

giovanni bassi, geologo, via donatori di sangue 13, 26029 soncino (cr)
tel. e fax 0374 85486, e_mail: bassi.geologo@gmail.com

REGIONE LOMBARDIA

COMUNE DI SPINO D'ADDA

Provincia di Cremona



Piano di Governo del Territorio

COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA

(L.R. 11.3.05 N.12, art. 57, D.G.R. 22.12.05 N. 8/1566, Criteri attuativi, Componente geologica e D.G.R.L. 28.05.08 n.8/7374)

Adeguamento Sismico

Zona sismica 4

RELAZIONE GEOLOGICA DI PIANO



IL GEOLOGO
DR GIOVANNI BASSI
Novembre 2009

INDICE

PREMESSA

CAPITOLO PRIMO: GEOMORFOLOGIA ED ELEMENTI GEOPEDOLOGICI

- 1.1 Metodologia
- 1.2 Caratteristiche geomorfologiche

CAPITOLO SECONDO: ASSETTO IDROGEOLOGICO

- 2.1 Andamento e caratteristiche della falda superficiale
- 2.2 Permeabilità e vulnerabilità idrogeologica
- 2.3 Struttura idrogeologica del sottosuolo

CAPITOLO TERZO: IDROGRAFIA DI SUPERFICIE

- 3.1 Rischio idraulico ed idrogeologico determinato dal fiume Adda
- 3.2 Stabilità delle sponde dell'Adda
- 3.3 Corsi d'acqua
- 3.4 Rischio idraulico determinato da corsi d'acqua minori

CAPITOLO QUARTO: CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

CAPITOLO QUINTO: CARATTERIZZAZIONE SISMICA

CAPITOLO SESTO: CARTA DEI VINCOLI

CAPITOLO SETTIMO: CENNI DI URBANISTICA

- 7.1 Piano territoriale di coordinamento provinciale
- 7.2 Urbanistica comunale

CAPITOLO OTTAVO: CARTA DI SINTESI

CAPITOLO NONO: FATTIBILITA' GEOLOGICA DELLE AZIONI DI PIANO

- 9.1 Generalità
- 9.2 Descrizione della carta di fattibilità geologica delle azioni di piano
- 9.3 Classi di pericolosità sismica locale e livelli di approfondimento

BIBLIOGRAFIA

ALLEGATI:

Rapporto Geofisico

CARTOGRAFIA:

- All. 1A: Carta geologica e geomorfologica, scala 1:10.000,
- All. 1B: N. 3 Sezioni geomorfologiche,
- All. 2A: Carta idrogeologica, scala 1:10.000,
- All. 2B: Sezioni idrogeologiche,
- All. 3: Carta dei vincoli, scala 1:10.000,
- All. 4: Carta di prima caratterizzazione geotecnica e di pericolosità sismica locale, scala 1:10000,
- All. 5A: Carta di sintesi, scala 1:10.000,
- All. 5B: Carta di sintesi del centro abitato, scala 1:5.000,
- All. 6A: Carta di fattibilità geologica e delle azioni di piano, scala 1:10.000,
- All. 6B: Carta di fattibilità geologica e delle azioni di piano del centro abitato, scala 1:5.000,

PREMESSA

La relazione geologica che segue descrive il territorio del Comune di Spino d'Adda che si estende, nella pianura cremasca, per 19,87 Km² dalla quota massima di circa 86 m s.l.m. alla minima di 74 m.

Lo studio eseguito assolve a quanto previsto dalla Legge Regionale 11.03.05 n.12, art.57 ed il suo contenuto è stato definito seguendo i criteri tecnici contenuti nella Deliberazione Giunta della Regione Lombardia 22.12.05 n.8/1566 "Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio". E' stato inoltre eseguito l'aggiornamento sismico definito dalla D.G.R.L. 28.05.08 n.8/7374. La base cartografica adottata è costituita dalla Carta Tecnica della Regione Lombardia, alla scala 1:10.000, edizione 1994, Sezioni: B6 e4, B6 e5, C6 a4, C6 a5.

Lo studio che qui segue si compone, oltre che della presente relazione, di allegati grafici e non, del rapporto geofisico, delle Norme Geologiche di Piano e suddivide il territorio comunale nelle "Classi di fattibilità geologica e delle azioni di piano" che costituiscono il collegamento con la pianificazione urbanistica comunale.

Il comune di Spino d'Adda ha in corso la definizione del Reticolo Idrico Minore, come previsto dalla DGR 25.01.02 n. 7/7868 e ss. mm.ii.; al compimento dell'iter procedurale, quanto determinato sarà inserito nella zonazione geologica e nelle Norme Geologiche di Piano.

CAP.1 - GEOMORFOLOGIA ED ELEMENTI DI GEOPEDOLOGIA

In questo capitolo viene illustrata la condizione geomorfologica del territorio in esame e le relative sue caratteristiche geopedologiche.

I rapporti tra le diverse unità geomorfologiche sono ben evidenziati nella "Carta geologica e geomorfologica con elementi di pedologia" alla scala 1:10.000 (Allegato 1) e nelle tre Sezioni geologiche (Allegato 1B) .

1.1 Metodologia

Lo Studio Geologico è basato, in via preliminare, sull'esame dei diversi documenti e dati di carattere geologico, geomorfologico, pedologico disponibili in letteratura e prodotti da diversi Enti pubblici (vedi la Bibliografia essenziale).

In una fase successiva si è provveduto ad eseguire un'indagine geomorfologica di dettaglio così articolata:

- analisi fotointerpretativa, su volo Regione Lombardia 1994,
- analisi morfometrica su base cartografica (C.T.R. della Regione Lombardia, alla scala 1:10.000) finalizzata all'individuazione delle variazioni altimetriche e forme difficilmente apprezzabili in fase di fotointerpretazione,
- rilevamento e controlli diretti sul terreno, estesi all'intera area oggetto dell'indagine.

La "Carta geomorfologica con elementi geopedologici" evidenzia innanzitutto le unità presenti nell'area esaminata nonché le forme ed i processi connessi alla dinamica geomorfologica, attuale e trascorsa, legata all'azione dei corsi d'acqua ed all'attività antropica.

Sono state inoltre predisposte tre sezioni geomorfologiche, al fine di evidenziare i rapporti tra le diverse unità geomorfologiche presenti nel territorio comunale.

Sono state infine rilevate le caratteristiche geopedologiche essenziali per le quali ci si è riferiti alla classificazione ed alla cartografia dell'Ente Regionale di Sviluppo Agricolo (ERSAL).

1.2 Caratteristiche geomorfologiche

Il territorio in discussione è descritto, nelle sue caratteristiche geomorfologiche e geopedologiche, nel seguente paragrafo, dove vengono distinte le unità e sottounità

morfologiche (UM) ed i loro rapporti geometrici e temporali e nel secondo, sono riassunte le principali caratteristiche litologiche, di permeabilità e drenaggio delle unità morfologiche stesse.

Le unità geomorfologiche affioranti sono le seguenti:

UM 1 – Livello Fondamentale della pianura (LFdP)

UM 2 – Unità intermedia, alluvioni terrazzate sabbioso ghiaiose, ribassate di 5-6 m dal LFdP;

2a – aree pianeggianti o debolmente ondulate, affrancate da tempo dall'attività fluviale, suolo moderatamente profondo,

2b – aree debolmente ribassate con suolo poco sviluppato, drenaggio difficoltoso con fontanili,

2c – terreni di posizione incerta tra UM 2 e 3 a NE e NW dell'abitato,

UM 3 – Alluvioni attuali e recenti dell'Adda

3a – piano di c.na San Pietro, attribuibile ad un corso d'acqua più antico dell'Adda,

3b – alluvioni attribuibili al corso recente dell'Adda,

3c – depositi sabbioso ghiaiosi dell'alveo di piena ordinaria.

Il settore di pianura lombarda in cui si colloca il territorio del Comune di Spino D'Adda è stato modellato dall'attività fluviale esercitata dal fiume Adda e dai corsi d'acqua ad esso preesistenti.

Tale territorio, come quelli immediatamente a nord e a sud, è stato diviso in tre settori, tutti con andamento subparallelo al corso dell'Adda, che si sviluppano in direzione meridiane.

Nel settore più ad ovest, in destra idrografica del fiume Adda, l'orlo di terrazzo morfologico che ne delimita la valle, è alto circa 10 m, separa il piano terrazzato più antico, appartenente al "Livello Fondamentale della Pianura" (PFdP), UM 1, dalle alluvioni più recenti dell'Adda. Questo settore è quello da più tempo affrancato dall'attività fluviale attuale; in esso sono comunque riconoscibili alcuni paleoalvei prodotti dall'attività fluviale di antichi corsi d'acqua estinti.

Procedendo da ovest ad est, al piede dell'orlo di terrazzo morfologico affiora la porzione più recente del territorio in esame, modellata dall'attività fluviale attuale "Alluvioni attuali e recenti dell'Adda" (UM 3). In esso si distinguono due fasce:

-la più prossima al corso dell'Adda (3b), presenta elementi morfologici (meandri e paleoalvei) dovuti alle divagazioni fluviali,

-la seconda (3a), che si sviluppa verso oriente, più distante dall'asta fluviale attuale, si raccorda a nord, senza discontinuità, al settore più vicino al fiume. Solo un paleoalveo, debolmente inciso, ne marca il limite, più a sud e si alza a quote più rilevate di 1 – 2 m sui terreni più bassi della fascia più interna. In 3a le antiche strutture fluviali sono più attenuate ed i suoli leggermente più sviluppati,

-la terza (3c), riguarda le alluvioni recenti e attuali dell'Adda che stanno nell'alveo di piena ordinaria.

