline, detto poi delle Saracine o di Pietrabianca) che correva quasi parallelo al cordone dunale, comunicante a Nord con il mare (Pietrabianca) e a Sud, per mezzo di un altro fosso, con lo stagnolo di Ponente. Lo stagnolo era una depressione riempita di acqua salmastra che comunicava direttamente con il mare per mezzo di aperture naturali attraverso la spiaggia, accessibili al mare per la mancanza del cordone di dune.

La rete di fossi ora descritta è precedente alle opere di bonifica compiute nel periodo di Pietro Leopoldo ma non è possibile fissarne una cronologia più precisa potendosi addirittura trattare di

residui di una sistemazione idraulica medioevale. Il tratto di canale detto "delle Saracine" nella carta del 1796, corrisponde esattamente a parte della canalizzazione recente ed attuale che però viene drenata dall'idrovora invece di defluire naturalmente verso il mare come un tempo. Da queste osservazioni è nata l'ipotesi (Progetto Azzurro – Soc. Solvay) di poter regolare il drenaggio di parte dell'area compresa nel Bacino di San Gaetano (detto anche delle "acque basse"), con un sistema che non utilizzi l'idrovora ma che, attraverso stagni e canali, convogli le acque verso il mare, con sfocio a Pietrabilanca, come succedeva nell'antico passato.

Tornando alle vicende storiche l'attività di bonifica della "Tenuta di Vada" si sviluppò nella seconda metà del 1700 attraverso un sistema di fossi minori collegati ad un fosso generale parallelo al litorale che sboccava in mare alla Foce di Pozzuolo, mantenuta aperta artificialmente. Nel 1828 fu sviluppato un progetto (sotto Leopoldo II) che prevedeva un sistema a cateratta angolare a bilico per impedire l'afflusso delle acque marine nel palude e negli stagnoli e fu deciso di colmare i paludi con gli apporti del Tripesce a Sud ed del Fine a Nord: quest'ultima operazione non è mai realizzata. Nel 1847, in corrispondenza alla costruzione del nuovo paese di Vada, fu messa in funzione la prima idrovora con motore a vapore in località Molino a Foco. Nel 1877 fu istituito il Consorzio per la manutenzione delle Bonifiche di Vada ed il problema del prosciugamento e del suo mantenimento risolto intorno al 1928 con la messa in opera di potenti idrovore, tuttora in funzione sia nella zona della Mazzanta, a Sud, che alla testa del fosso delle "acque basse" immediatamente a Nord di Vada (idrovora Solvay).

3.3 INFLUENZA DELLE INFRASTRUTTURE SULLO SCORRIMENTO DELLE ACQUE.

R.Mazzanti in “Geomorfologia del territorio comunale di Rosignano M°” (Suppl.n°1 ai Quad.Mus.Stor.Nat.Livorno –1985) tratta efficacemente questa problematica mettendo in evidenza sia i benefici apportati dalla costruzione della linea ferroviaria Livorno - Vada, terminata nel 1910 che gli effetti negativi apportati alla idrografia del tratto Chioma -Vada:

“La costruzione della ferrovia diretta Livorno - Vada con un tracciato semiparallelo al litorale comportò l'attraversamento, più o meno a 90° e in prossimità delle foci, di tutti i numerosi corsi d'acqua della zona occidentale del Comune di Rosignano M°. Di questi, alcuni potettero essere traversati completamente su ponti per la ristrettezza delle incisioni vallive (Fortulla, Arancio, Santa Lucia, Massaccio, Forbici, Quercetano); gli altri (Chioma, Grande, Iurco - Crocetta, Fine), per la presenza di tratti alluvionali più o meno estesi, furono superati con modesti ponti solo in corrispondenza degli alvei di magra, mentre nelle rimanenti parti alluvionali furono costruite massicciate alte fino a 5 o 6 m, a seconda dell'occorrenza, per mantenere a livello il tracciato ferroviario (sui 10 m di quota presso Castiglioncello e leggermente degradante fino a 9 m presso Vada). Questo tipo di costruzione della sede ferroviaria corrispose in pratica all'elevazione di tante dighe su alvei che, se pure in prevalenza poveri di acque, sono tuttavia soggetti, specialmente per l'impermeabilità di gran parte delle rocce dei bacini imbriferi, a improvvise e pericolose piene in conseguenza di forti piogge locali. In una simile situazione le troppo ristrette luci dei ponti vengono facilmente semiostruite dai materiali che le piene stesse



Ponte ferroviario sul Fiume Fine

trasportano (fino ad alcuni anni fa specialmente alberi ai quali adesso si sommano tutti gli infiniti rifiuti della società consumistica). Le già infide piene dei corsi d'acqua suddetti sono diventate così molto pericolose perché provocano l'allagamento, fin quando le luci dei ponti sono più o meno, intasate, della campagna a monte della ferrovia fino a livello della massiciata; quando la pressione dell'acqua riesce a sbloccare le luci dei ponti aumenta il pericolo nelle zone a valle investite da un'esondazione senza dubbio molto maggiore di quella possibile col solo fenomeno naturale.

Si sono formate così le innumerevoli esondazioni del Chioma, che sono arrivate a sommergere e a interrompere il traffico sulla ferrovia e sulla Via Aurelia a questa parallela; le esondazioni del Grande e dello Iurco-Crocetta, che hanno minacciato ripetutamente le parti più basse della frazione di Caletta (2 ottobre 1935, 1 febbraio 1948, 1 e 27 ottobre 1949, 21 gennaio 1951, 5 dicembre 1963, per non parlare che delle maggiori) e, in modo particolare, il quartiere Serredi, costruito (molto sprovvedutamente) sulle stesse

alluvioni dello Iurco- Crocetta fra la ferrovia e il mare, le esondazioni del Fiume, che nell'ottobre 1949 portarono via un notevole tratto della massicciata ferroviaria dimostrando, coi fatti, quale era un ostacolo notevole allo scorrimento delle acque.”

Di questo ultimo evento si dispone di una serie di foto che ne mostrano la dimensione e la drammaticità .



Foto 1– *Evento alluvionale in sponda destra del Fiume Fine del 1 Ottobre 1949: effetti sulla linea ferroviaria immediatamente a Sud di Rosignano Solvay. (Foto O.Squarci 1949).*



Foto 2 – *Evento alluvionale del Fiume Fine del 1 Ottobre 1949: effetti sulla linea ferroviaria immediatamente a Sud di Rosignano Solvay.*
(Foto O.Squarci 1949)



Foto 3 – *Evento alluvionale del Fiume Fine del 1 Ottobre 1949: effetti sulla linea ferroviaria immediatamente a Sud di Rosignano Solvay.*
(Foto O.Squarci 1949)



Foto 4 – *Evento alluvionale del Fiume Fine del 1 Ottobre 1949: effetti sulla linea ferroviaria immediatamente a Sud di Rosignano Solvay. (Foto O.Squarci 1949)*

Praticamente con le stesse modalità e con la stessa violenza si è manifestato l'evento alluvionale del 10 Ottobre 1993 come mostra la foto ripresa in questa ultima occasione



Effetti altrettanto disastrosi si sono avuti anche per il sottodimensionamento delle luci di transito dei fossi di Rosignano Solvay come mostrano le immagini seguenti che si riferiscono al 2 Ottobre 1935



*Paese Nuovo di Rosignano Solvay :effetti dell'alluvione del Botro
Cotone del 2 Ottobre 1935 (foto o.Squarci,1935)*



*Paese Nuovo di Rosignano Solvay :effetti dell'alluvione del Botro
Cotone del 2 Ottobre 1935 (foto o.Squarci,1935)*



*Paese Nuovo di Rosignano Solvay :effetti dell'alluvione del
Botro Cotone del 2 Ottobre 1935 (foto O.Squarci,1935)*



*Paese Nuovo di Rosignano Solvay :effetti dell'alluvione del
Botro Cotone del 2 Ottobre 1935 (foto o.Squarci,1935*

Gli stessi effetti, anche se non distruttivi come quelli del 1935, si sono avuti anche il 10 ottobre 1993, sempre al “Paese Nuovo “di Rosignano Solvay e, ancora per le stesse cause, con lo straripamento del Botro Cotone, come mostrano le foto che seguono.



10 ottobre 1993 “Paese Nuovo “di Rosignano Solvay



10 ottobre 1993 "Paese Nuovo" di Rosignano Solvay



10 ottobre 1993 "Paese Nuovo" di Rosignano Solvay

4. LA PERICOLOSITÀ IDRAULICA.

A proposito della pericolosità idraulica si deve osservare che quello che attualmente stiamo programmando deve tenere conto dei possibili cambiamenti climatici globali, che sono attualmente in fase di studio da parte della comunità scientifica internazionale. Le conoscenze attuali portano a prevedere nei tempi di una vita umana variazioni significative sia del regime delle piogge, con eventi concentrati di forte intensità, e l'innalzamento del livello medio del mare in seguito al riscaldamento dell'atmosfera terrestre. Anche se sono ancora in fase di studio e definizione le cause dei cambiamenti in atto, che molti studiosi attribuiscono all'aumento della anidride carbonica in atmosfera derivante dai combustibili fossili (effetto serra), quello che pare certo è un riscaldamento dell'atmosfera e questa è la successione schematica degli eventi previsti:

- 1. riscaldamento atmosfera**
- 2. variazioni del regime delle piogge con aumento della probabilità di eventi estremi**
- 3. riduzione delle calotte polari e dei ghiacciai**
- 4. innalzamento del livello del mare con previsione di circa 50 cm nei prossimi 50 anni.**

Nella scelta dei criteri di zonizzazione definitivi si dovrà tenere conto anche della difficile prevedibilità a medio e lungo periodo dell'intensità degli eventi meteorici.

Per tutto questo, in una programmazione a lungo periodo, occorre attenersi a valutazioni cautelative per non dover successivamente attuare interventi riparatori, di difficile realizzazione e di alto costo per la collettività futura.

4.1 GLI STUDI ESEGUITI

- **Fiume Fine**

Aminti e Paris (1995)- Provincia di Livorno:

Portate con tempi di ritorno 20,100,200 anni

Zone esondabili con tempi di ritorno 20,100,200

Proposte di intervento

Colombi 2002

Proposte di intervento

- **Ponte sul Fine a I Polveroni**

Viti e Nardi 1997

- **Botri a Nord di Vada**

Aminti e Squarci 1997

Geoplan 1998

Altri 2001

- **Tripesce**

Colombi 1998

- **Botri in prossimità di Rosignano e Castiglioncello**

Geoplan 1998

4.2 CARTA DELLA PERICOLOSITÀ IDRAULICA ALLO STATO ATTUALE DEGLI STUDI E DELLE CONOSCENZE (PROPOSTA)

4.2.1 GLI AMBITI FLUVIALI

In questo elaborato sono stati definiti **gli ambiti fluviali** ai sensi dell'art. 65 della delibera del Consiglio Regionale n° 12/2000:

Ambito A1 (area di assoluta protezione del corso d'acqua): Fermo restando quanto già previsto dal R.D.523/1904, corrisponde agli alvei, alle

golene , agli argini e alle aree comprese nelle due fasce della larghezza di 10 metri adiacenti ai corsi d'acqua misurate a partire dal piede esterno dell'argine o, in mancanza, dal ciglio di sponda, l'elenco dei corsi d'acqua del territorio comunale per cui si definisce questo ambito (punto b del comma 2 dell'art.65 della delibera del Consiglio Regionale n° 12/2000, allegato N°5) è il seguente:

Botro dell'Acquabona

Torrente Chioma

Fiume Fine

Botro Fortulla

Botro del Gonnellino

Torrente Marmolaio

Botro Motorno

Fosso Nuovo Tripesce

Botro Rialdo e Motorno

Botro Sanguigna

Torrente Savolano

Ambito A2-area di tutela del corso d'acqua e di possibile inondazione: riferito ai corsi d'acqua di cui all'elenco precedente, che hanno tratti significativi ai fini idraulici di larghezza superiore a 10 m ,misurata fra i piedi esterni degli argini, oppure, ove mancanti, fra i cigli di sponda .Tale ambito corrisponde alle due fasce immediatamente esterne all'ambito A1 che hanno larghezza pari alla larghezza del corso d'acqua definita come sopra ,per un massimo di 100 m.

Questo ambito interessa principalmente parte del Fiume Fine, come delimitato nella Tavola della Pericolosità idraulica G9

Ambito denominato B: comprende le aree potenzialmente inondabili in prossimità dei corsi d'acqua che possono essere necessarie per eventuali interventi di regimazione idraulica tesi alla messa in sicurezza degli insediamenti. Tale ambito corrisponde alle aree a quote

altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a due metri sopra il piede esterno d'argine o, in mancanza, sopra il ciglio di sponda. Il limite esterno di tale ambito è determinato dai punti di incontro delle perpendicolari all'asse del corso d'acqua con il terreno alla quota altimetrica come sopra individuata e non potrà comunque superare la distanza di metri lineari 300 dal piede esterno dell'argine o dal ciglio di sponda.

Questo ambito interessa i seguenti corsi d'acqua:

Botro dell'Acquabona

Torrente Chioma

Fiume Fine

Botro del Gonnellino

Torrente Marmolaio

Botro Motorno

Fosso Nuovo Tripesce

Botro Sanguigna

Torrente Savolano

L'ambito ,come sopra definito, viene delimitato nella Tavola della Pericolosità idraulica G9.

4.2.1.1 Salvaguardia degli ambiti fluviali

1. Salvaguardia per l'ambito A1

nell'ambito A1 non sono ammessi modificazioni, manufatti di qualsiasi natura e trasformazioni morfologiche, ad eccezione di manufatti e trasformazioni morfologiche di carattere idraulico, degli attraversamenti del corso d'acqua e degli adeguamenti di infrastrutture esistenti a condizione che si attuino le precauzioni necessarie per la riduzione del rischio idraulico e si mantenga o si migliori l'accessibilità al corso d'acqua.

2. Salvaguardia per l'ambito A2

nell'ambito A2 tutti gli interventi che prevedono nuove costruzioni sono soggetti a verifiche sulla presenza di condizioni di rischio idraulico e sono

condizionati all'approvazione di progetti per la riduzione del rischio. I progetti che prevedono interventi di qualsiasi tipo a distanza inferiore o uguale a quella individuata negli elaborati dal ciglio di sponda dei corsi d'acqua del precedente elenco, dovranno contenere l'individuazione degli ambiti A1 e A2,

3. Salvaguardia per l'ambito B

- le nuove previsioni insediative, per attrezzature generali, infrastrutture a rete o puntuali che comportino nuove costruzioni o modifiche morfologiche, devono essere accompagnate da specifica indagine idrologico - idraulica che individui il grado di rischio idraulico sulla base della piena con tempo di ritorno duecentennale, i conseguenti interventi di regimazione idraulica e le aree da destinare alla loro localizzazione con il criterio della compensazione dei volumi. I risultati dello studio concorrono alla classificazione di pericolosità e fattibilità degli interventi previsti ed alle relative prescrizioni.
- gli strumenti urbanistici attuativi e loro varianti che prevedano nuove edificazioni o trasformazioni morfologiche devono essere dotati di studi idrologico - idraulici che definiscano gli ambiti di esondazione per piena, con tempo di ritorno centennale e del ristagno. Nel caso che l'area risulti soggetta a inondazione, contestualmente al progetto esecutivo si dovrà approvare il progetto degli interventi necessari a riportare ad un tempo superiore ai 100 anni il rischio di inondazione e a eliminare il ristagno. Tali interventi saranno contestuali alle opere di urbanizzazione dello strumento urbanistico attuativo.

4.2.2 LE CLASSI DI PERICOLOSITÀ IN FUNZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO.

Nella Tav.9 viene proposta la **“Carta della pericolosità idraulica allo stato attuale degli studi e delle conoscenze”**.

Le Misure di salvaguardia del Piano di Indirizzo Territoriale della Regione Toscana (P. I. T.) approvato con D.C.R N°12 del 25/1/2000 , al Capo II – “ **Misure di salvaguardia relative alla “Difesa del suolo” D.C.R. 94 del 1985 e D.G.R. N°304 del 1996**” fissa, attraverso l’art.80, i criteri per la definizione delle classi di pericolosità in funzione del rischio idraulico. Questi criteri vengono applicati al territorio Comunale e si definiscono, allo stato attuale delle conoscenze e degli studi fino ad ora realizzati, i seguenti ambiti di pericolosità:

PERICOLOSITÀ IRRILEVANTE: CLASSE 1

Aree collinari, definite al di sopra di quota +50 s.l.m., per le quali non vi sono notizie storiche di precedenti inondazioni e sono in situazione favorevole di alto morfologico a quote altimetriche superiori di 2m rispetto al piede esterno dell’argine o, in mancanza, al ciglio di sponda. Sono compresi in questa classe i territori collinari, le alluvioni terrazzate e le altre zone topograficamente rilevate con affioramenti di varie formazioni pre – pleistoceniche.

In tali aree non sono necessarie considerazioni sulla riduzione del rischio idraulico

Negli interventi di urbanizzazione devono comunque essere previste opere di regimazione idraulica delle acque di circolazione superficiale provenienti da monte o locali.

PERICOLOSITÀ BASSA: CLASSE 2

Aree della pianura costiera dei terrazzi pleistocenici e dei fondovalle a quote inferiori a +50 s.l.m. per le quali non vi sono notizie storiche di precedenti inondazioni e sono in situazione di alto morfologico rispetto alla piana alluvionale adiacente, di norma a quote altimetriche superiori di 2m rispetto al piede esterno dell’argine o, in mancanza ,al ciglio di sponda.Gli studi hanno messo in evidenza che queste sono aree con rischio di fenomeni di alluvionamento superiori a 200 anni.

Anche per questo ambito negli interventi di urbanizzazione devono essere previste opere di regimazione idraulica delle acque di circolazione superficiale provenienti da monte o locali.

PERICOLOSITÀ MEDIA :CLASSE 3

Sono comprese in questo ambito le aree di fondovalle non protette da opere idrauliche in situazione morfologica sfavorevole, di norma a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a m 2 sopra il piede esterno dell'argine o, in mancanza, sopra il ciglio di sponda, per le quali non vi sono notizie storiche di inondazioni.

Cautelativamente, sono state poste in questo ambito tutte le aree dei depositi alluvionali recenti i cui limiti sono stati posti attraverso rilievo fotogrammetrico con foto aeree di scala adeguata. Queste aree sono potenzialmente alluvionabili come testimoniato dalla presenza dei depositi alluvionali recenti stessi. Corrispondono in parte alle aree a pericolosità "idrogeologica" elevata del P.T.C. . Le parti dei corsi d'acqua del Bacino del Fiume Fine compresi in questo ambito hanno rischio di fenomeni di alluvionamento con tempo di ritorno maggiore di 200 anni (studio della Provincia di Livorno - Aminti e Paris-1995).

Gli studi effettuati sul Bacino Fiume Fine (Colombi) e sui corsi d'acqua minori del versante tra Rosignano e Castiglioncello (Comune di Rosignano M° - Geoplan) ed immediatamente a Nord di Vada (Provincia di Livorno - Geoplan) indicano le soluzioni progettuali che, se realizzate, potranno ridurre al minimo possibile il livello di rischio e costituiscono elementi di base per la futura classificazione di fattibilità di eventuali interventi

PERICOLOSITÀ ELEVATA: CLASSE 4 (aree delimitate con D.G.R n°1212 del 2/11/1999)

Aree di fondovalle non protette da opere idrauliche per le quali vi sono notizie storiche di inondazioni e sono in situazione morfologica sfavorevole,

di norma a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a m 2 sopra il piede esterno dell'argine o, in mancanza, sopra il ciglio di sponda. Nel bacino del Fiume Fine comprendono aree in cui gli studi idraulici (Aminti e Paris 1995) hanno accertato zone a rischio inondazione con tempo di ritorno fino a 200 anni. Gli studi effettuati sul Bacino Fiume Fine (Colombi) e sui corsi d'acqua minori del versante tra Rosignano e Castiglioncello (Comune di Rosignano M° - Geoplan) ed immediatamente a Nord di Vada (Provincia di Livorno - Geoplan) prevedono interventi di messa in sicurezza atti alla riduzione del rischio non alteranti il livello dello stesso nelle aree adiacenti. Tali interventi porteranno il livello di rischio di inondazione superiore a duecento anni e sono coordinati con piani idraulici previsti sul territorio comunale e costituiscono elementi di base per la futura classificazione di fattibilità di eventuali interventi. Eventuali previsioni urbanistiche in questo ambito dovranno tener conto della messa in sicurezza delle stesse senza aumentare il livello di rischio nelle aree limitrofe.

PERICOLOSITÀ MOLTO ELEVATA: CLASSE 4.1 (aree delimitate con D.G.R n°1212 del 2/11/1999)

Aree di fondovalle non protette da opere idrauliche per le quali vi sono notizie storiche di inondazioni e sono in situazione morfologica sfavorevole, di norma a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a m 2 sopra il piede esterno dell'argine o, in mancanza, sopra il ciglio di sponda. Comprendono le aree in cui gli studi idraulici (Aminti e Paris 1995) hanno accertato zone a rischio inondazione con tempo di ritorno minore di 20 anni.

Per queste aree al momento non sono consentite previsioni edificatorie salvo che per infrastrutture a rete non diversamente localizzabili a condizione che queste ultime si attuino tutte le precauzioni necessarie per la riduzione del rischio idraulico a livelli compatibili con le caratteristiche dell'infrastruttura. Gli studi effettuati sul Bacino Fiume Fine (Colombi -2002)

prevedono per parti limitate di queste aree (in prossimità della Foce) interventi di messa in sicurezza atti alla riduzione del rischio non alteranti il livello dello stesso nelle aree adiacenti. Tali interventi porteranno il livello di rischio di inondazione superiore a cento anni e sono coordinati con piani idraulici previsti sul territorio comunale e costituiscono elementi di base per la futura classificazione di fattibilità di eventuali interventi.

5. LINEAMENTI GEOLOGICI E STRUTTURALI

Con riferimento alla Tav. G2 alle sezioni geologiche di Tav.G4 , possiamo definire i lineamenti geologici e strutturati essenziali per la caratterizzazione geologica del territorio comunale.

Le formazioni più antiche, che formano il substrato dell'area indagata, affiorano nelle zone collinari, e sono costituite dai così detti "complessi alloctoni liguri" Si tratta di vari complessi geologici, in rapporti tettonici, l'uno con l'altro, costituiti da formazioni del Giurassico superiore-Cretaceo generalmente argilloscistose , con grosse masse di rocce magmatiche basiche ed ultrabasiche (Serpentiniti - Gabbri - Diabasi). Si possono distinguere sovrapposti da superfici di scorrimento tettonico:

1. complesso ligure superiore;
2. complesso ligure intermedio (Complesso ofiolitifero);
3. complesso ligure inferiore.