Più ad oriente si sviluppa l'"Unità morfologica intermedia" (UM 2). Questa unità è geologicamente intermedia tra UM 1 e 3 per quota ed età; anch'essa è stata modellata da corsi d'acqua estinti, che si sviluppavano da nord a sud con regime a scarsa energia, poco inciso, andamento divagante, deposizione sabbioso-ghiaiosa, simile a quella attuale e recente del fiume Adda.

In questi terreni si possono individuare le seguenti sottounità:

-aree debolmente più rilevate, stabili e meglio drenate (2a),

-aree depresse mediamente da 2a di 1 - 2 m, corrispondenti ad alvei antichi, oggi occupati da corsi d'acqua minori, originati da fontanili (2b).

In UM 2 viene inclusa un'area di posizione incerta tra UM 2 e UM 3, che segna il passaggio tra queste unità, a NW ed a NE del capoluogo (2c).

Il limite tra le aree di affioramento di UM 1 e 3 è netto ed è costituito dall'orlo di terrazzo morfologico, alto fino a 10 m, evidenziato in Carta geomorfologica ed in Sezione morfologica A-A'. L'unità morfologica UM 1 è esterna al territorio comunale, essa è stata inserita per facilitare la comprensione della struttura geologica del territorio in esame.

Ben più complesso è il limite tra UM 2 e 3: esso è chiaramente riconoscibile a nord-est, dove è segnato da un orlo di terrazzo morfologico continuo di 2-3 m di altezza, che, per un buon tratto, costituisce il confine comunale (Allegato 2, Sezione AA'); il piede del terrazzo è caratterizzato da numerose emergenze di falda (fontanili) che drenano la porzione superiore di territorio, appartenente al piano più elevato dell'intermedia Unità geomorfologica 2a.

Verso sud, questo netto orlo di terrazzo morfologico si estingue, in prossimità del canale Vacchelli, in parte anche per la rimodellazione antropica subita dal territorio. Un modesto dislivello, variabile da 0.5-1 m, sembra la prosecuzione della precedente e più marcata discontinuità morfologica che prosegue verso sud, fino a S.P. 1.

In corrispondenza dell'abitato, tutti i limiti morfologici si fanno molto incerti, a causa dell'urbanizzazione, forte soprattutto nell'ultimo quarantennio.

L'orlo di terrazzo morfologico ritorna ad essere evidente a sud del centro abitato, con dislivello da 0.5 a 2.0 m, che corre subparallelo alla S.P. 1: ciò si evidenzia tra il cimitero e c.na S.Felice (All.2, Sezione CC').

Più a sud, intorno a c.na Fracchia, all'orlo di terrazzo si sostituisce una fascia di terreni, degradanti a debole pendenza (0.5-2.0%), non facilmente identificabili; la distinzione fra le due unità ritorna netta in prossimità dell'abitato di Boffalora che costituisce una significativa zona di alto morfologico.

Considerando l'allineamento dei due orli di terrazzo, quello a NE del territorio comunale e quello a SSW del centro abitato, si nota la traslazione tra di essi di circa un km in senso E-W: l'orlo di terrazzo morfologico più settentrionale, a NE, sembra proseguire nel modesto paleoalveo che raggiunge S.P. 1 e che poi si annulla in corrispondenza dell'area industriale; l'orlo di terrazzo morfologico a sud dell'abitato prosegue, entro l'urbanizzato, prima emarginando una zona a debole pendenza, non visibile, entro le case, per poi proseguire, con una nuova scarpata, che si sviluppa verso nord, fino al canale Vacchelli, ove si dissolve in una serie di piccole scarpate, probabilmente delimitanti paleoalvei fluviali, anche queste confuse da interventi antropici.

Il limite tra le due unità morfologiche è quindi poco evidente, sia per ragioni naturali che per l'antropizzazione del territorio (abitato e canale Vacchelli). Inoltre tra le fasi deposizionale ed erosiva, che hanno portato all'assetto attuale di UM 2 e 3, non vi è, probabilmente, un grande intervallo temporale e il dislivello tra le aree più depresse di UM 2 e quelle più elevate di UM 3 è, in quest'area, esiguo.

Il passaggio tra le due unità è rilevabile solo per l'assenza del normale gradiente topografico verso sud.

Un elemento morfologico rilevante del paesaggio è certamente l'orlo di terrazzo morfologico, di 1.0 -2.5 m di altezza, che si sviluppa per circa 1 km, a NW dell'abitato, fino al canale Vacchelli.

Esso appare, proseguendo verso mezzogiorno, raccordarsi con la zona a debole pendenza che prosegue nel centro abitato e che, in prossimità del cimitero, separa UM 2a da 3b. La correlazione tra terrazzi è meno chiara a nord dell'abitato (vedi All. 2, sez. B-B) dove UM 3a e 3b hanno le stesse quote.

A causa di tale configurazione complessa, si è preferito istituire la sottounità UM 2c, per indicare questa fascia di terreni in cui si sono avuti fenomeni deposizionali ed erosivi complessi. Dal punto di vista delle caratteristiche litologiche e pedologiche non vi sono differenze significative tra UM 2c e quelle sopra e sottostanti.

La “Carta dei suoli della provincia di Cremona”, ERSAL, attribuisce i terreni qui definiti UM 2c, alle “Alluvioni attuali e recenti dell’Adda” a UM 3 (UC 29 Carta ERSAL). Nello stesso lavoro non viene individuata alcuna differenziazione tra i terreni più alti e quelli più bassi di UM 3, probabilmente perchè nel settore nord del territorio comunale, il dislivello tra le due sottounità si appiana. Si ritiene che, con le precisazioni sopra esposte, il presente lavoro abbia meglio precisato, dei lavori precedenti, la situazione del territorio.

Riassumendo, la complessa struttura morfologica del territorio in discussione viene suddivisa in tre unità:

- UM 1; Livello Fondamentale della Pianura (LFdP), esterno al territorio comunale, si estende ad ovest dell’Adda. E’ costituito da terreni sabbiosi, limosi e ghiaiosi, in generale con prevalenza della componente più fine in superficie. I suoli sono ben sviluppati con una qualche difficoltà di drenaggio, attenuata dalla profondità rilevante della piezometrica, che, in corrispondenza dell’orlo di terrazzo morfologico, separante le alluvioni attuali e recenti dell’Adda, si abbassa anche 10 m sotto p.c.,
- UM 2; Unità intermedia, è, per posizione morfologica, corrispondente di UM1 in sinistra orografica. I suoi terreni sono costituiti da alluvioni terrazzate sabbioso - ghiaiose, ribassate fino a 6-7 rispetto al LFdP. I suoli sono mediamente sviluppati, la permeabilità è elevata, il drenaggio generalmente difficoltoso per presenza di falda subaffiorante. In tale unità si distingue un piano più elevato (UM 2a), pianeggiante o debolmente convesso, meglio drenato, soprattutto in prossimità degli orli di terrazzo che lo separano da UM 3. La sottounità UM 2b è formata da terreni leggermente ribassati, formati da deboli depressioni, in cui sono stati aperti numerosi fontanili e si sviluppano i corsi d’acqua da essi originati, qui il drenaggio è difficoltoso per la prossimità alla superficie topografica della falda. Sono state incluse in UM 2c le alluvioni terrazzate, ribassate fino a circa 2 m rispetto a UM 2a, costituenti il lembo superiore del terrazzo, a nord di Spino, e che separano UM 2b da UM 3a.
- UM 3; Alluvioni attuali e recenti dell’Adda, Alluvioni terrazzate, ribassate di 8-10 m sotto il LFdP e di 2-4 m rispetto ad UM 2, la composizione è prevalentemente ghiaioso sabbiosa. Si rilevano lenti superficiali limose, di limitata estensione, a ovest dell’abitato, probabilmente in corrispondenza di paleoalvei dell’Adda. Suoli da poco a mediamente sviluppati, drenaggio difficoltoso a causa della falda subaffiorante, tranne che in prossimità dall’Adda, per il richiamo che il fiume esercita sull’acquifero superficiale. Si distingue un piano più elevato, UM 3a, piano di C.na S.Pietro, delimitato ad est da UM 2a e, ad ovest, da un paleoalveo debolmente inciso. Segue un piano ribassato di 0.5-1.5 m, costituito dalle alluvioni più recenti dell’Adda e più prossimo UM 3b. A questa unità morfologica appartengono inoltre le alluvioni, prevalentemente sabbiose, dell’alveo di piena ordinaria (UM 3c).

CAP. 2 ASSETTO IDROGEOLOGICO

Si discutono nel capitolo seguente, le condizioni idrogeologiche del territorio in esame con particolare riguardo alle soggiacenze ed alla permeabilità della falda superficiale, al reticolo idrografico ed alle riserve idriche profonde.

2.1 Andamento e caratteristiche della falda superficiale

Tutti gli elementi importanti relativi all’assetto idrogeologico del territorio, andamento della superficie freatica, emergenze della stessa, pozzi pubblici, rilevati nel territorio comunale, sono riportati in All.2, “Carta Idrogeologica e del sistema idrografico”, scala 1:10.000. Due sezioni idrogeologiche, in All. 2B, che illustrano la suddivisione del sottosuolo in litozone.

Il territorio comunale di Spino d’Adda presenta caratteristiche idrogeologiche tipiche del settore di pianura in cui è inserito, esso è infatti caratterizzato da falda superficiale freatica,

il cui tetto si trova a pochi metri da p.c., con verso principale di scorrimento dalle Alpi verso il Po (N-S). Se non vi fossero altri elementi significativi, le isopiezometriche, si allineerebbero secondo la direttrice E-W. La presenza del fiume Adda, che esercita una forte azione drenante di questo settore di territorio e di una scarpata di erosione, alta più di 10 m, in destra idrografica ad ovest del territorio comunale, provoca, nelle isopiezometriche rappresentate in carta, un'inflexione verso NW, con accentuato arretramento in corrispondenza dell'asta fluviale.

Gli andamenti delle isofreatiche sono stati ricostruiti misurando la profondità dell'acqua nei fontanili, nei laghi di cava, nel corso dell'Adda, dalla profondità in metri si è poi passati alle quote assolute, nel complesso, tranne che in zone di forte gradiente idraulico, quali orli di terrazzo vicini all'Adda, l'errore atteso è di 0.5 m.

Le direttrici di scorrimento della falda ruotano, verso occidente da un andamento "normale" NS, di un angolo variabile, tanto più elevato quanto più ci si avvicina al fiume; la rotazione è verso ovest in sinistra idrografica nel territorio da noi studiato, ma verso est in destra, la rotazione è asimmetrica, sui due lati del fiume, a causa della scarpata morfologica, che, essendo posta in destra idrografica, influenza massicciamente l'andamento piezometrico in questo lato.

I gradienti sono variabili, generalmente più elevati nelle immediate vicinanze del fiume e nel settore ad ovest di esso. L'effetto drenante del terrazzo morfologico provoca un abbassamento della superficie piezometrica non lineare ma che diminuisce con il quadrato della distanza; infatti, anche in terreni molto permeabili, a più di 2 km dall'orlo di terrazzo morfologico, il richiamo prodotto da questo, anche se alto più di 10 m, è praticamente nullo. Gradienti idraulici elevati, tra 0.5 e 1.0%, si rilevano intorno a Bisnate ciò è dovuto al doppio effetto drenante del terrazzo morfologico e del fiume.

Viceversa, in sinistra idrografica, in assenza di significativi dislivelli, le isopieze hanno andamento più regolare ed i gradienti idraulici sono più bassi, generalmente tra 2.0 e 3.0 ‰; e si innalzano in prossimità del fiume.

La soggiacenza della falda superficiale, è molto bassa su tutto il territorio in esame, caratterizzato da presenza diffusa di fontanili. In generale la profondità minima della falda, nel periodo di irrigazione dei campi (aprile – settembre), è inferiore a 1.5 m, mentre può raggiungere 3 m in periodo invernale. Fa eccezione la zona, prossima all'Adda, a valle della briglia di Bisnate, dove la soggiacenza estiva può anche superare tre metri, a monte della briglia del ponte di Bisnate, la falda freatica è mantenuta più in alto dall'innalzamento indotto, da questa opera di difesa, nel livello del fiume. In ambedue queste aree a valle e a monte, con l'Adda in piena, anche la falda si innalza significativamente e persiste così fino al suo esaurirsi.

Deve essere evidenziato l'allineamento di risorgenze, al piede dell'orlo di terrazzo morfologico, che interessa, da nord a sud, il confine orientale del comune; alcuni altri fontanili sono sparsi nel territorio meridionale e a quota media 75 m s.l.m.

2.2 Permeabilità e vulnerabilità idrogeologica

Le permeabilità dei terreni superficiali sono generalmente elevate ovunque, essendo la litologia dominante ghiaioso-sabbiosa, lenti di limo sono piuttosto rare e si rilevano solo in aree ristrette.

Tutto il territorio comunale è da considerarsi a vulnerabilità molto alta ed i tempi di percorrenza, di un eventuale inquinante che dalla superficie scende verso la falda, sono inferiori o di poco superiori a 24 ore.

La vulnerabilità verticale della prima falda viene calcolata in base al tempo impiegato da un'eventuale inquinante per raggiungere dal piano campagna la falda superficiale. Il tempo effettivo impiegato da un'inquinante a percolare nel sottosuolo è legato a numerosi parametri, tra cui la natura dell'inquinante, la stratigrafia del suolo e del sottosuolo. Per

semplificare, si considerano i tempi di percolazione dell'acqua, legati alla permeabilità del terreno.

Il tempo di infiltrazione complessivo è determinato dalla somma dei tempi di infiltrazione nel suolo e nel substrato non saturo fino al raggiungimento della falda superficiale.

Tale tempo è dato dal rapporto tra lo spessore del suolo e del substrato non saturo e la velocità di infiltrazione, data dalla permeabilità (K) per il gradiente idrostatico del 100% (1). Nel calcolo delle vulnerabilità non è stata seguita la classificazione dei terreni in base a differenti permeabilità, poichè tutta l'area in esame è caratterizzata da depositi superficiali ghiaiosi e sabbiosi con rare lenti limose e presenta ovunque permeabilità elevate ($K \geq 10^{-2}$ m/sec)

Per quanto riguarda la soggiacenza dal p.c. della falda, essa è su tutto il territorio comunale minore di 1.5 m, ad eccezione di una ristretta fascia in prossimità d'Adda. Sono state pertanto definite due sole fasce: con profondità minima ≤ 1.5 m, e con profondità minima tra 1.5 e 3.0 m

Incrociando i due parametri, permeabilità e soggiacenza, sono state individuate 2 classi di rischio;

- per determinare il diverso grado di vulnerabilità si è attribuito un coefficiente di rischio (RK), legato alla permeabilità pari a 10^4 ;
- ad ogni classe di soggiacenza è stato attribuito un coefficiente di rischio (RH) anch'esso empirico ma decrescente in relazione inversamente proporzionale ai valori di soggiacenza:
 - valore 1 è stato attribuito alla classe (h) con soggiacenza compresa tra 1.5 e 3 m (hm=2.25m)
 - alla classe con $h < 1.5$ (hm=0.75) spetterebbe il valore 3 (2.25 / 0.75), ma si è preferito attribuire il valore 10 per sottolineare l'amplificazione del rischio causata dalla presenza della falda subaffiorante; infatti uno spessore di non saturo ridotto può essere superato agevolmente da un potenziale inquinante, grazie a fattori di permeabilità secondaria (arature, pozzi, scavi, ecc.). Per maggiore sicurezza, comunque, i terreni con falda a profondità inferiore a 1.5 m sono stati attribuiti alla classe con rischio molto elevato (ME).

Con l'attribuzione di questi valori ai coefficienti di rischio si è calcolato il coefficiente totale (V) moltiplicando RK per RH, in modo da poter assegnare ad ogni area, con permeabilità e soggiacenza definite, un livello di rischio significativo nel confronto con gli altri valori.

Nella seguente Tabella A sono riportate le 4 classi di vulnerabilità, normalmente utilizzate per questo tipo di classificazione: molto elevata (ME), elevata (E), media (M), bassa (B), per le quali sono stati calcolati i tempi teorici medi di percorrenza dell'inquinante dalla superficie del terreno alla superficie freatica. Su tutto il territorio comunale il coefficiente di rischio risulta superiore a 1000 e rientra pertanto nella classe a vulnerabilità molto elevata (ME), vedi Tabella B. La vulnerabilità del territorio è inserita nella "Carta di Sintesi" alla scala 1:10.000 e 5.000, allegate.

CLASSI DI VULNERABILITA'

Tabella A

| Coefficiente di rischio | Vulnerabilità (V) | Tempo di percorrenza (Tc) |
|-------------------------|----------------------|--|
| $R \leq 10$ | Bassa (B) | $10 \text{ gg} \leq Tc < 100 \text{ gg}$ |
| $10 < R \leq 100$ | Media (M) | $1 \text{ gg} \leq Tc < 10 \text{ gg}$ |
| $100 < R \leq 1000$ | Elevata (E) | $1 \text{ h} \leq Tc < 1 \text{ gg}$ |
| $R > 1000$ | Molto - elevata (ME) | $Tc < 1 \text{ h}$ |

Tabella B

| Classe | Litologia | Permeabilità | Drenaggio | RK | Soggiacenza falda (in m) | RH | Coeff. di rischio R | V |
|--------|-------------------|------------------------------|-----------|--------|--------------------------|----|---------------------|----|
| 1a | Sabbioso ghiaiosa | elevata $K=10^{-2}$ m/sec | buono | 10^4 | $h \leq 1.5$ m | 10 | 100.000 | ME |
| 1b | | | | | $1.5 < h \leq 3$ m | 1 | 10.000 | ME |

Legenda:

RK: coefficiente di rischio per permeabilità

RH: coefficiente di rischio per soggiacenza

V: vulnerabilità

ME: molto elevata

E : elevata

M : media

B : bassa

2.3 Struttura idrogeologica del sottosuolo

Dal punto di vista idrogeologico il sottosuolo del territorio di Spino d'Adda e dei Comuni circostanti può essere suddiviso in due litozone, si vedano a tal fine le Sezioni idrogeologiche in allegato e qui di seguito descritte:

- Litozona 1, è costituita dai terreni più superficiali, in cui prevalgono depositi ghiaiosi e sabbiosi, la permeabilità è molto elevata e la qualità dell'acqua è compromessa da inquinanti provenienti dalla superficie. Il letto di questa zona si trova normalmente tra 30 e 40 m da p.c.,
- Litozona 2, è caratterizzata da alternanza di depositi fini (argille, limi, sabbie fini) e grossolani (sabbia medio-grossa, ghiaietto e ghiaia). Essa si estende dal letto della litozona precedente fino a profondità variabili tra 100 e 130 m. A causa dei numerosi acquitardi, questa litozona è sede di acquiferi di tipo artesiano, con livelli piezometrici anche salienti rispetto al piano campagna. Le falde sono ben isolate, ma negli acquiferi più profondi si rileva forte presenza di ammonio, idrogeno solforato e cloruri. Due pozzi pubblici di Spino si approvvigionano in questa litozona.