Al di sopra di questi complessi giacciono formazioni appartenenti al ciclo marino neoautoctono che inizia nel Miocene Superiore con conglomerati, brecce e calcari organogeni ("Calcari di Rosignano") e si sviluppa successivamente con sedimenti in parte evaporatici, con gessi intercalati ad argille, e prosegue con argille sino al Pliocene medio. Questi sedimenti riempiono, con notevoli spessori (sino a circa 1000 m) la fossa tettonica compresa tra la

dorsale delle colline di Rosignano M°- Gabbro ad Ovest e i Monti di Santa Luce ad Est.

Successivamente nel Pleistocene inferiore si sviluppa il bacino subsidente di Rosignano Solvay - Vada comprendente l'attuale Pianura costiera da Rosignano fino a S. Vincenzo. Questo bacino limitato ad Ovest da una faglia in direzione NNW - SSE, passante 1500 ad Est dei Faro di Vada, ad Est da una faglia che corre in direzione NW - SE ai piedi della zona collinare di Rosignano Marittimo.

In questo bacino lo spessore delle argille dei Pleistocene inferiore raggiunge (e forse supera) i 300 m, come dimostrato dai tre sondaggi perforati dalla Soc. Solvay, nella zona dei Mondiglio (immediatamente ad Est dello Stabilimento), nella zona ex Multifidi, in prossimità del depuratore comunale, e nella zona di Vada (villaggio "Fanfani") .

Questa formazione, costituita da argille sovraconsolidate, costituisce il substrato stabile di tutta la pianura costiera. Al di sopra di questa formazione, ma talvolta anche sul substrato più antico, giacciono le formazioni generalmente marine de Pleistocene medio - superiore. Sono costituite da sedimenti detritici grossolani (sabbie - arenarie e conglomerati) con sottili intercalazioni limo - argillose .

I numerosi sondaggi geognostici e per ricerche d'acqua (Tav.G7) hanno consentito la ricostruzione, del tetto della formazione argillosa dei Pleistocene inferiore . Questa ricostruzione non mette in evidenza alcun allineamento che possa essere messo in relazione a faglie con rigetto apprezzabile. La morfologia delineata è quella tipica legata a formazioni di valli di erosione, riempite successivamente da depositi marini trasgressivi .

Questo è di notevole importanza ai fini della valutazione del rischio sismico, legato a zone di faglia.

La morfologia del tetto delle argille del substrato, anche se caratterizzata dalle incisioni delle paleovalli prima detto, si presenta con acclività molto blanda ed i depositi sovrastanti vi si adagiano con

inclinazione di pochi gradi. Anche questo è un fattore importante per assicurare maggior stabilità ai suoli in caso di crisi sismica.

Scendendo nel dettaglio, possiamo notare che due sono gli alvei sepolti di età pretirreniana (pre-Quaternario Superiore). Questi paleoalvei, uno centrato sulla parte occidentale dell'area dello Stabilimento Solvay e l'altro nella parte centrale, hanno una direzione completamente indipendente da quella dei botri della piana attuale e confluivano nel Fiume Fine con angolo più o meno retto, secondo la modalità di confluenza più comune dei corsi d'acqua. Questo ad ulteriore dimostrazione che il modellamento di questa superficie di riferimento non è legata a motivi tettonici ma a fattori esclusivamente paleo - idrogeologici. In altri termini si può ritenere che prima della trasgressione tirreniana esistesse un sistema di valli ben inciso, sia in corrispondenza dei tratti visibili anche attualmente, a monte del limite raggiunto in seguito dai sedimenti tirreniano - wurniani, sia a valle di questo limite la trasgressione tirreniana e i fenomeni di deposizione specialmente eolica e colluviale dei Wurm (hanno sepolto questa rete di valli ben organizzata ed hanno formato una piana a debolissima pendenza sulla quale i corsi d'acqua più che avere operato delle incisioni nette devono avere divagato in superficie) fin quando non sono stati canalizzati dall'uomo ().

5.1 LA CARTA GEOLOGICA ALLA SCALA 1:10.000

La situazione geologica della zona in studio viene presentata nella carta tematica alla scala 1:10.000 (Tav.G2). Questo elaborato deriva dai rilievi di dettaglio di Bartoletti ed altri (1985), da aggiornamenti successivi a cura di Bartoletti e Squarci (Piano Regolatore 1986), Melani e Squarci (studi vari sul territorio comunale) e Squarci per questo Quadro Conoscitivo. I dati raccolti e sintetizzati nella Tav. G2 consentono di avere una visione completa ed aggiornata dell'assetto geologico dell'intero territorio comunale.

La conoscenza della distribuzione delle formazioni affioranti integrata dalla interpretazione dei sondaggi e delle prove penetrometriche esistenti (Tav. G7) permette la ricostruzione, della stratigrafia dell'area in esame. Il numero di informazioni disponibili è tale da poter permettere la definizione di un modello affidabile della geologia del sottosuolo, altresì essenziale per la valutazione della situazione idrogeologica e per la caratterizzazione, da un punto di vista geotecnico, di vaste aree utilizzando informazioni puntuali ricavate con sondaggi e prove penetrometriche

Nella carta geologica sono state distinte le unità litologico – stratigrafiche significative anche per la caratterizzazione litotecnica del territorio ed altri elementi derivanti anche dalle attività antropiche recenti.

5.1.2 DEPOSITI RECENTI E ATTUALI LEGATI AD ATTIVITÀ ANTROPICHE

DISCARICA ATTIVA DELLO “SCAPIGLIATO”.

Discarica in fase di bonifica definitiva.

aa: zona archeologica di S.Gaetano (Vada).

rc: Riporti in genere carbonatici all'interno di strutture industriali per realizzazione di rilevati in zone morfologicamente depresse e di opere varie (**recente – attuale**).

r: Riporti di varia natura in genere per realizzazione di opere viarie, ferroviarie , discariche di cava o accumuli di inerti

rsb: Accumuli di sabbie bianche carbonatiche (**attuale**)

s₁: Spiagge in genere di riporto artificiale di sabbia giallastra, derivante dal disfacimento della “panchina” tirreniana (**recente – attuale**)

sb : Spiagge di sabbia bianca carbonatica di origine industriale (**1920-attuale**)

db: Dune recenti di sabbia bianca carbonatica di origine industriale (**post 1920- attuale**)

ra : riporti antichi al di sotto del paese di Vada (**1845**)

▪ **Depositi naturali recenti e olocenici**

a₁ : incisione nei depositi alluvionali del F.Fine (**a**) con scorrimento di magra (talweg) - **Attuale- Recente**

sg : Spiagge di ghiaia grossolana ,costituita da ciottoli decimetrici in prevalenza carbonatici e subordinatamente ofiolitici, originati dai botri adiacenti - **Recente - attuale**).

gG: Ghiaie e sabbie grossolane del “Galafone “ (presso la foce del Fine) di cordone litorale di battigia di tempesta (q. + 2,4 m s.l.m.) - **Olocene** .

t : In superficie :argille, argille siltose di laguna o fluviali ; nel sottosuolo: argille organiche con abbondante materiale organico (in genere alghe) in fermentazione putrida , talora con lenti sabbioso limose e ciottoli immersi in matrice argillosa.- **Olocene**.

d: Dune antiche di sabbia bruna precedenti l’Età del Ferro Iniziale.

de: detriti di varia natura.- **Olocene**.

dof: detriti di rocce ofiolitiche.- **Olocene**.

dec₂: detriti della formazione c₂ .- **Olocene**.

a: depositi alluvionali a varia litologia. Nella piana del F.Fine sono in genere costituiti dalla sequenza ghiaie in basso, limi e argille intermedi, lenti di ghiaie e limi in superficie. I depositi dei suoi affluenti hanno varia tipologia litologica dipendente dalle formazioni predominanti presenti nel bacino di alimentazione. Lo stesso vale per i depositi alluvionali dei corsi d’acqua minori. - **Attuale - Versiliano** .

at: Depositi alluvionali terrazzati –Ghiaie e sabbie in matrice limosa - **Olocene- Pleistocene Superiore** .

5.1.3 DEPOSITI PLEISTOCENICI

sD: Sabbie limose rosso arancio talora con minuti ciottoli poligenici (Sabbie rosse di Donoratico Aut.). - **Pleistocene Superiore**.

p: Calcareniti sabbiose e sabbie (“Panchina “ di Castiglioncello Aut.) - **Pleistocene Superiore**.

Qn: Suolo argilloso scuro con abbondante sostanza organica (Caletta di Castiglioncello) - **Pleistocene Superiore**.

sG2: Sabbie a scheletro sabbioso di colore rossastro vivo con livelli di breccie e conglomerati minuti (Spianata morfologici inferiore nelle Sabbie rosse tipo Val Gori Aut.) - **Pleistocene medio**.

Pa: Calcareniti sabbiose alla base di sG2 - **Pleistocene medio**.

sG1: Sabbie a scheletro sabbioso-limoso di colore rossastro vivo con livelli di breccie e conglomerati minuti (Spianata morfologica superiore delle Sabbie rosse tipo Val di Gori Aut. pro parte) - **Pleistocene medio** .

Qs: Suoli prevalentemente argillosi con pezzame calcareo, sabbie e ciottoli su spianate morfologiche antiche (Le Spianate – Castiglioncello) - **Pleistocene medio**.

pG: Sabbie e calcareniti sabbiose (Panchina di Grotti Aut.)- **Pleistocene medio**.

cS: Conglomerati di S. Marco. **Pleistocene medio**.

Qac : Suolo argilloso grigio - giallastro con abbondanti concrezioni carbonatiche bianche (Caletta di Castiglioncello). **Pleistocene**.

Q: Sabbie, argille sabbiose ,arenarie , calcari sabbiosi ed alternanze di livelli argillosi (Calcari sabbiosi di Montescudaio Aut.). **Pleistocene inferiore**.

Q₁: Conglomerati di Villa Magrini (Castiglioncello). **Pleistocene inferiore**.

Qa: Argille e argille sabbiose ad Arctica (tratto terminale della Valle della Fine). **Pleistocene inferiore**

DEPOSITI NEOAUTOCTONI NEOGENICI

AP: Argille azzurre (Bacino della Val di Fine). **Pliocene** .

AM: Marne e marne argillose con livelli di diatomiti intercalati nella parte basale **Messiniano**.

Mg: Gessi intercalati in AM. **Messiniano**.

Ms: Sabbie e conglomerati intercalati in AM. **Messiniano**.

Mc : Calcari detritico – organogeni (comprendono i “Calcaridell’Acquabona“ Aut. e i “Calcari di Castelnuovo “Aut.). **Messiniano**.

Mcg: Conglomerati poligenici alla base del ciclo Messiniano (comprendono i “Conglomerati di Villa Mirabella “ Aut. e i “Conglomerati delle Cantine “Aut.). **Messiniano**

Mbc: Livello discontinuo di brecce e conglomerati rosso - vinato in genere costituiti da elementi ofiolitici alla base della successione neogenica di Rosignano Marittimo- Acquabona. **Messiniano – Tortoniano Superiore (?)**.

5.1.5 COMPLESSI ALLOCTONI EOCINICO–GIURASSICI, PREVALENTEMENTE IN FACIES DI FLYSCH, ED OFIOLITI

Complesso ligure superiore

C₃: Calcari prevalenti con argilloscisti e marnoscisti intercalati (calcari del Poggetto Aut.) **Cretaceo Inferiore**.

C₄: Marnoscisti siltoso arenacei di Poggio Dorcino Aut. **Cretaceo Superiore**.

Complesso ligure intermedio (Complesso ofiolitifero)

pe1: arenarie calcarifere e calcari marnosi (di Carcisavoli e Sassogrosso Aut.) **Eocene Inferiore- Paleocene Medio**.

pe: brecce e conglomerati di Alberelli Aut. **Eocene Inferiore- Paleocene Medio**.

C₂ : Argilloscisti e calcari silicei “Palombini” Aut. **Cretaceo Inferiore**.

C₁: CALCARI CON CALPIONELLA AUT. CRETACEO INFERIORE.

g: Radiolariti (Diaspri Aut.). **Giurassico Superiore**.

FD: Complesso ofiolitico filoniano di Rosignano Marittimo. **Giurassico Superiore**.

D: Diabase. **Giurassico Superiore**.

G : Gabbro. **Giurassico Superiore**.

S: Serpentiniti. **Giurassico Superiore**

Complesso ligure inferiore

pe₂: marne e marne calcaree, arenarie e siltiti con „brecce ed “olistoliti” provenienti dal complesso ofiolitifero (Flysh di Poggio S. Quirico Aut).
Eocene Inferiore Paleocene Superiore.

C₅: Argilloscisti varicolori del Fortulla Aut. **Cretaceo Superiore.**

5.1.5 DEPOSITI IDROTERMALI E MINERALIZZAZIONI

Tr : travertino (Olocene - Pleistocene).

F: Filoni in prevalenza di magnesite con calcedonio e solfuri (Pleistocene inferiore).

6. LA CARATTERIZZAZIONE LITOTECNICA DEL TERRITORIO COMUNALE

Utilizzando le suddivisioni realizzate nella carta geologica e raggruppando quelle con caratteri litotecnici comuni, è stata realizzata la Carta litotecnica del territorio comunale Tav:G9).

Le sigle dei litotipi inseriti nei vari raggruppamenti sono quelle corrispondenti alle formazioni rappresentate nella carta geologica.

Queste le suddivisioni realizzate:

- 1. Successioni di litotipi lapidei sedimentari : Mg, Mc, C1,g**
- 2. Successioni di litotipi lapidei magmatici: FD, D, G,S,F**
- 3. Successioni con alternanze di litotipi lapidei ed argillosi :**
 - Strutturalmente ordinate: C₃,C₄,pe₁,pe
 - Strutturalmente disordinate e talora caotiche:C₅,pe₂
 - Strutturalmente caotiche: C₂

4. **Successioni conglomeratiche , detritico- organogene e carbonatiche variamente cementate** : Tr, p, Pa,pG,cs,pG,Q₁,cS,Mcg, Mbc
5. **Successioni sabbioso - conglomeratiche addensate:**
sD,sG2,sG1,Ms
6. **Successioni argillose in genere consolidate** : Qs, Qac, Q, Qa, AP, AM
7. **Depositi recenti di materiale detritico sciolto a varia granulometria senza problemi di stabilità geomorfologica ma potenzialmente soggetti a instabilità dinamica per cedimenti differenziali in caso di evento sismico:** rsb,s₁,sb, db, sg, gG, d
8. **depositi addensati recenti e attuali legati ad attività antropiche :** rc, r, ra
9. **Successione di terreni a varia granulometria da mediamente a scarsamente addensati** : a, Qn
10. **Terreni e suoli incoerenti e instabili potenzialmente soggetti a dar luogo a fenomeni di instabilità dinamica in caso di evento sismico** : de,dof,dec2
11. **Terreni limo sabbiosi e organici a basso grado di addensamento e potenzialmente soggetti a dar luogo a fenomeni di instabilità dinamica in caso di evento sismico:** T
12. **Terreni a granulometria varia mediamente addensati : in caso di evento sismico sono potenzialmente soggetti a condizioni amplificazione lungo i bordi del terrazzo:** at
13. **Discariche di rifiuti solidi urbani ed industriali :**
- Discarica attiva dello “Scapigliato”.
 - Discarica in fase di bonifica definitiva del “Lillatro”

7. LA SISMICITÀ .

Per quanto si riferisce alla sismicità dell'area del territorio comunale si possono fare le seguenti osservazioni di carattere generale:

- per la Legge Regionale 17/4/1984 n° 21 e Deliberazione Regionale n° 94 del 12/2/1985 il territorio del Comune di Rosignano M° è classificato come sismico, in classe 3. Appartengono a questa classe i comuni classificati sismici che presentano valori dell'intensità massima (I) < 8 mcs ed accelerazione (convenzionale) massima < 0,20 g.
- Questa parte di territorio della Toscana ha una sismicità moderata nei confronti di quella che caratterizza parti più interne dell'area appenninica (vedi Fig. 1A- sismicità dal 1000 al 1984).
- Sono da tenere comunque presenti gli eventi che hanno interessato il territorio (Fig. 1B - eventi dal 1.000 al 1.600; Fig.1C - dal 1600 al 1984): la massima intensità fu raggiunta nel 1846 con l'episodio conosciuto come "terremoto di Orciano" :
 - 14 Agosto 1846,ore12
 - Intensità epicentrale $I_0=9$ mcs;
 - Intensità massima $I_{ma}=10$ mcs;
 - magnitudo macrosismica equivalente $M_e=5.9$;
 - zona epicentrale 5 Km dal piano campagna.
- Dalla definizione delle isosiste (linee di uguale intensità espresse in gradi mcs della scala Mercalli) di quell'evento (Fig.2), si rileva che nella zona costiera del territorio del Comune di Rosignano Marittimo si raggiunse una intensità inferiore a 7 mcs , mentre nelle zone collinari di Castelnuovo della Misericordia si ebbe una intensità compresa tra 7 e 8 mcs ed al Gabbro e a Rosignano Marittimo si raggiunse 7 mcs.
- Osservando gli epicentri dei terremoti maggiori che hanno interessato l'area in esame (Fig. 2), si nota che questi si allineano secondo una fascia preferenziale in direzione circa W-E, praticamente sul parallelo passante circa 5 Km a Sud di

Livorno. Questo allineamento non é casuale e potrebbe essere connesso ad un sistema tettonico attivo di trascorrenza sinistra del quale possono aversi alcuni riscontri nella geologia di superficie anche nella zona collinare tra Castelnuovo della Misericordia ed il Gabbro. L'elemento più rilevante è la faglia con direzione Est - Ovest trascorrente recente, sicuramente post pliocenica, rilevabile in superficie immediatamente ad ovest della discarica dello Scapigliarto.

- Lungo quella fascia sismicamente attiva (Fig.2), si sono manifestati a maggior parte degli eventi registrati storicamente sono compreso il più recente di quelli che ha interessato il territorio del Comune di Rosignano M° (ore 22 , 55' del 1 Aprile 1950, 6-7 mcs nella zona Gabbro-Castelnuovo-Nibbiaia; 5 mcs nella zona di Rosignano Solvay).
- Prendendo come riferimento la massima intensità epicentrale registrata lungo tale fascia nel terremoto di Orciano del 14 Agosto 1846, supponendo il ripetersi di un simile evento lungo tale allineamento e traslando contemporaneamente a sud, come riferimento previsionale, gli effetti registrati in quell'occasione, si ottiene una zonizzazione del territorio comunale come rappresentata nella Tavola 8. Da questa risulta che la parte più settentrionale del territorio comunale può superare 8 mcs e raggiungere 9 mcs, mentre il resto rimane inferiore a 8 mcs. Di questo si è tenuto conto nella realizzazione della carta della pericolosità ,come specificato successivamente.

8. CARTA DELLA PERICOLOSITÀ GEOLOGICA

Per l'intero territorio comunale è stata realizzata la carta della pericolosità "geologica" utilizzando tutti i dati disponibili di carattere geolitologico, morfologico e tenendo conto della zonizzazione sismica del territorio comunale.

8.1 APPROCCIO METODOLOGICO

Gli elementi utilizzati per la realizzazione della zonizzazione sono:

- 1 - Pendenza dei versanti (Classi di pendenza)
- 2 - Pericolosità litologica
- 3 - Pericolosità Geomorfologia
- 4 - Intensità sismica prevedibile in base alla
zonizzazione del territorio comunale attraverso dati
storici congiuntamente alla valutazione dell'assetto
strutturale.

Ad ogni elemento è stato dato un "peso" numerico crescente con la pericolosità : sommando il peso dei vari elementi il territorio viene classificato in sei ambiti di pericolosità:

Ambito 2: Pericolosità molto - bassa

Ambito 2.1: Pericolosità bassa

Ambito 3: Pericolosità medio - bassa

Ambito 3.1: Pericolosità media

Ambito 3.2: Pericolosità medio – elevata

Ambito 4: Pericolosità elevata

1. PENDENZA DEI VERSANTI

Facendo riferimento alla proposta contenuta nel D.R.94 del 12/2/85 si adottano le seguenti classi di pendenza in %:

CLASSE	PENDENZA	PESO
--------	----------	------

1	0 – 5%	1
2	6–10%	2
3	11–15%	3
4	16– 25%	5
5	26– 35%	7
6	>35%	9

Nell'apposita tavola viene fornita la rappresentazione grafica delle suddivisioni in classi di pendenza dell'intero territorio comunale.

2 - PERICOLOSITÀ LITOLOGICA

I raggruppamenti sono elencati in ordine di pericolosità crescente:

▪ RAGGRUPPAMENTO 1:

Litotipi lapidei - peso 1

Mg: Gessi . Messiniano.

Mc: Calcari detritico – organogeni Messiniano.

C1: Calcari con Calpionella Aut. Cretaceo Inferiore.

g: Radiolariti (Diaspri Aut.). Giurassico Superiore.

FD: Complesso ofiolitico filoniano di Rosignano Marittimo.

Giurassico Superiore.

D: Diabase. Giurassico Superiore.

G: Gabbro. Giurassico Superiore.

S: Serpentiniti. Giurassico Superiore

F: Filoni in prevalenza di magnesite con calcedonio e solfuri (Pleistocene inferiore).

RAGGRUPPAMENTO 2 :

Successioni sabbioso conglomeratiche addensate – peso 2

at: Depositi alluvionali terrazzati –Ghiaie e sabbie in matrice limosa Olocene- Pleistocene superiore

sD: Sabbie limose rosso arancio talora con minuti ciottoli poligenici. Pleistocene Superiore.

sG2: Sabbie a scheletro sabbioso di colore rossastro vivo con livelli breccie e conglomerati minuti. Pleistocene medi

sG1: Sabbie a scheletro sabbioso-limoso di colore rossastro vivo con livelli di breccie e conglomerati minuti Pleistocene medio .

Ms: Sabbie e conglomerati intercalati in AM. Messiniano.

RAGGRUPPAMENTO 3:

Depositi addensati recenti e attuali legati ad attività antropiche - peso 3

rc: Riporti in genere carbonatici all'interno di strutture industriali.

r: Riporti di varia natura in genere per realizzazione di opere viarie, ferroviarie , discariche di cava accumuli di inerti

ra : riporti antichi al di sotto del paese di Vada (1845)

RAGGRUPPAMENTO 4:

Successioni conglomeratiche , detritico - organogene e carbonatiche cementate - peso 4

Tr : Travertino (Olocene - Pleistocene).

p: Calcareniti sabbiose e sabbie . Pleistocene Superiore.

Pa: Calcareniti sabbiose alla base di sG2.

pG: Sabbie e calcareniti sabbiose (Panchina di Grotti Aut.) Pleistocene medio.

cS: Conglomerati di S. Marco. Pleistocene medio.

Q1: Conglomerati di Villa Magrini (Castiglioncello). Pleistocene inferiore.

cS: Conglomerati di S. Marco. Pleistocene medio.

Mcg: Conglomerati poligenici alla base del ciclo

Messiniano

Mbc: Breccie e conglomerati costituiti da elementi
ofiolitici alla base della successione neogenica di
Rosignano Marittimo- Acquabona. Messiniano –
Tortoniano Superiore

RAGGRUPPAMENTO 5 :

Successioni argillose in genere consolidate - peso 7

Qs: Suoli prevalentemente argillosi con pezzame calcareo
(Le Spianate – Castiglioncello) . Pleistocene medi

Qac : Suolo argilloso grigio - giallastro con abbondanti
concrezioni bianche (Caletta di Castiglioncello). Pleistocene.