In uno dei pozzi dell'acquedotto di Spino d'Adda che ha raggiunto profondità di 250 m da p.c., oltre i 140 m si rileva prevalenza di argille di probabile origine marina, con modeste e rare lenti sabbiose.

Per i pozzi dell'acquedotto (pozzo asilo e scuola media) è stata ottenuta la riduzione della zona di rispetto, ai sensi del D.G.R.L. 15137/96, in quanto vi è una naturale protezione argillosa da eventuali inquinanti superficiali, tale riduzione non è stata chiesta per il pozzo 5 (serbatoio) e pertanto perdura ed è segnata in carta.

CAP. 3 IDROGRAFIA DI SUPERFICIE

Si esaminano, nel capitolo presente, le condizioni della rete idrografica e del rischio idrogeologico presente sul territorio del Comune.

3.1 Rischio Idraulico ed idrogeologico determinato dal fiume Adda

La presenza, nel territorio comunale, del fiume Adda determina condizioni di rischio idraulico ed idrogeologico che sono in questa sede valutate.

Si segnalano alcune condizioni note e che fanno riferimento soprattutto al Piano stralcio per l'assetto idrogeologico (PAI) redatto dall'Autorità di Bacino del fiume Po (L. 18.5.89,n.183, art. 17, comma 7-ter).

In “Carta di Sintesi” è riportata la zonizzazione PAI, da esso si può rilevare come gran parte del territorio comunale sia esterno alle fasce a rischio idraulico elevato (Fasce A e B), in cui sono posti vincoli significativi all’attività antropica.

In Fascia A ricade tutta la porzione di territorio in destra idrografica e una stretta fascia in sinistra, ad eccezione della zona del laghetto Canadi protetto dalla piena dal grande rilevato stradale che lo difende a monte. Nella zona in sponda destra si segnala la presenza di un piccolo alto morfologico, più 1-2 m sui terreni circostanti, che include le cascate Rina e Maria Cristina, che potrebbe ricadere in Fascia B o C sulla base delle quote riportate in carta. Questo rilievo è posto tuttavia a valle di una zona in cui è forte l’attività erosiva del fiume, pertanto, si ritiene corretta in assenza di verifiche idrauliche specifiche, la collocazione in Fascia A delle suddette cascate.

Fascia B si estende in sinistra, nella zona a sud del ponte di Bisnate, ed include alcune aree di paleoalveo leggermente più depresse delle circostanti.

Anche il limite di Fascia C segue alcuni andamenti di paleoalveo, in essa ricadono le C.ne Canova ed Erbatico.

Per quanto riguarda le Fasce B e C nel settore settentrionale, esse includono esclusivamente aree agricole.

Il fiume Adda è, in questo tratto, in forte erosione, di ciò è prova la grande opera di stabilizzazione del profilo di fondo del fiume eseguite con la traversa posta a valle del ponte di Bisnate.

Lo sbarramento non ha tuttavia impedito il crollo del ponte ottocentesco e la sua sostituzione, negli anni '80, con un nuovo manufatto. A valle delle traversa, che ha il pulvino a circa 2,5 m dal fondo, tutte le sponde sono in forte erosione, anche perchè il fiume è qui stato fortemente incanalato.

I risultati dello “Studio di fattibilità della sistemazione idraulica del fiume Adda nel tratto da Olginate alla confluenza in PO-2004; rif. Analisi idraulica- Attività 3.1.2.1: Tav. AD-25 ed AD-26” mettono in evidenza un **potenziale rischio idraulico per quanto riguarda la località Canadi, in cui si prevedono possibili allagamenti indiretti in caso di piene dell’Adda con tempi di ritorno di 200 e 500 anni.**

Secondo questo studio idraulico l’effetto della piena, a monte del ponte di Bisnate, è quello di sommergere tutti i terreni in zona golenale con allagamenti diretti in destra idrografica ed in sinistra idrografica a monte della località Le Canadi e della SS415; in tutte le altre zone si prevedono allagamenti indiretti per piene dell’Adda con tempi di ritorno di 200 e 500 anni. Ad eccezione della località Le Canadi, sopra citata, tutte le restanti aree prossime al fiume Adda ed interessate da possibili allagamenti diretti ed indiretti sono destinate essenzialmente ad uso agricolo.

A seguito delle verifiche eseguite dall’Autorità di Bacino del Fiume Po si trascrivono le quote di massima piena per tempi di ritorno di 200 e 500 anni per le sezioni di riferimento a valle del ponte di Bisnate (Fig.1-Sez. 122_01 e 122) e si assegna un franco di sicurezza di 1 m dalla massima quota di piena attesa.

| Sezione | T200 | T500 | Quota terreno sponda sx | Quota di sicurezza T200 | Quota di sicurezza T500 |
|---------|-------|-------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 122-01 | 79.34 | 79.55 | 80.55 | 80.34 | 80.55 |
| 122 | 77.55 | 77.81 | 79.89 | 78.55 | 78.81 |

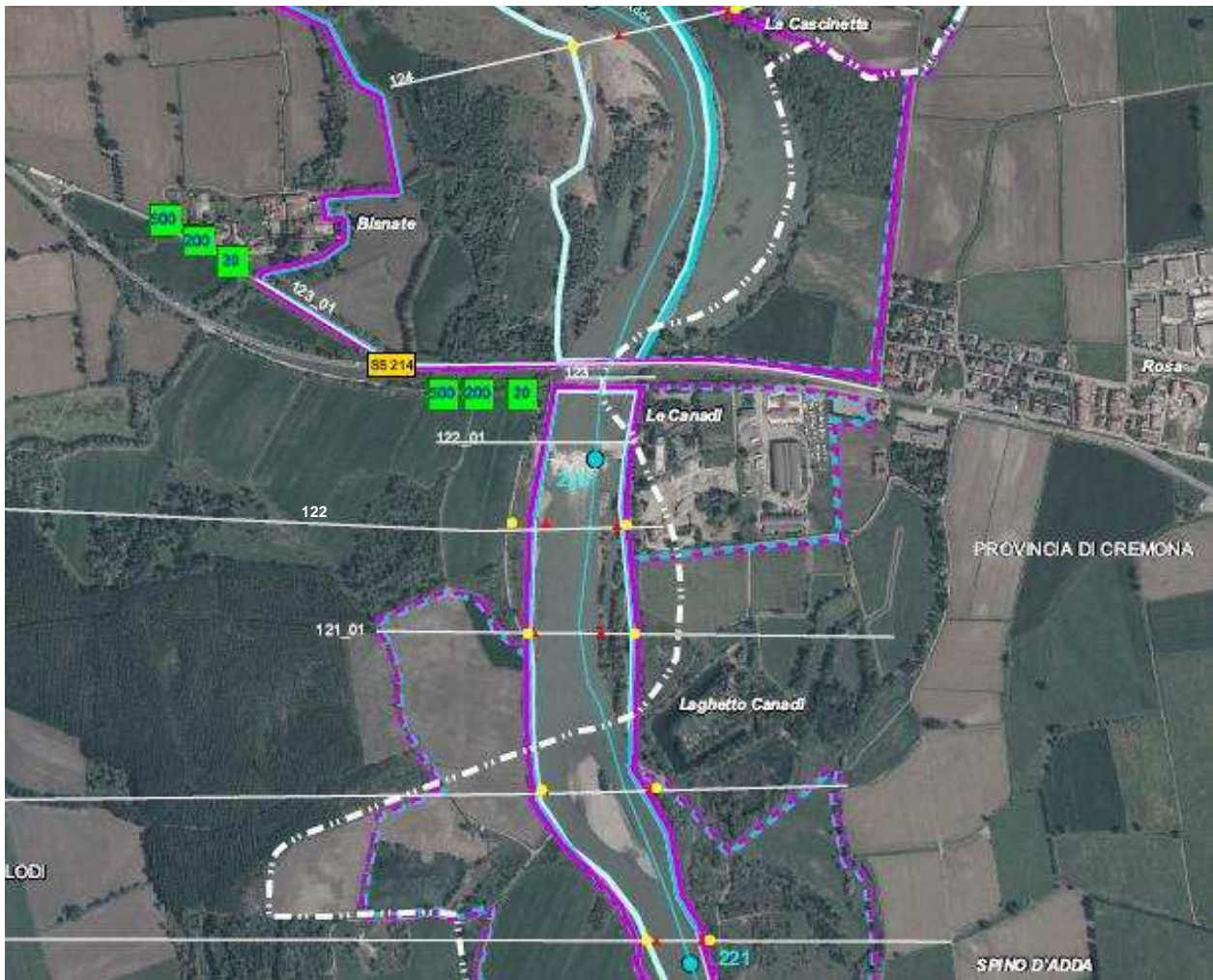


Fig.1 –Indicazione delle sezioni PAI 122-123 in corrispondenza del ponte di Bisnate della SS415 sul fiume Adda. Si evidenzia la località Le Canadi, soggetta ad allagamenti indiretti in caso di piene dell'Adda con tempi di ritorno di 200 anni (linea azzurra tratteggiata) e 500 anni (linea viola tratteggiata).

3.2 Stabilità delle sponde dell'Adda

Nel corso dei rilievi eseguiti, è stata rilevata una forte azione erosiva su entrambe le sponde del fiume che qui corre canalizzato e ristretto in massicciate di dolomia pressata. L'attività erosiva è molto forte nella leggera curvatura del fiume, in sponda destra, circa 1 km verso nord da c.na Rina. Qui si notano segni di difese con impiego di materiali impropri, con cui si cerca di proteggere, inefficacemente, la sponda al di fuori di ogni programmazione. In destra idrografica si nota attività erosiva, in atto o quiescente, su tutto il tratto che ricade nel territorio comunale; in particolare, a Bosco Gilli, nella zona di curvatura, si notano fenomeni analoghi a quelli sopra descritti e gli stessi inutili e poco dignitosi tentativi di difesa con l'accumulo di materiale eterogeneo.

Fenomeni erosivi quiescenti, di rilevante entità, si riscontrano anche in sponda sinistra, sia nella zona subito a valle del laghetto Canadi, sia su un tratto di 500 m, in corrispondenza di c.na Erbaticea.

3.3 Corsi d'acqua minori

Tutto il territorio comunale di Spino d'Adda appartiene al bacino idrografico del fiume Adda, ed è percorso da un fitto reticolo di rogge e colatori, perlopiù originati dai numerosi fontanili. Gran parte di questa rete non vuota immediatamente in Adda all'interno del territorio comunale, ma lo percorre con andamento prevalente nord sud, e sbocca nelle

rogge Tinella, Landriana, Riola, Dardanona, Villana, Merlò e Mozzanica, che entrano nei territori di Dovera e Boffalora. A questa regola, che governa il sistema drenante, diretto a sud, fa eccezione roggia Legazzo, che segna il confine nord occidentale del territorio comunale, raccoglie parte delle acque di questo settore e sfocia in Adda a nord di Spino, e roggia Roggione che drena parte del territorio nord e centro occidentale, per sboccare in Adda all'interno del territorio comunale.

Il Canale Vacchelli costituisce un elemento a se stante, separato e non comunicante con l'idrografia naturale del Comune, questo grande corso d'acqua attraversa il settore settentrionale del territorio con andamento WNW-ESE, tagliando ortogonalmente il reticolo idrografico e restando con le sponde al disopra del piano medio di campagna. Opere idrauliche di estrema rarità e di grande significato, sia idraulico che architettonico, eseguite dall'ing. Villoresi figlio, costellano il suo corso.

3.4 Rischio Idraulico determinato da corsi d'acqua minori

I corsi d'acqua minori scorrono, in generale, in aperta campagna, tuttavia all'interno dell'abitato c'è una zona di forte concentrazione del drenaggio è compresa tra le rogge del Prete e Tinella. Quest'area racchiude l'estremità occidentale dell'abitato tra le rogge Tombino e Merlò sino all'attraversamento della SS 415. Questa zona, morfologicamente depressa, veniva indicata, dalle carte IGM di fine secolo XIX, come paludosa ed è quindi soggetta ad allagamenti temporanei in caso di precipitazioni eccezionali.

Questa situazione di concentrazione del drenaggio e di possibili allagamenti verrebbe risolta con l'esecuzione di uno scolmatore nord-orientale che, in caso di precipitazioni eccezionali, raccoglierà le portate in eccesso, deviandole in Adda per il tramite di roggia Roggione.

Altra soluzione da considerare è quella di eseguire uno scolmatore orientale che intercetti le acque della roggia Fontana e del Prete, corra lungo la tangenziale di progetto e vuoti, a valle dell'abitato, in roggia Merlo Vecchio. Queste soluzioni prospettate indicate in carta devono essere verificate con apposito studio di fattibilità idraulica ed idrogeologica e con la progettazione derivante.

CAP. 4 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Il territorio comunale presenta sostanziale omogeneità litologica, in esso predominano depositi ghiaioso-sabbiosi, con buona capacità portante, locali lenti limose sono segnalate ad ovest dell'abitato, mentre livelli limosi, corrispondenti ad un'antico percorso colmato di roggia Fontana, sono segnalati in via Grecia, zona centro orientale. Si tratta comunque di anomalie molto localizzate in una situazione di generale omogeneità litologica.

Le caratteristiche geotecniche dei depositi ghiaioso-sabbiosi sono comunque peggiorate dalla falda superficiale subaffiorante, con profondità minima inferiore a 1.5 m e dallo scarso addensamento dei terreni più giovani. In particolare, la presenza di sabbia fine e media in falda ridimensiona drasticamente la capacità portante e richiede alcune attenzioni per la definizione delle fondazioni degli edifici e dei lavori in interrato.

L'ubicazione delle indagini geognostiche, utili per la definizione delle successioni litologiche, del grado di addensamento dei terreni, delle relative caratteristiche geotecniche e della soggiacenza della falda, è riportata nella "Carta Geotecnica e di Pericolosità Sismica Locale" alla scala 1:10000 (Allegato 4).

CAP. 5 CARATTERIZZAZIONE SISMICA

L'analisi della sismicità del territorio in esame e la definizione della pericolosità sismica locale, qui di seguito esposta, è eseguita secondo la metodologia definita dalla L.R. n. 12/2005 e dell'adeguamento dettato dalla DGRL N 8/7374 del 28 maggio 2008, Allegato 5.

Il territorio di Spino d'Adda ricade in zona sismica 4, pertanto la normativa vigente prevede un approfondimento obbligatorio di primo livello sull'intero territorio, atto al riconoscimento delle aree passibili di amplificazione sismica locale sulla base della cartografia di inquadramento e dei dati esistenti.

Questo primo livello di approfondimento prevede la redazione della Carta di pericolosità sismica locale, nella quale viene riportata la perimetrazione areale dei diversi scenari di pericolosità sismica.

In questa ottica è stato possibile individuare nel territorio comunale di Spino d'Adda due scenari di pericolosità sismica locale differenti: Z4a e Z2.

Gran parte del territorio comunale ricade nello scenario di pericolosità sismica locale Z4a, in quanto costituito in prevalenza da depositi alluvionali di fondovalle granulari e/o coesivi.

La presenza di numerose emergenze di falda al piede del terrazzo morfologico al confine NE del territorio, unitamente alle caratteristiche geotecniche scadenti dei terreni in questione, ha permesso di definire per questa zona uno scenario di pericolosità sismica locale Z2, con possibili effetti di cedimenti e/o liquefazioni.

I possibili effetti in questi scenari di pericolosità sismica locale sono principalmente amplificazioni litologiche, per quanto riguarda lo scenario Z4a e cedimenti e/o liquefazioni, per lo scenario Z2.

Per lo scenario di pericolosità sismica Z4a, nel caso di costruzioni strategiche e rilevanti, la norma prevede l'esecuzione del livello di approfondimento ulteriore (secondo livello) (ai sensi della D.G.R. n. 14964/2003), con lo scopo di valutare i fattori di amplificazione sismica locale, legati alla natura litologica del sedimento.

Inoltre, la norma prevede l'applicazione del livello di approfondimento superiore (terzo) nel caso in cui, a seguito dell'applicazione del secondo livello, si dimostri che il Fattore di amplificazione locale (Fa) calcolato risulti superiore al fattore soglia stabilito dalla Regione Lombardia per il comune in esame.

Per le aree a pericolosità sismica locale caratterizzata da effetti di cedimenti e/o liquefazioni (zona Z2) la norma vigente (ai sensi della D.G.R. n. 14964/2003) prevede il passaggio diretto al terzo livello di approfondimento, con la definizione degli effetti di amplificazione tramite indagini e analisi più approfondite.

E' importante segnalare che la presente zona ricade nella sottoclasse di fattibilità geologica 3c, terreni con risorgenza d'acqua e capifonte, per la quale la normativa vigente **vieta qualsiasi tipo di edificazione**, anche di carattere agricolo; pertanto, ai sensi della D.G.R. n. 14964/2003, trattandosi di un'area **inedificabile** per le particolari situazioni geologiche, geomorfologiche e ambientali, non devono essere eseguiti gli approfondimenti di secondo e terzo livello.

La D.G.R.L. 28.05.08 n.8/7374, recependo quanto indicato nel D.M. 14.01.08, ha determinato le nuove soglie locali di sismicità. Pertanto la verifica sismica deve essere eseguita, da subito, utilizzando questi parametri per gli edifici strategici e rilevanti (come classificati sia dallo stesso Decreto Ministeriale e dalla Regione con D.D.U.O. 21.11.03 n.19904) e per tutti i restanti dal 30.06.09 (punto 2.7, D.M. 14.01.08).

In tutti i casi dovranno essere determinate le categorie di suolo sismico come indicato dal D.M. 14.01.08 "Norme tecniche per le costruzioni", punto 3.2.2 "categorie di sottosuolo" (Si procederà comunque secondo quanto disposto da § 2.7 del D.M. 14.01.08).

Qualora il fattore, calcolato localmente, di amplificazione sismica superi il fattore definito dalla Regione, per il Comune e per il tipo di suolo sismico, si adotteranno i parametri del suolo sismico superiore.

Gli edifici sensibili individuati all'interno del territorio di Spino d'Adda sono il Municipio, le scuole, le chiese e gli oratori ed il centro sportivo.