Q: Sabbie, argille sabbiose ,arenarie , calcari sabbiosi ed
alternanze di livelli argillosi (Calcari sabbiosi di
Montescudaio Aut.). Pleistocene inferiore.

Qa: Argille e argille sabbiose ad Arctica . Pleistocene
inferiore.

AP: Argille azzurre (Bacino della Val di Fine). Pliocene .

AM: Marne e marne argillose . Messiniano .

RAGGRUPPAMENTO 6:

Alternanze di litotipi lapidei ed argillosi strutturalmente ordinate - peso 8

C3: Calcari prevalenti con argilloscisti e marnoscisti intercalati.
Cretaceo Inferiore.

C4: Marnoscisti siltoso arenacei . Cretaceo Superiore.

pe1: arenarie calcarifere e calcari marnosi. Eocene Inferiore-
Paleocene.

pe: breccie e conglomerati di Alberelli Aut. Eocene Inferiore-
Paleocene.

RAGGRUPPAMENTO 7

Materiale detritico addensato - peso 10

dof: detriti di rocce ofiolitiche. Olocene

RAGGRUPPAMENTO 8

Successioni con alternanze di litotipi lapidei ed argillosi strutturalmente disordinate e talora caotiche - peso 12

C5: Argilloscisti varicolori. Cretaceo Superiore.

pe2: marne e marne calcaree, arenarie e siltiti con brecce .

Eocene Inferiore – Paleocene Superiore.

RAGGRUPPAMENTO 9

Successioni con alternanze di litotipi lapidei ed argillosi strutturalmente caotiche - peso16

C2 : Argilloscisti e calcari silicei .Cretaceo Inferiore

RAGGRUPPAMENTO 10:

Depositi recenti di materiale detritico sciolto a varia granulometria senza problemi di stabilita' geomorfologica ma potenzialmente soggetti a instabilita' dinamica per cedimenti differenziali in caso di evento sismico - peso17

rsb: Accumuli di sabbie bianche carbonatiche (attuale)

s1: Spiagge in genere di riporto artificiale di sabbia giallastra (recente – attuale)

sb : Spiagge di sabbia bianca carbonatica di origine industriale (1920-attuale)

db: Dune recenti di sabbia bianca carbonatica di origine industriale (post 1920- attuale)

sg : Spiagge di ghiaia grossolana (recente – attuale)

gG: Ghiaie e sabbie grossolane del "Galafone" (presso la foce del FINE) (Olocene).

d: Dune antiche di sabbia bruna.

RAGGRUPPAMENTO 11:

Successione di terreni a varia granulometria da mediamente a scarsamente addensati - peso18

a: depositi alluvionali a varia litologia. Nella piana del F.FINE sono genere costituiti dalla sequenza ghiaie in basso, limi e argille intermedi. Attuale - Versiliano.

Qn: Suolo argilloso scuro con abbondante sostanza organica (Caletta Castiglioncello). Pleistocene Superiore.

RAGGRUPPAMENTO 12:

Scarpate del terrazzo alluvionale at-

Terreni a granulometria varia mediamente addensati : in caso di evento sismico sono potenzialmente soggetti a condizioni amplificazione - peso19

RAGGRUPPAMENTO 13

.Terreni limo sabbiosi e organici a basso grado di addensamento e potenzialmente soggetti a dar luogo a fenomeni di instabilità dinamica in caso di evento sismico- peso19

t : In superficie :argille, argille siltose di laguna o fluviali ; nel sottosuolo: argille" organiche" con abbondante materiale organico (in genere alghe) in fermentazione putrida , talora con lenti sabbioso limose e ciottoli immersi in matrice argillosa. Olocene.

RAGGRUPPAMENTO 14:

Terreni e suoli incoerenti e instabili potenzialmente soggetti a dar luogo a fenomeni di dinamica in caso di evento sismico
-peso19

de: detriti di varia natura. Olocene.

dec2: detriti della formazione c2. Olocene.

RAGGRUPPAMENTO 15 - **peso 23**

Discarica attiva dello "Scapigliato".

Discarica del "Lillatro" in fase di ripristino ambientale

aa : zona archeologica di S.Gaetano (Vada).

a1 : incisione nei depositi alluvionali del F.Fine (a) con
scorrimento dimagra e morbida (talweg)Attuale- Recente

3 - LA PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA

Le frane attive vengono poste direttamente in ambito 4 di pericolosità elevata .Gli altri elementi geomorfologici sono considerati direttamente con il valore dell'acclività o indirettamente con il peso dei litotipi legati a situazioni geomorfologiche particolari, come gli accumuli di detriti.

4 - INTENSITÀ' SISMICA PREVEDIBILE IN mcs

mcs	peso
< 8	1
8-8,5	9
8,5-9	12
>9	23

DETERMINAZIONE DEGLI AMBITI IN BASE AL "PESO COMPLESSIVO"

Il territorio comunale viene così suddiviso in ambiti di pericolosità:

AMBITI DI PERICOLOSITÀ	PESO TOTALE
Ambito 2: Pericolosità molto – bassa:	0-5
Ambito 2.1: Pericolosità bassa:	5-10
Ambito 3: Pericolosità medio – bassa:	10-16
Ambito 3.1: Pericolosità media:	16-23
Ambito 3.2: Pericolosità medio – elevata:	23-30
Ambito 4: Pericolosità elevata:	>30

8.2 AMBITI DI PERICOLOSITÀ

Gli ambiti di pericolosità geologica definiti per il territorio comunale sono:

- Ambito 2: Pericolosità molto – bassa:
- Ambito 2.1: Pericolosità bassa:
- Ambito 3: Pericolosità medio – bassa:
- Ambito 3.1: Pericolosità media:
- Ambito 3.2: Pericolosità medio – elevata
- Ambito 4: Pericolosità elevata:

La norma di carattere generale è quella che ogni intervento dovrà essere realizzato in condizioni di massima sicurezza per le persone e le cose e condizionato al raggiungimento della condizione di stabilità dei versanti e di una corretta regimazione idrica superficiale o comunque dovrà essere realizzato in modo da mitigare i fenomeni di dissesto geomorfologico per l'area di pertinenza e per le zone immediatamente circostanti.

Le prescrizioni alle indagini geologico tecniche da condurre per ciascun ambito di pericolosità e le limitazioni degli interventi possibili per i vari ambiti sono riportate di seguito

Ambito 2: Pericolosità molto – bassa

Parti stabili del territorio non interessate da fenomeni di dissesto geomorfologico dove affiorano litotipi con ottime caratteristiche litotecniche, con pendenze che consentono la stabilità dei versanti. Parti della pianura costiera costituite da terreni con elevate caratteristiche di resistenza meccanica da rilevarsi con analisi dirette in corrispondenza dell'area interessata da nuova realizzazione urbanistica. Possono utilizzarsi dati geognostici esistenti rilevati nell'immediato intorno una volta dimostrata la corrispondenza litostratigrafica dei siti. In questo ambito è ammessa qualsiasi tipo di trasformazione, escluse quelle limitate e condizionate da vincoli particolari.

Ambito 2.1: Pericolosità bassa

Parti del territorio apparentemente stabili non interessate da fenomeni di dissesto geomorfologico, con pendenze inferiori al 15% che consentono la stabilità dei versanti costituiti da terreni con buone caratteristiche di resistenza meccanica comunque da rilevarsi con analisi geotecniche specifiche in corrispondenza dell'area interessata da nuove realizzazioni. Sono comprese parti di territorio dove sono state realizzate opere di consolidamento con l'utilizzo di riporti addensati. In questo ambito è ammessa qualsiasi tipo di trasformazione, escluse quelle limitate e condizionate da vincoli particolari.

Ambito 3: Pericolosità medio–bassa

Parti del territorio non interessate da fenomeni di dissesto geomorfologico ma con morfologia caratterizzata da acclività superiore al 15% e/o litotipi con caratteristiche geotecniche medie.

In queste aree gli interventi devono essere corredati da indagini di approfondimento condotte con rilievi originali di dettaglio (Scala 1:2000 o

di migliore dettaglio) e indagini geotecniche atte alla valutazione del tipo fondazionale ottimale e dei cedimenti possibili.

Ambito 3.1: Pericolosità media

Parti del territorio non interessate da fenomeni di dissesto geomorfologico ma con morfologia caratterizzata da acclività superiore al 30% e/o litotipi con caratteristiche geotecniche medio basse. Possono essere comprese in questo ambito zone dove è previsto evento sismico superiore a 8 mcs e le aree delle pianure alluvionali caratterizzate da depositi con caratteristiche meccaniche da definire ma generalmente scadenti. In queste aree ogni intervento è limitato e le indagini geologico-tecniche di approfondimento dovranno essere condotte con rilievi originali di dettaglio (Scala 1:2000 o di migliore dettaglio) e con indagini geotecniche approfondite su tutta l'area e su un intorno significativo per la valutazione degli interventi di messa in sicurezza morfologica, del tipo fondazionale ottimale e dei cedimenti possibili e, nelle zone acclivi, della stabilità dei versanti.

Ambito 3.2: Pericolosità medio-elevata

Parti del territorio al limite dell'equilibrio, con acclività rilevante, con caratteristiche geotecniche basse e/o che possono essere interessate da fenomeni di amplificazione della sollecitazione sismica o di liquefazione o da fenomeni di alluvionamento o difficoltoso drenaggio delle acque superficiali. Possono essere comprese in questo ambito zone della pianura costiera caratterizzate da litotipi incoerenti a bassissimo grado di addensamento e le zone dove è previsto evento sismico superiore a 8 mcs.

In queste aree ogni intervento è fortemente limitato e le indagini di approfondimento dovranno essere condotte con rilievi originali di dettaglio (Scala 1:2000 o di migliore dettaglio) e con indagini geotecniche approfondite su tutta l'area e su un intorno significativo per la valutazione degli interventi di messa in sicurezza morfologica, del tipo fondazionale

ottimale e dei cedimenti possibili. Qualora l'intervento venga a localizzarsi in zone acclivi o in zone della costa dove sono segnalate aree con potenziale pericolo di crollo della falesia ,sono da prevedersi,con verifica di stabilità dei versanti, interventi di bonifica e miglioramento geomorfologico e idraulico e l'adozione di tecniche fondazionali idonee al superamento della criticità intrinseca dei terreni interessati. Sono possibili interventi a bassa incidenza sul terreno, una volta verificati il miglioramento delle condizioni di stabilità geomorfologica e l'assenza di pericolosità per l'incolumità permanente delle persone.Tutto questo è indispensabile ai fini della concessione edilizia.

Ambito 4: Pericolosità elevata

In questa classe ricadono aree interessate da fenomeni di dissesto attivo (frane, forte erosione lungo la costa), zone esondabili con tempo di ritorno di 20 anni ,zone caratterizzate da fenomeni di elevata sollecitazione sismica (>9mcs) e liquefazione dei terreni.In questo ambito sono comprese le zone caratterizzate da movimenti franosi in atto o quiescenti ,da riporti non consolidati instabili e da depositi di discarica. Per queste due ultime categorie possono essere previsti interventi di consolidamento e/o asportazione che,una volta verificata l'idoneità ai fini della sicurezza geomorfologica ed ambientale, possono variarne l'ambito di pericolosità.

In questo ambito possono prevedersi soltanto interventi di sistemazione idraulica, geomorfologica o quant'altro per la messa in sicurezza dei luoghi ma non nuovi interventi urbanistici. Sono possibili interventi a bassa incidenza sul terreno, quali zone a verde pubblico o privato, una volta verificata l'assenza di pericolosità per l'incolumità permanente delle persone.

9. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO GENERALE.

Qui daremo cenno sintetico dello schema idrogeologico dell'intero territorio comunale e presenteremo le problematiche relative agli acquiferi presenti nella pianura costiera che necessitano di appositi provvedimenti in fase di regolamentazione dell'uso del territorio .

In apposita Appendice sono descritte le caratteristiche idrogeologiche delle rocce presenti in superficie o rinvenute nel sottosuolo con sondaggi meccanici e sono descritti in dettaglio i possibili circuiti che si possono sviluppare nelle varie formazioni.

Per i circuiti sub - superficiali si terrà conto di tutte le conoscenze ricavate in vari anni di ricerche condotte per perfezionare lo sfruttamento delle risorse idriche utilizza per il Civico Acquedotto.

Per schematizzare il modello idrogeologico della circolazione profonda si useranno invece le conoscenze ricavabili da zone prossime all'area che stiamo esaminando dove sono state condotte ricerche geofisiche e realizzati sondaggi che permettono, per similitudine, di fare ipotesi anche sul sottosuolo "profondo" della zona in esame.

Tenendo conto delle definizioni riguardanti gli acquiferi, delle conoscenze della geologia di superficie, dei rapporti che si ritiene intercorrano tra le varie formazioni nel sottosuolo e delle caratteristiche idrauliche qualitative delle rocce che abbiamo esaminato nei paragrafi precedenti, si può delineare lo schema idrogeologico del territorio comunale.

A partire, dal basso abbiamo :

- 1) - acquifero regionale caratterizzato da porosità e permeabilità secondaria, costituito da rocce dello zoccolo scistoso regionale paleozoico (o più antico) e triassico, da formazioni evaporitiche e carbonatiche mesozoiche, dalla Scaglia cretaceo-eocenica e dal Macigno oligocenico,

- 2) - copertura praticamente impermeabile dell'acquifero regionale, costituita da formazioni a matrice prevalentemente argilloscistosa marnosa (acquicludi e acquitardi);
- 3) - acquiferi compresi nella copertura caratterizzati da porosità e permeabilità secondaria (principalmente ofioliti fratturate e brecce);
- 4) - acquifero di limitata estensione caratterizzato da permeabilità mista (Calcare di Rosignano), immediatamente sovrastante al complesso impermeabile 2) e alla base delle formazioni argilloso-marnose impermeabili del Miocene superiore ; da questo acquifero emungono due pozzi dell'acquedotto ASA;
- 5) - complesso argilloso praticamente impermeabile (acquielludo) costituito da argille e marne del Miocene superiore (a), del Pliocene (b), e del Pleistocene inferiore;
- 6) - acquifero multistrato della pianura costiera costituito da sedimenti pleistocenici principalmente di origine marina, caratterizzato da livelli a porosità e permeabilità primaria elevata, ai quali si intercalano livelli argillosi (acquicludi). Da questo importante acquifero nella pianura costiera di vada emungono 10 pozzi ASA per usi civili, agricoli ed industriali
- 7) - acquifero nelle ghiaie alla base dei depositi fluviali che riempiono la paleovalle del Fine e dei suoi affluenti, utilizzato per scopi industriali e potabili nel tratto a valle delle Fabbriche

Gli orizzonti 4), 6), e 7) costituiscono gli acquiferi maggiormente sfruttati con i pozzi per vari usi. Venivano pure utilizzate le acque delle sorgenti che emergono dagli acquiferi 3), con caratteristiche di acque medio minerali , a medio - bassa termalità

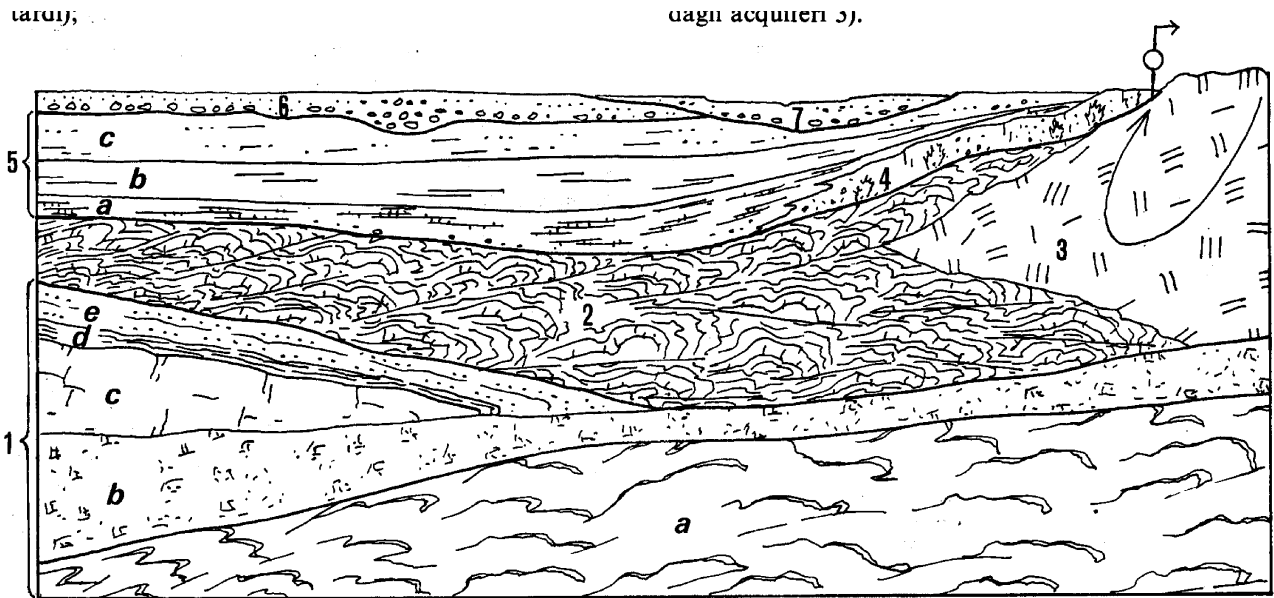


Fig. 4 - Schema rappresentativo della situazione idrogeologica del territorio comunale.

1- acquifero regionale profondo contenente fluidi termali. P- costituito da formazioni dello zoccolo cristallino paleozoico (o più antico) e da formazioni terrigene triassiche (a), da formazioni evaporitiche (b), e carbonatiche (e) mesozoiche e da arenarie oligoceniche ("Macigno") (e), l'orizzonte (d) della Scaglia è impermeabile anche se compreso nell'acquifero;

2- copertura praticamente impermeabile costituita da formazioni in prevalenza argilloscistose cretaceo-eoceniche;

3- acquifero costituito principalmente da rocce ofiolitiche fratturate, talvolta sede di acque ipotertrnali attraverso sistemi di faglie;

4- acquifero della formazione del, Calcare di Rosignano;

5- complesso praticamente impermeabile argilloso del Miocene superiore (a), del Pliocene (b) e dei Pleistocene inferiore (e); 6- acquifero multistrato nei sedimenti detritici pleistocenici della pianura costiera di Rosignano e Vada; 7- acquifero nei depositi olocenici ghiaiosi delle alluvioni del Fiume Fine.

9.1 PROBLEMATICHE RELATIVE AGLI ACQUIFERI DELLA PIANURA COSTIERA E DEL FIUME FINE UTILIZZATI PER SCOPI POTABILI, IRRIGUI ED INDUSTRIALI

Lo studio sistematico del territorio del Comune di Rosignano Marittimo, per la valutazione ed un corretto uso delle sue potenzialità idriche ha avuto inizio nel'1972. L'incremento continuo dei prelievi, legato alla domanda d'acqua sempre crescente, aveva messo in crisi l'equilibrio delle falde presenti nella pianura costiera di Vada, con il richiamo massiccio entro terra di acque marine o salmastre. In quel periodo per la prima volta fu affrontato il problema dell'approvvigionamento idrico e della difesa della qualità delle acque secondo le metodologie proprie della idrogeologia, abbandonando l'empirismo di ricercatori improvvisati, talvolta guidato dalle "bacchette magiche" dei sensitivi. L'Amministrazione Comunale iniziò, con la collaborazione dello scrivente e del Geom. Roberto Giovani, lo studio della pianura costiera a Sud dell'abitato di Vada che fu successivamente esteso al resto del territorio comunale.

9.2 DEFINIZIONE DELLE RISORSE

Le risorse idriche sono suddivisibili in due tipi fondamentali:

- le acque di scorrimento superficiale,
- le acque presenti nel sottosuolo.

I due tipi di acque sono strettamente connessi in quanto le prime sono in contatto idraulico più o meno diretto con le seconde e la conoscenza dei sistemi acquiferi superficiali è un elemento

indispensabile per la valutazione della potenzialità delle acque del sottosuolo. La conoscenza del sistema idraulico superficiale non deve fermarsi alla definizione dei parametri fisici che lo caratterizzano (portata liquida e solida, dimensioni del bacino, regime ecc.) ma deve spingersi anche alla conoscenza delle caratteristiche chimiche e biologiche delle acque in quanto queste condizionano in maniera diretta le caratteristiche di potabilità di quelle del sottosuolo.

Per comprendere l'importanza di questo aspetto (qualità delle acque) basta tenere presenti le cifre relative ai prelievi attualmente effettuati nell'ambito del territorio comunale di Rosignano (dati ASA - anno 2000), **per uso potabile:**

- da acquiferi alimentati dalle acque del Fiume Fine: **1.030.000 m³/anno;**

-da acquiferi alimentati indirettamente da acque di circolazione superficiale della Pianura Costiera di Vada: **1.230.000 m³/anno.**

Entrambi questi acquiferi presentano un elevato grado di vulnerabilità dalla superficie ma devono comunque essere utilizzati essendo gli unici di importanza pratica sul territorio comunale.

Considerando le altre fonti di approvvigionamento si hanno :

- Pozzi della zona collinare (Acquabona – Rosignano M°) : **450.000 m³/anno.**

- Sorgenti della zona collinare (Bucafonda del Gabbro): **17.000 m³/anno.**

Si arriva ad una quantità totale di acque proveniente dal sottosuolo del territorio Comunale ed utilizzata per usi potabili di circa **2.727.000 m³/anno.**

Per gli usi potabili ASA riceve inoltre dalla Soc.Solvay. da territori limitrofi, altri 550.000 m³ / anno **per un totale di circa 3.270.000 m³ / anno per usi potabili.**