Per definire sperimentalmente le caratteristiche sismiche del territorio in discussione sono state effettuate tre prove sismiche mediante microtremori, localizzate nell'area est (Sp01),

in prossimità del centro (Sp02) e nella zona industriale ovest (Sp03); la metodologia applicata prevede la rilevazione della velocità delle onde di taglio (onde S) nel sottosuolo, per definire i fattori di amplificazione sismica locale (Fa) per i due periodi caratteristici $0.1 < T \leq 0.5$, e $T > 0.5$ s.

La tabella seguente riassume i risultati di tali prove; in essa sono sintetizzati i valori di Vs30 (velocità media delle Vs nei primi 30 m), il tipo di suolo di fondazione, il periodo proprio del sito (Tp) calcolato dalle Vs ed i valori calcolati del Fattore di Amplificazione (Fa) per le due tipologie di edifici: $0.1 < T \leq 0.5$ s e $T > 0.5$ s. Nell'ultima riga sono riportati i valori di soglia (di riferimento) forniti dalla Regione Lombardia.

| Linea | Vs ₃₀ | Terreno di fondazione | Periodo (Tp) | Fa (T=01-0.5 s) | Fa (T>0.5 s) |
|--|------------------|-----------------------|--------------|-----------------|--------------|
| Sp01 | 341 | C | 0.31 | 1.7 | 1.4 |
| Sp02 | 307 | C | 0.37 | 1.6 | 1.5 |
| Sp03 | 319 | C | 0.38 | 1.6 | 1.6 |
| Fa di riferimento Regione Lombardia | | | | 1.8 | 2.4 |

Il risultato comune alle linee effettuate è che entrambi i valori di Fa calcolati risultano inferiori ai valori di soglia corrispondenti; pertanto, la normativa è da considerare sufficiente a tenere in considerazione anche i possibili effetti di amplificazione litologica del sito e quindi si applica lo spettro previsto dalla normativa vigente.

Gli scenari di pericolosità sismica locale sono riportati come retinatura trasparente sovrapposta al mosaico della prima caratterizzazione geotecnica nella “Carta Geotecnica e di Pericolosità Sismica Locale (Allegato 4)” alla scala 1:10.000.

La stessa retinatura definisce le classi di pericolosità sismica locale, unitamente ai livelli di approfondimento, nella “Carta di fattibilità geologica e delle azioni di piano” redatta alla scala 1:10000 e 1:5000.

CAP. 6 CARTA DEI VINCOLI

Le limitazioni d'uso del territorio derivanti da normative e piani sovraordinati in vigore, di contenuto prettamente geologico, sono stati riportati nella “Carta dei vincoli” (allegato 3) redatta alla scala 1:10000.

Tutto il territorio comunale di Spino d'Adda appartiene al bacino idrografico del fiume Adda, pertanto è soggetto ai vincoli derivanti dalla pianificazione di bacino ai sensi della l. 183/89 (cfr. Parte 2 – Raccordo con gli strumenti di pianificazione sovraordinata) ed in particolare al Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (d.p.c.m. 24 maggio 2001) ed al Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (d.p.c.m. 24 luglio 1998) che delimitano le aree inondabili dalla piena di riferimento ed individuano le tre fasce A, B e C.

Tali fasce interessano il settore occidentale del comune di Spino d'Adda e costituiscono un vincolo di natura idraulica.

Inoltre il territorio comunale di Spino d'Adda è percorso da un fitto reticolo di rogge e colatori per i quali vengono individuate delle fasce di rispetto così differenziate:

- per i tratti al di fuori del centro urbano e non adiacenti a zone già edificate, è prevista una fascia di 10 m;
- per i tratti all'interno del centro urbano, o adiacenti a zone già edificate o in corrispondenza dei tratti tombinati sono state tracciate sia la fascia di 10 m che la proposta di 4m.

Le fasce di rispetto così definite, vengono misurate dal ciglio superiore del canale.

Le risorgenze, i capifonte, i bodri e le zone umide, per il valore idrogeologico ed ambientale che li contraddistingue, nell'ambito della media pianura lombarda, sono protetti

con una fascia di vincolo di profondità 50 m. Inoltre è stabilita una fascia di rispetto di profondità 50 m estesa dal capofonte ai primi 200 m dell'asta di canale emissario.

Le fasce di rispetto intorno ai capifonte che insistono negli abitati, sono ridotte a 5 m.

La fascia di rispetto così definita viene misurata in orizzontale dal ciglio superiore della scarpata.

Rientrano nella "Carta dei Vincoli" anche le aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile; sono state riportate le aree di tutela assoluta dei pozzi pubblici (previste dal D. Lgs. N. 152/99, art. 21 comma 2 e modificate dal D. Lgs. N. 258/00, art. 5 comma 4) aventi un'estensione irriducibile di almeno 10 m di raggio dal pozzo, e le zone di rispetto di raggio 200 m intorno al pozzo (ridotte a 10 m), secondo quanto previsto dall'articolo 21 del D. Leg 11.05.99 n. 152.

Ai sensi del D.G.R.L. 15137/96: il pozzo n.2 (c/o Scuola Media) ha ottenuto dalla Provincia di Cremona la riduzione della zona di rispetto da 200m a 10 m con Decreto n. 881/2005; per il pozzo n.4 (Via Pace, c/o Asilo Comunale) è stata fatta la richiesta di riduzione della zona di rispetto (nota A.ATO 776 del 10.04.2007); il pozzo n.5 (c/o Asio Nido) ha ottenuto la riduzione della zona di rispetto a 10 m con Delibera di G.C. n.49 del 20.02.2007. Il pozzo n.1, posto in prossimità del serbatoio, è stato dismesso e quindi è decaduto il vincolo. Il pozzo n.3, a ovest dell'abitato, è stato regolarmente chiuso.

CAP. 7 CENNI DI URBANISTICA

In questo capitolo vengono trattate le definizioni urbanistiche assunte dal Piano territoriale di Coordinamento Provinciale in corso di adozione.

Per quanto riguarda l'urbanistica comunale di Spino d'Adda si è esaminato il PRG vigente.

7.1 Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (P.T.C.P.)

Il Comune di Spino d'Adda risulta inserito nel Piano di coordinamento intercomunale N° 2 del quale fanno parte anche i Comuni di Agnadello, Dovera, Palazzo Pignano e Pandino.

Il P.T.C.P., definisce alcuni elementi di quadro sintetizzati come segue.

Carta degli indirizzi per il sistema paesistico ambientale, classifica nella componente strutturale di primo livello della rete ecologica i terreni occidentali della valle del fiume Adda, essendo aree a marcata sensibilità ambientale e a elevata valenza e potenzialità naturalistica. Classifica invece nella componente strutturale di secondo livello della rete ecologica i terreni posti sul terrazzo alluvionale di Pandino, tale area è caratterizzata da significativa sensibilità ambientale.

Carta delle opportunità insediative, indica i livelli di compatibilità insediativa e di idoneità agricola di ciascuna delle unità riportate. Facendo riferimento all'Allegato 1 Carta geomorfologica, scala 1:10.000 tutto il territorio in discussione viene così classificato:

- Unità geomorfologica **1 e 3**: sono comprese nell'azzonamento di P.T.C.P. che le rende incompatibili con l'insieme degli insediamenti di tipo urbano e con le infrastrutture di collegamento, mentre risultano idonee con le sole attività agricole, che ne rispettino i caratteri di vulnerabilità fisico naturale,
- L'Unità geomorfologica **2**, viene assegnata alle aree che risultano incompatibili con le industrie a medio impatto e con le infrastrutture di collegamento su gomma e che risultano idonee per l'attività agricola.

Carta degli indirizzi per le infrastrutture e le polarità urbane, assegna la maggior parte del territorio comunale alle aree che, in generale, risultano incompatibili con l'insieme degli insediamenti di tipo urbano e con le infrastrutture di collegamento.

La **Carta delle tutele e delle salvaguardie**, individua una fascia di rispetto di 150 m lungo il Canale Vacchelli e segnala la presenza di orli di terrazzo morfologico.

7.2 La nuova viabilità

Gli Enti competenti hanno già, progettato ed è ora in fase di appalto , la nuova viabilità che costituisce l'alternativa all'attuale tracciato della S.S. 415 Paullese.

Il nuovo assetto viario, prevede anche il passaggio ad est dell'abitato con un nuovo collegamento che si innesterà, poco a valle del Canale Vacchelli, con la S.P. 1.

Il disegno della nuova viabilità consentirà anche la progettazione di nuove opere di difesa idrogeologica, come indicato nel precedente paragrafo 3.4 in particolare per lo scolmatore di nord est.

CAP. 8 CARTA DI SINTESI

La "Carta di Sintesi", (All.5) ha lo scopo di fornire il compendio dello stato del territorio comunale al fine di procedere alle successive valutazioni diagnostiche.

Tale carta , redatta alla scala 1:10.000, contiene gli elementi più significativi evidenziati dall'analisi dei caratteri geomorfologici, idrografici e idrogeologici del territorio e dalle indagini geognostiche e geofisiche, sviluppati nella cartografia di base e descritti nei precedenti capitoli. Al fine di evidenziare meglio la condizione del territorio urbanizzato, si è prodotta la "Carta di Sintesi", alla scala 1:5.000, che lo riguarda.

E' riportata nelle due carte di sintesi l' area del depuratore sottoposta a vincoli normativi.

In carta sono inserite le aree ad elevato rischio idraulico, Fasce A e B del PAI, per possibili esondazioni del fiume Adda e l'area, interna all'abitato, in cui è segnalato il rischio di allagamento per esondazione di rogge e colatori che, transitando nell'abitato, confluiscono in un'area morfologicamente depressa e con difficile drenaggio.

La quasi totalità del territorio è caratterizzato da elevata vulnerabilità idrogeologica, determinata da depositi superficiali molto permeabili e da bassa soggiacenza della falda superficiale.

In particolare sono segnalati i fontanili, i bodri e le zone umide, in quanto più bisognosi di protezione idrogeologica.

In Carta di sintesi è stata individuata e segnalata un'area di particolare interesse ambientale, costituita dalla fascia al piede della scarpata che delimita il territorio comunale a NE. In questa zona infatti si ha un'elevata concentrazione di fontanili e, un'ancor più elevata vulnerabilità della falda superficiale.

Nel settore ad ovest dell'abitato, nella zona di recente e prossima urbanizzazione residenziale, si segnala la presenza di lenti limose in superficie che richiedono particolari precauzioni in fase progettuale e costruttiva.

Sono inoltre segnalate in Carta di sintesi, le seguenti tre aree:

- ex discarica bonificata, a sud est dell'abitato e a nord della SS 415;
- un'area di bonifica agricola, con asportazione di inerti, il cui recupero ambientale non è stato completato, localizzata ad oriente di c.na Fracina;
- terreni di golena, parzialmente degradati anche da attività estrattiva, a valle del ponte di Bisnate, in sponda sinistra, che abbisognano di interventi di recupero ambientale, zona Canadi, dove la Provincia di Cremona prevede di istituire un polo estrattivo.

La ex discarica bonificata ospitava rifiuti pericolosi la cui collocazione areale e temporale non è nota.

Nell'area di bonifica agricola gli interventi di recupero ambientale non sono stati conclusi: si dovrà intervenire per completarli come previsto dalla Del.G.R. 7.2.89 n. IV/39284 per la cava Adda e Del. G.P. 7.4.93 per la bonifica Fracina.

Nella vasta area a sud del ponte, in località Canadi, si tratta di intervenire, con un piano organico, per recuperare un'area fortemente degradata a partire dal polo estrattivo indicato dalla Provincia di Cremona nella Variante Generale al piano cave (luglio 2001), Polo Pg 1. Il reticolo idrografico minore ed i fontanili, in quanto acque pubbliche ai sensi

della Legge 5.1.94 n 36 “Disposizioni in materia di risorse idriche” art. 1. comma primo, vanno difesi e l’abitato posto in sicurezza con la progettazione e l’esecuzione di due scolmatori di piena.

CAP. 9 FATTIBILITA' GEOLOGICA E DELLE AZIONI DI PIANO

Nel capitolo seguente si definiscono le zone a diversa fattibilità geologica, secondo il metodo disposto nella D.G.R. 22.12.05 n.8/1566 e nella D.G.R.L 28.05.08 n.8/7374.

9.1 Generalità

Lo studio geologico eseguito ha lo scopo di supportare le scelte urbanistiche e renderle coerenti con le condizioni geologiche accertate, a questa finalità operativa risponde la “Carta di fattibilità geologica e delle azioni di piano”; tale carta, redatta alla scala 1:10.000, è derivata dalla valutazione incrociata degli elementi contenuti negli studi generali di inquadramento. Si è ritenuto significativo eseguire anche una carta più dettagliata, alla scala 1:5.000, del centro abitato.

La carta di fattibilità rappresenta pertanto lo strumento di base per accertare le condizioni limitative all’espansione urbanistica ed alla modifica della destinazione d’uso del suolo.

La classificazione del territorio, rispetto alla fattibilità geologica delle azioni di piano, tiene conto della pericolosità dei fenomeni e del rischio conseguente ed inoltre fornisce indicazioni generali in ordine agli studi ed alle indagini di approfondimento eventualmente necessarie.

9.2 Descrizione della carta di fattibilità geologica e delle azioni di piano

Sono confermate, secondo le indicazioni della Regione Lombardia, le classi di fattibilità geologica e la loro distribuzione :

CLASSE 1 - Fattibilità senza particolari limitazioni

CLASSE 2 - Fattibilità con modeste limitazioni

CLASSE 3 - Fattibilità con consistenti limitazioni

CLASSE 4 - Fattibilità con gravi limitazioni.

Nel territorio in esame sono state individuate le seguenti classi e sottoclassi di fattibilità geologica delle azioni di piano.

2- Classe di fattibilità con modeste limitazioni

3- Classe di fattibilità con consistenti limitazioni

3a – terreni urbanizzati soggetti a rischio idraulico

3b – zona di rispetto di pozzo pubblico per approvvigionamento idropotabile

3c – terreni agricoli con risorgenza d’acqua e capifonte

3d – golena d’Adda da riqualificare in fascia C del PAI

3e – corso d’acqua e relativa fascia di rispetto (10m)

3f – fascia di rispetto in area urbana, vigente (10m) e proposta (4m)

3g – zona di rispetto fontanile (raggio 50m)

3h – zona di rispetto bodrio e/o zona umida (raggio 50m)

4- Classe di fattibilità con gravi limitazioni

4a – zona di tutela assoluta pozzo pubblico (raggio 10m)

4b – terreni soggetti a rischio idrogeologico di esondazione fascia A e B del PAI

4c – ex discarica bonificata

4d – bonifiche agricole da completare

4e – orlo di terrazzo morfologico

4f – golena da riqualificare

CLASSE 1 - Fattibilità senza particolari limitazioni

Nel territorio comunale non sono state individuate aree completamente prive di limitazioni alle variazioni delle destinazioni d'uso dei terreni, pertanto non si assegna alcuno dei terreni considerati alla classe 1.

CLASSE 2 - Fattibilità con modeste limitazioni

Appartiene a questa classe la zona di Spino d'Adda centro, situata ad ovest dell'orlo di terrazzo morfologico secondario che si snoda nel centro abitato.

In Classe 2 ricadono tutti i terreni appartenenti all' Unità Morfologica 2 e parte dei terreni appartenenti all'Unità Morfologica 3 (3a), caratterizzate da depositi sabbiosi e ghiaiosi, con elevata vulnerabilità idrogeologica e falda superficiale subaffiorante. Tale caratteristica, ove si associa alla presenza di depositi sabbiosi medio fini, implica uno decadimento delle caratteristiche geotecniche medie. E' pertanto necessario porre attenzione alla corretta conoscenza dei terreni da utilizzare in fase di progettazione di nuovi insediamenti, superiori ai 2 piani, sia civili che industriali che agricoli. La scarsa profondità della falda richiede inoltre attenzione allo spandimento sul suolo di fanghi e rifiuti.

Per i terreni appartenenti a questa classe si richiedono quindi specifiche indagini geognostiche e relazione geologica e geotecnica per quanto riguarda l'attuazione di unità produttive, edifici pubblici e privati con più di due piani fuori terra, piani attuativi, edifici agricoli significativi (stalle, ricoveri, vasche di raccolta liquame, ecc.)

Il rischio idraulico è pressoché nullo in quanto l'area è situata al di fuori della Fascia B e per gran parte, è esterna anche alla Fascia C del PAI.

CLASSE 3 - Fattibilità con consistenti limitazioni

In tale classe ricadono la zona di Spino d'Adda ovest, ad occidente del terrazzo morfologico secondario che si snoda nel centro abitato e a sud del canale Vacchelli e ristrette porzioni del territorio comunale situate in prossimità del confine nord-orientale; si tratta, per lo più, di zone condizionate da limitazioni d'uso del suolo per ragioni di tipo ambientale ed idrogeologico.

In classe 3 rientrano tutti i terreni appartenenti all'Unità Morfologica 3, con la sola eccezione dell'Unità Morfologica 3a, e parte dei terreni appartenenti all'Unità Morfologica 2, localizzati in prossimità del confine comunale nord-orientale.

La composizione dei terreni è prevalentemente sabbioso-ghiaiosa con copertura caratterizzata da limi e limi sabbiosi in corrispondenza delle zone di impluvio.

Nella "Carta di fattibilità geologica delle azioni di piano", scala 1:10.000 e 1:5.000 i terreni che ricadono in questa classe sono stati suddivisi, secondo la causa del rischio, nelle sottoclassi qui di seguito descritte.

Sottoclasse 3a, terreni urbanizzati soggetti a rischio idraulico

I terreni appartenenti a questa sottoclasse sono situati ad occidente del terrazzo morfologico secondario che si snoda nel centro abitato di Spino d'Adda e che suddivide in due porzioni l'intero territorio comunale. Ricade in questa sottoclasse anche una zona all'interno dell'abitato, in prossimità di roggia Tombino e del suo ramo orientale. Questa zona era, in passato, paludosa, si veda l'estratto della Carta d'Italia 1889. Si ritiene che il rischio di esondazione per questi terreni non sia frequente ma che possa manifestarsi in caso di precipitazioni eccezionali. In caso di periodi piovosi prolungati e precipitazioni non eccezionali si verificano allagamenti nei piani bassi delle abitazioni, di strade e rigurgito della rete di fognatura.

In tutti i terreni classificati in classe 3a sono frequenti ristagni d'acqua a causa della difficoltà di deflusso dal reticolo idrico.

Al fine di conoscere le condizioni di crisi di queste zone, il Comune è invitato ad eseguire un apposito studio idrogeologico ed idraulico.

Per quanto riguarda nuovi insediamenti abitativi, si dovrà tenere conto dell'impossibilità di costruire al disotto del piano campagna.

Sottoclasse 3b: zona di rispetto da pozzo pubblico per uso idropotabile

Comprende la zona di rispetto dai pozzi pubblici, con raggio di 200 m dalla captazione in cui è possibile eseguire gli interventi consentiti dal D. Legs. 11.05.99 n. 152.