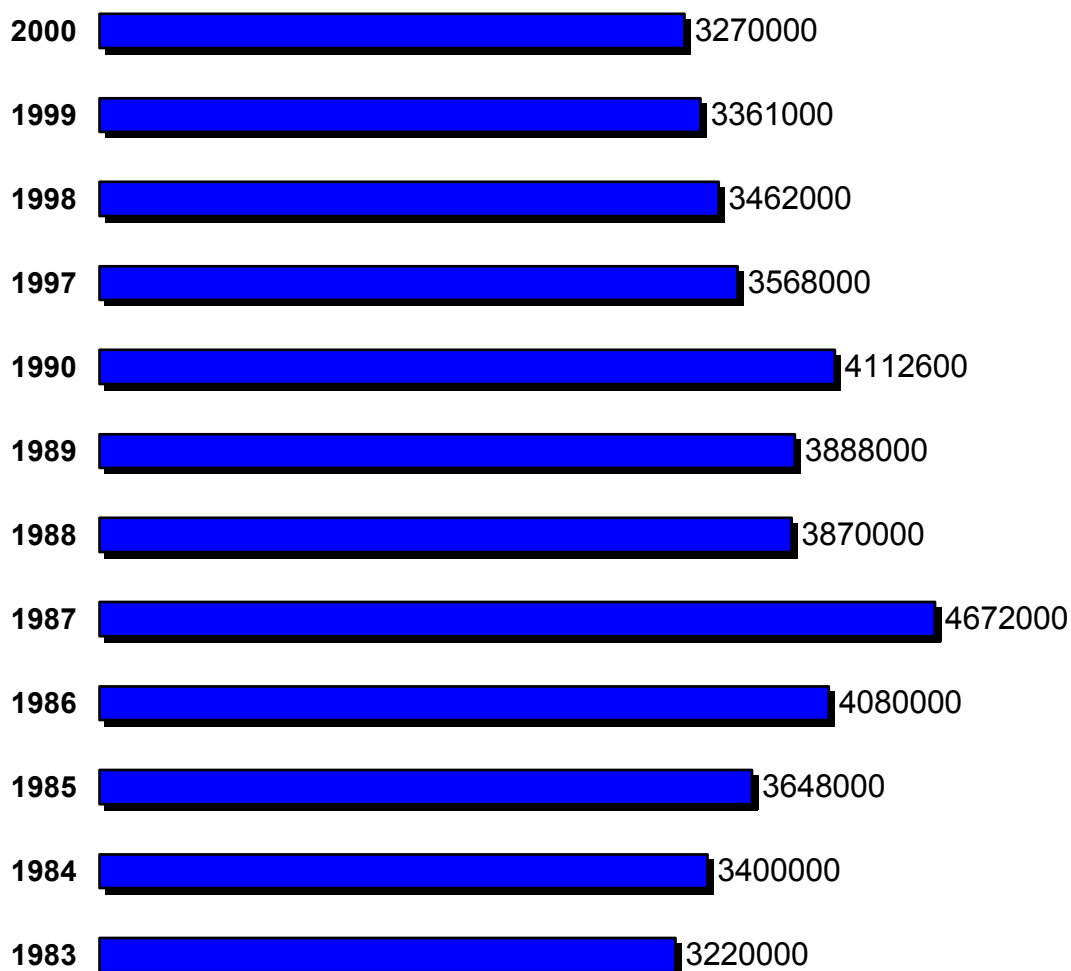
Sempre nel territorio comunale dagli acquiferi della pianura costiera vengono emunti **1.500.000 m³/anno per usi irrigui**, stimati in base all'uso del suolo ed alle colture in atto in quanto al momento non esiste una misura diretta degli usi in agricoltura e **720.000m³/anno per usi industriali**.

Riassumendo dagli acquiferi presenti nel sottosuolo del territorio comunale i prelievi maggiori effettuati sono:

- **2.700.000 m³/anno per usi potabili**
- **1.500.000 m³/anno per usi irrigui**
- **720.000m³/anno per usi industriali**
per un totale di 4.920.000 m³/anno

A questi quantitativi vanno aggiunti quelli non quantificabili emunti in piccole utenze sparse sulla pianura costiera di Rosignano in genere per irrigazione di orti e giardini.

Acqua potabile immessa nel civico nel civico acquedotto in m³



Nel grafico allegato vengono mostrate le quantità immesse nel tempo nel civico acquedotto a partire dai dati disponibili del 1983.

9.3 LA QUALITÀ DELLE ACQUE

La qualità di queste acque, specialmente per usi potabili, va difesa da ogni possibile inquinamento che si origini dalla superficie (inquinamento chimico e biologico dei corsi d'acqua, uso non

corretto di pesticidi e fertilizzanti in agricoltura) o per l'ingressione di acqua salmastra nelle zone prossime alla costa.

Ogni tipo di inquinamento, una volta verificatosi, è difficile e lento ad eliminarsi, risulta per lo più praticamente irreversibile e gli interventi di risanamento possibili hanno sempre costi elevati.

Lo studio condotto nel tratto di pianura compresa tra il Fiume Fine Nord ed il limite Sud del territorio comunale ha messo in evidenza una serie di problematiche relative alla scadente qualità ed alla quantità delle acque presenti.

Per quanto riguarda la qualità risultano particolarmente rilevanti le concentrazioni in Cloruri e Nitrati.

L'origine dei primi è chiaramente marina e dipende generalmente da un **sovrasfruttamento** della falda in zone di per se soggette a invasione di acqua salmastra legata a cause "storiche", come nel caso della pianura costiera della Mazzanta a Sud di Vada.

Per quanto riguarda i secondi dalla letteratura (Stanley E. Manahan – Environmental Chemistry) risulta che i fattori determinanti dell'inquinamento a nitrati delle acque al di fuori dei centri abitati sono da ricercarsi in genere nei fertilizzanti e nei prodotti azotati prodotti negli allevamenti di bestiame, contenuti in questo caso per più della metà nelle urine animali.

Nel caso specifico la distribuzione areale dei nitrati corrisponde alle aree dove l'agricoltura è sviluppata intensamente con un massimo nella zona della pianura costiera tra Vada e S.Pietro in Palazzi ,in corrispondenza di zone nelle quali l'acquifero è vulnerabile fin dalla superficie,con suoli a media permeabilità,come messo in evidenza da misure effettuate in studi condotti da ASA ed ARPAT.

Per la pianura di Vada il bilancio di massa indica che con l'acqua dei pozzi presenti si estraggono mediamente circa 310 quintali di N anno **(vedi i dettagli nell'appendice Idrogeologica).**

Considerando mediamente 1 q di N /anno per ettaro su 1400 ettari di terreno coltivato con vari tipi di culture (come risulta dalla carta dell'Uso del Suolo (Branchetti 2001 , Quadro Conoscitivo) è sufficiente che il 22% di questo quantitativo (310 q su 1400 q) sia dilavato e disperso in falda ed il 78% trattenuto dai processi biologici di superficie (questo valore risulta in buon accordo con dati sperimentali di letteratura) per spiegare le quantità rinvenute nelle acque di falda .

Questo non esclude la presenza di altri possibili apporti di nitrati in falda come gli scarichi di impianti fognari delle case sparse nella campagna (in alcuni casi i controlli sulle acque dei pozzi in prossimità di abitazioni hanno messo in evidenza valori fortemente anomali) o lo spargimento di liquami di stalla sulla superficie coltivabile (la così detta fertil - irrigazione). Gli apporti di questa natura non possono però giustificare le quantità in gioco messe in evidenza dal bilancio di massa eseguito nell'area della pianura costiera di Vada.

Nel caso di acquiferi non protetti, come quelli in esame, sono sufficienti quantitativi relativamente modesti di prodotti azotati non trattenuti nel ciclo biologico superficiale per produrre effetti negativi sulla qualità delle acque.

Queste valutazioni portano a sostenere che i quantitativi in gioco sono da attribuirsi in larga parte ai fertilizzanti azotati ,con apporti locali da allevamenti ed in misura molto minore ,dagli scarichi civili (casi isolati di valori elevati presso abitazioni senza fognatura).

I prodotti azotati non trattenuti, probabilmente sotto forma di ione nitrato (NO_3^-), non si legano ai suoli superficiali prevalentemente sabbiosi e vengono trasportati nelle acque della falda che in queste zone non presenta una sufficiente protezione impermeabile ed è quindi facilmente vulnerabile

Per quanto si riferisce alla quantità di acqua disponibile , si ritiene, dalla visione dell'andamento piezometrico e delle variazioni del chimismo delle acque, che in particolari situazioni di scarsa ricarica meteorica (vedi Appendice idrogeologica), durante la fase estiva si abbia uno sfruttamento della falda della pianura costiera superiore alla sua potenzialità.

Tutto questo comporta una costante attenzione nell'effettuare controlli sui livelli e sul chimismo delle acque in modo da concertare al meglio con tutti gli utilizzatori presenti sul territorio , lo sfruttamento della risorsa ed effettuare interventi atti ad evitare in modo particolare l'avanzamento del fronte salino nella parte costiera più esposta a questo fenomeno.

Per quanto si riferisce al problema dei Nitrati questo va affrontato con gli operatori del settore agricolo per cercare di ridurre allo stretto necessario l'uso dei fertilizzanti azotati senza penalizzare questo settore produttivo.

Elementi per un corretto approccio di questa problematica si trovano nel "Codice di buona pratica agricola" del Ministero delle Politiche Agricole e Forestali " pubblicato sul Supplemento Ordinario n°68 della Gazzetta Ufficiale n°102 del 4/5/1999.

Si ritiene comunque che la notevole estensione delle aree interessate dal fenomeno e gli elevati valori raggiunti non consentono di prevedere una inversione di tendenza in tempi brevi. Questo comporta la valutazione di utilizzare sistemi di denitrificazione nelle zone dove sono state messe in evidenza le maggiori concentrazioni dei composti azotati.

La qualità e quantità delle acque attualmente disponibili impongono quindi la ricerca di soluzioni alternative a quella di ulteriore sfruttamento intensivo della risorsa presente nel settore del territorio interessato da questo studio.

Le indagini attualmente in atto per il riutilizzo delle acque dei depuratori di Cecina e Rosignano (circa 4.000.000 di m³ /anno) vanno nella giusta direzione perché questa soluzione potrebbe consentire una diminuzione di prelievi di acque di scadente qualità e una riduzione degli emungimenti nelle aree maggiormente sensibili all'intrusione di acque clorurate .

Si potrebbe inoltre avere un uso diverso delle acque che attualmente sono indispensabili per il mantenimento delle attività industriali, come quelle presenti nel subalveo profondo del Fiume Cecina, anche se purtroppo di qualità non ottimali (ma sempre nei limiti di potabilità) per la presenza di cloruri, solfati ,boro ed elevata durezza , ma a basso contenuto in nitrati.

- Per quanto riguarda l'acquifero del Fine, le scadenti qualità chimiche delle acque ,mese in evidenza nella relazione in Appendice 1, ne sconsigliano l'uso idropotabile, perlomeno di quelle dei pozzi caratterizzati da un forte carico in solfati. Per queste acque esiste un accordo di scambio tra ASA e Soc.Solvay. in modo che vengano utilizzate per usi industriali in cambio di acque di migliore qualità .

9.4 CARTA DEI POZZI,DELLE SORGENTI E DELLE ZONE DI PROTEZIONE PER LA SALVAGUARDIA DELLE RISORSE IDRICHE DEFINIZIONE DELLE AREE VULNERABILI. (TAV.G-5)

. Aree di salvaguardia delle acque destinate al consumo umano (Decreto legislativo 18 agosto 2000, n. 258) e per usi termali o idropinici.

Per mantenere e migliorare le caratteristiche qualitative delle acque sotterranee destinate al consumo umano erogate a terzi mediante impianto di acquedotto che riveste carattere di pubblico interesse, nonche' per la

tutela dello stato delle risorse, si individuano le aree di salvaguardia del territorio comunale distinte in:

1 - zone di tutela assoluta

2 - zone di rispetto (definite nella Tavola G5)

3 - le zone di protezione delle aree di ricarica della falda

In tutto il territorio comunale, la realizzazione e l'adeguamento degli scarichi domestici e lo spandimento di reflui zootecnici e vegetali, sono soggetti alle norme vigenti e sono consentiti solo se compatibili con le caratteristiche litologiche del suolo e di vulnerabilità della falda idrica; nelle aree classificate a vulnerabilità elevata, definite nei paragrafi successivi e delimitate nella Tav.G.5, sono consentiti insediamenti e attività con prescrizioni e limitazioni sulla base di specifici studi idrogeologici.

1- Zona di tutela assoluta

La zona di tutela assoluta e' costituita dall'area immediatamente circostante le captazioni o derivazioni; essa deve avere una estensione in caso di acque sotterranee di almeno dieci metri di raggio dal punto di captazione, deve essere adeguatamente protetta e adibita esclusivamente ad opere di captazione o presa e ad infrastrutture di servizio.

**2 - Zona di rispetto ristretta
(area molto vulnerabile) :**

In assenza della individuazione da parte della Regione, è costituita dall'area riportata nella tavola G5 e definita per un raggio di 200 m intorno al punto di captazione.

In questa zona di rispetto ristretta sono vietati l'insediamento dei seguenti centri di pericolo e lo svolgimento delle seguenti attività':

- a) dispersione di fanghi ed acque reflue: i nuclei abitativi isolati dovranno essere dotati di microimpianti di depurazione ad ossidazione totale
- b) accumulo di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi;

- c) spandimento di concimi chimici, fertilizzanti e pesticidi in assenza di uno specifico piano di coltivazione che tenga conto del “Codice di buona pratica agricola”(Ministero delle Politiche Agricole e Forestali - Decreto ministeriale 19 aprile 1999 (Gazzetta Ufficiale n.°102 del 04-05-1999 - Supplemento Ordinario n. 86) e della vulnerabilità delle risorse idriche definita da specifici studi idrogeologici che escludano la possibilità di interferenza tra suolo e falda;
- d) dispersione nel sottosuolo di acque meteoriche proveniente da piazzali e strade;
- e) aree cimiteriali;
- f) apertura di cave che possono essere in connessione con la falda;
- g) apertura di pozzi ad eccezione di quelli che estraggono acque destinate al consumo umano e di quelli finalizzati alla variazione della estrazione ed alla protezione delle caratteristiche quali - quantitative della risorsa idrica;
- h) gestione di rifiuti;
- i) stoccaggio di prodotti ovvero sostanze chimiche pericolose e sostanze radioattive;
- l) centri di raccolta, demolizione e rottamazione di autoveicoli;
- m) pozzi perdenti;
- n) pascolo e stabulazione di bestiame che ecceda i 170 chilogrammi per ettaro di azoto presente negli effluenti, al netto delle perdite di stoccaggio e distribuzione. E' comunque vietata la stabulazione di bestiame nella zona di rispetto ristretta.

Per tali insediamenti e attività, se esistenti, si dovrà provvedere al loro allontanamento o garantire la loro messa in sicurezza.

3- Zone di protezione e vulnerabilità’.

Per il territorio comunale le aree di protezione sono così definite e distinte nella Tavola 9:

a .aree di ricarica dell'acquifero della pianura costiera di Vada direttamente interessate dalla presenza di pozzi destinati al Civico Acquedotto

(area molto vulnerabile) :.

Si tratta di aree idrogeologicamente molto vulnerabili e particolarmente sensibile ad ogni tipo inquinamento dalla superficie poste in prossimità dei pozzi del civico acquedotto.

In queste aree

- non è autorizzato lo spandimento di concimi chimici, fertilizzanti e pesticidi in assenza di uno specifico piano di coltivazione che tenga conto anche del "Codice di buona pratica agricola"(Ministero delle Politiche Agricole e Forestali - Decreto ministeriale 19 aprile 1999 (Gazzetta Ufficiale n.°102 del 04-05-1999 - Supplemento Ordinario n. 86) e della vulnerabilità delle risorse idriche definita da specifici studi idrogeologici che escludano la possibilità di interferenza tra suolo e falda;
- i nuclei abitativi devono essere dotati di microimpianti di depurazione a ossidazione totale o fitodepurazione.
- i pozzi di nuova autorizzazione dovranno raggiungere soltanto il primo livello permeabile utile; è subordinata alla previsione di modalità di buona pratica idrogeologica ed idraulica che assicurino l'isolamento superficiale, la separazione delle falde, il corretto uso dei fluidi di circolazione durante la perforazione e il mantenimento dell'equilibrio di ricarica della falda, con progetto e certificazione di tecnico autorizzato.

b. Area di ricarica dell'acquifero della pianura costiera di Vada ad oriente della zona direttamente interessate dalla presenza di pozzi destinati al Civico Acquedotto (zona vulnerabile).

Si tratta di zone da proteggere in quanto idrogeologicamente vulnerabili e potenzialmente sensibili ad ogni tipo inquinamento dalla superficie. Attualmente non presentano significativi gradi di inquinamento ; sono

distanti dai pozzi del civico acquedotto: e gli acquiferi profondi possono costituire una riserva strategica per gli usi idropotabili.

In queste aree

- non è autorizzato lo spandimento di concimi chimici, fertilizzanti e pesticidi in assenza di uno specifico piano di coltivazione che tenga conto anche del “Codice di buona pratica agricola”(Ministero delle Politiche Agricole e Forestali - Decreto ministeriale 19 aprile 1999 (Gazzetta Ufficiale n.°102 del 04-05-1999 - Supplemento Ordinario n. 86) e della vulnerabilità delle risorse idriche definita da specifici studi idrogeologici che escludano la possibilità di interferenza tra suolo e falda;
- i nuclei abitativi devono essere dotati di microimpianti di depurazione a ossidazione totale o fitodepurazione.
- la realizzazione di nuovi pozzi è subordinata alla previsione di modalità di buona pratica idrogeologica ed idraulica che assicurino l'isolamento superficiale, la separazione delle falde, il corretto uso dei fluidi di circolazione durante la perforazione e il mantenimento dell'equilibrio di ricarica della falda, con progetto e certificazione di tecnico autorizzato.

c. Aree della pianura costiera occidentale soggette ad ingressione di acque marine (zona molto vulnerabile)

Si tratta di zone in genere già fortemente inquinate ,con acque caratterizzate da valori di Cl^- superiore a 250 mg/l e talora ad alto contenuto in nitrati.

In queste aree

- non è consentita l'apertura di nuovi pozzi:
- viene sconsigliato l'uso delle acque di falda a fini potabili e irrigui .

- l'uso dei concimi chimici è consentito applicando il "Codice di buona pratica agricola (Ministero delle Politiche Agricole e Forestali - Decreto ministeriale 19 aprile 1999 – Gazzetta Ufficiale n. 102 del 04-05-1999 Supplemento Ordinario n. 86).

d. Area di ricarica dell'acquifero presente nella formazione dei "Calcari di Rosignano" della zona collinare di Rosignano Marittimo (molto vulnerabile).

Si tratta di aree estremamente vulnerabili direttamente collegate all'acquifero che alimenta i pozzi del Civico Acquedotto dell'Acquabona.

Date le caratteristiche particolari in questa zona:

- non è autorizzato lo spandimento di concimi chimici, fertilizzanti e pesticidi
- nuclei abitativi devono essere dotati di microimpianti di depurazione a ossidazione totale o fitodepurazione.
- non è consentita l'apertura di nuovi pozzi:

e. Aree delle zone collinari legate a sistemi di circolazione di acque termali e/o minerali.

A queste aree si applica la normativa sotto riportata, tenendo presente la possibilità di eseguirvi al loro interno o nelle immediate vicinanze, le ricerche , le eventuali opere di captazione , gli impianti e le strutture per l'utilizzo delle acque termali o minerali .

In queste aree

- non è autorizzato lo spandimento di concimi chimici, fertilizzanti e pesticidi in assenza di uno specifico piano di coltivazione che tenga conto del "Codice di buona pratica agricola"(Ministero delle Politiche Agricole e

Forestali - Decreto ministeriale 19 aprile 1999 (Gazzetta Ufficiale n.°102 del 04-05-1999 - Supplemento Ordinario n. 86) e della vulnerabilità delle risorse idriche definita da specifici studi idrogeologici che escludano la possibilità di interferenza tra suolo e falda;

- i nuclei abitativi devono essere dotati di microimpianti di depurazione a ossidazione totale o fitodepurazione.
- i pozzi di nuova autorizzazione essere realizzati secondo le norme di buona pratica idrogeologica ed idraulica per la difesa falda interessata, con progetto e certificazione di tecnico autorizzato.

9.2 DISPONIBILITÀ DELLA RISORSA IDRICA PER LO SVILUPPO DI NUOVI INTERVENTI DI URBANIZZAZIONE.

Il quadro conoscitivo relativo all'approvvigionamento idrico del territorio comunale porta alle seguenti considerazioni:

- le risorse idriche attualmente utilizzate derivano da un complesso sistema che fa capo a vari acquiferi in parte ricadenti nel territorio comunale in parte esterni ad esso;
- i prelievi attuali da questo sistema sono "mediamente" in pareggio con la ricarica meteorica;
- questo significa però che in periodi prolungati di scarsa ricarica meteorica il sistema, in stato di equilibrio precario, può entrare in crisi, sia quantitativa che qualitativa per aumento di cloruri negli acquiferi della pianura prossimi al fronte salino marino o di altri inquinanti (nitrati, boro, solfati e carbonati) che, non sufficientemente diluiti, condizionano la potabilità delle acque;
- attualmente sono in avanzata fase di progettazione impianti per il riutilizzo, nei processi industriali della Soc.Solvay, delle acque reflue dei depuratori di Rosignano e Cecina;

- la realizzazione del progetto renderà disponibili, nel comprensorio della bassa Val di Cecina, circa 4.000.000 di m³/anno di acqua consentendo la diminuzione dei prelievi nelle aree maggiormente vulnerabili e una maggiore disponibilità per gli usi non industriali.
- Per concludere lo sviluppo di un qualsiasi progetto di espansione che comporti un aumento significativo dell'uso di acqua dovrà essere valutato con l'ente preposto alla gestione della risorsa idrica.
- Gli interventi saranno comunque condizionati dalla disponibilità di nuove risorse come quelle previste con l'utilizzo delle acque dei depuratori, già in fase avanzata di progettazione, e dalla realizzazione di nuovi prelievi che però non vadano ad incidere su quelli dei sistemi idrogeologici attualmente in uso o di altri nelle stesse condizioni di precario equilibrio .

10. CONCLUSIONI DI CARATTERE GENERALE

Il quadro conoscitivo degli elementi geomorfologici, geologici, idrogeologici ed idrologici mette in evidenza le varie problematiche relative ai possibili sviluppi urbanistici sul territorio comunale . Le carte tematiche realizzate sono significative per la definizione di queste problematiche le maggiori delle quali qui di seguito si sintetizzano:

- erosione della costa nel tratto meridionale, con interventi di protezione in corso di attuazione ed altri da definire e realizzare;
- zone della costa a falesia alta con rischio potenziale di caduta massi dalla zona costituita da Panchina sovrastante le ofioliti ;

- zona della pianura costiera a sud della Foce del Fiume Fine caratterizzata da scadenti proprietà meccaniche per la quale dovranno essere previste, in caso di nuove realizzazioni, opere fondazionali adeguate;
- zone a franosità diffusa presenti nell'entroterra collinare costituito dalla formazione delle "argille scagliose" per le quali talora sono necessari interventi di bonifica per la sicurezza della viabilità;
- vaste zone alluvionabili con tempi di ritorno inferiore a 100 anni, determinate quasi ovunque da una inadeguata strutturazione delle opere di attraversamento della ferrovia e della viabilità esistenti, e che dovranno essere messe in sicurezza con opere adeguate che tengano presenti i possibili scenari dell'evoluzione climatica;
- salvaguardia della qualità delle acque con necessità di un controllo degli emungimenti nella zona di intrusione dell'acqua salmastra (zone a Sud di Vada) e di protezione dai composti azotati ed altri inquinanti chimici o biologici in corrispondenza delle aree di ricarica dell'acquifero della pianura costiera, vulnerabile, interessato dai pozzi per usi potabili;
- controllo della qualità delle acque superficiali e di falda del Fiume Fine;
- la fattibilità degli interventi dovrà essere commisurata in base alle classi di pericolosità individuate sul territorio comunale.