Vedi a tal fine l'apposita norma riportata, di seguito, nella Classe 4a.

Si ricorda che, ai sensi della Del. G.R. 27.6.96 n.6/15137, il pozzo n.2 (c/o Scuola Media) ha ottenuto la riduzione della zona di rispetto da 200 m a 10 m con Decreto 881/2005 della Provincia di Cremona; per il pozzo n.4 (via Pace, c/o Asilo Comunale) è stata fatta la richiesta di riduzione della zona di rispetto (nota A.ATO 776 del 10.04.2007); il pozzo n.5 (c/o Asilo Nido) ha ottenuto la riduzione della zona di rispetto a 10 m con Delibera G.C. n.49 del 20.02.2007.

Il pozzo n.1, posto in prossimità del serbatoio, è stato dismesso e quindi è decaduto il vincolo. Il pozzo n.3, a ovest dell'abitato, è stato regolarmente chiuso.

Sottoclasse 3c, terreni con risorgenza d'acqua e capifonte

Comprende l'area al piede del terrazzo morfologico al confine NE del territorio, in cui numerose sono le emergenze di falda. Si ritiene quest'area di elevato interesse ambientale e paesaggistico nonché di estrema vulnerabilità idrogeologica ove la falda è a profondità minore di un metro. In questa fascia, non devono essere consentiti: lo spargimento e l'accumulo, anche temporaneo, dei rifiuti di qualsiasi genere e specie nonché lo stoccaggio temporaneo di letame. Sono invece da favorire gli interventi di riforestazione e risistemazione ambientale. Le stesse norme andranno applicate per le teste di fontanili evidenziate in carta per un raggio non inferiore a 20 m dal capofonte.

Sottoclasse 3d, golena d'Adda da riqualificare

A valle della S.S. 415 e del ponte di Bismate, in località Canadi, sono presenti terreni degradati a diverso titolo ed è stato individuato, nel progetto di Variante Generale al Piano delle attività estrattive della Provincia di Cremona, ex L.R. 14/98, il complesso di terreni da cavare indicati come "Cava di riserva Pg 1".

In questa zona l'intervento da assentire è quello di sistemazione ambientale, anche con nuove escavazioni; questi terreni appartengono o sono esterni alla Fascia C del PAI.

Sottoclasse 3e, corsi d'acqua minori e relative fasce di rispetto

Dal reticolo idrografico emerge il canale Vacchelli, per il cui corso e per tutte le opere idrauliche ad esso connesse dovrà essere consentita solo l'ordinaria e straordinaria manutenzione: anche per il grande significato idraulico ed architettonico da esso rappresentato, dovranno essere impiegati materiali e litotipi tipici (granito di San Fedelino, beola del Masino, laterizi, ecc.).

I corsi d'acqua del territorio comunale costituiscono un importante ecosistema di collegamento, essi vanno salvaguardati per la funzione idraulica che svolgono e per il loro valore paesistico ambientale.

Si ribadisce quindi la fascia di rispetto, della profondità minima di 10 m misurata dal ciglio esterno superiore dal corpo idrico, entro cui possono essere consentite solo opere di manutenzione ordinaria e straordinaria, risanamento e restauro conservativo.

In questa fascia non sono consentiti: spargimento e accumulo, anche temporaneo, di rifiuti di qualsiasi genere e specie, nonché lo stoccaggio temporaneo di letame.

Sempre misurando come sopra è istituita una ulteriore fascia di rispetto, della profondità minima di 100 m, entro la quale è vietato lo stoccaggio e lo smaltimento di rifiuti, compresi i fanghi provenienti da impianti di depurazione civile ed industriale.

Su tutti i corsi d'acqua sono da favorire gli interventi di bonifica e risistemazione ambientale e di rinaturalizzazione.

Sottoclasse 3f, corsi d'acqua minori e relative fasce di rispetto in area urbana

I corsi d'acqua in ambiente urbano otterranno la riduzione della fascia di rispetto da 10 a 4m al completamento delle procedure previste dalle D.G.R. Del 25.01.02 n.7/7868 e ss. mm. ii.

Sottoclasse 3g, zona di rispetto fontanile

Nelle aree caratterizzate da presenza di fontanili e risorgente captate è previsto dal Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale vigente l'istituzione di una fascia di rispetto di 50 m dalla zona di testa e dal primo tratto, per una lunghezza di 200 m. Si sottolinea l'elevato valore ambientale di questi punti d'emergenza d'acqua e l'estrema vulnerabilità dell'acquifero in loro prossimità.

Sottoclasse 3h, zona di rispetto bodrio e/o zona umida

Tutti i bodri e le zone umide, elementi originali e peculiari del territorio di Spino d'Adda, per il loro valore scientifico e naturalistico e per il particolare pregio ambientale, essendo caratterizzati da particolari essenze ripariali e vegetazione acquatica, nonché per il loro particolare significato storico-scientifico in relazione alla loro genesi, sono soggetti a particolare tutela.

Il Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale vigente prevede per queste aree l'istituzione di una zona di rispetto di 50 m disposta su tutto il loro perimetro. Si sottolinea l'estrema vulnerabilità dell'acquifero in loro prossimità, per questo motivo è vietato lo scarico di inerti e di rifiuti di qualsiasi genere sulle sponde e l'uso di materiali di riporto per interrare progressivamente la cavità.

CLASSE 4 - Fattibilità con gravi limitazioni

In questa classe ricadono i terreni appartenenti alla Fascia A e B del PAI ed altre aree degradate da attività estrattiva o da discarica non autorizzata, sono pure qui collocate le zone di tutela assoluta di pozzi pubblici per approvvigionamento idropotabile.

Anche gli orli di terrazzo morfologico sono qui compresi; è indicata una significativa area, in cui intervenire con recupero ambientale in località laghetto Canadi.

Sottoclasse 4a, zona di tutela assoluta di pozzo pubblico e sottoclasse 3b zona di rispetto

La zona di tutela assoluta comprende i terreni siti entro 10 m di raggio dal pozzo pubblico per approvvigionamento idropotabile, in essa si applica il disposto del D. Lgs. n. 250/00 art. 5 comma 4, essa è irriducibile.

Il perimetro ridotto da 200 a 10 m è assegnato anche alla zona di rispetto, che quindi coincide con la più restrittiva area di tutela assoluta.

Sottoclasse 4b, terreni della golena dell'Adda soggetti a rischio idrogeologico

Appartengono a questa sottoclasse le aree di golena della valle dell'Adda, soggette ad elevato rischio idrogeologico di esondazione, inserite in Fascia A e B del PAI con Tempo di ritorno inferiore a 100 anni,

Nella Sottoclasse 4b sono vietati interventi edilizi, fatta eccezione per opere di difesa idraulica delle strutture esistenti e per la ordinaria e straordinaria manutenzione degli edifici esistenti e per opere pubbliche (ponti, strade ecc.).

Sono da favorire gli interventi di trasferimento della popolazione residente.

Sono altresì consentiti gli interventi, anche con aumento di superficie coperta e di volume, inerenti alle attrezzature tecniche agricole e zootecniche, salve le verifiche ambientali determinate dal Parco Adda Sud.

Sottoclasse 4c: ex discarica bonificata

Comprende un'area di modesta estensione, a ovest sud-ovest dell'abitato, in località Bosco, ove è posta una discarica ora bonificata.

Sottoclasse 4d, bonifiche agricole da completare

A sud ovest dell'abitato, al confine con il territorio di Dovera in località Fracina, è stata eseguita una bonifica agricola il cui recupero ambientale non è stato completato, così dicasi di una seconda bonifica eseguita in territorio golendale a valle di Bisnate ed in destra Adda.

I provvedimenti di riferimento sono i seguenti: per la cava Adda, Del. G.R. 7.2.89 n.IV/39284, per la bonifica Fracina Del. G.P. 7.4.93 n. 306.

Sottoclasse 4e, orlo di terrazzo morfologico

Gli orli di terrazzo morfologico, presenti nel territorio del Comune sono tutelati per il loro valore paleogeografico ed ambientale.

Sottoclasse 4f, terreni di golena da riqualificare

I terreni compresi in questa sottoclasse sono confinati, ad occidente dalla difesa di sponda dell'Adda, ad oriente da un paleoalveo. A nord, la sottoclasse 4f, è delimitata dalla Sottoclasse 3d. Questi terreni appartengono alle Fasce A e B del PAI.

I terreni, appartenenti a questa sottoclasse sono, in larga misura, degradati da attività estrattive, eseguite in tempi anche lontani, e che non hanno portato ad un recupero ambientale organico.

La superficie interessata è di circa 25 Ha, il settore nord occidentale confina con la "Cava di riserva Pg 1" della Variante Generale al Piano Cave della Provincia di Cremona.

La norma che regola quest'area intende consentire interventi di qualificazione ambientale, anche mediante nuove escavazioni, che la recuperino, attraverso la riforestazione e l'inserimento di congrue attrezzature turistiche.

I terreni appartenenti a questa Sottoclasse sono compresi in Fascia A e B del PAI e nel Parco Regionale Adda Sud.

9.3 Classi di pericolosità sismica locale e livelli di approfondimento

Nella "Carta di fattibilità e delle azioni di piano" (Allegato 6A-6B) redatta alla scala 1:10000 e 1:5000, sono riportate, con appositi retini trasparenti, gli scenari di pericolosità sismica locale in cui ricade l'intero territorio comunale di Spino d'Adda, ed i relativi livelli di approfondimento.

Come già discusso nel capitolo 5, è importante sottolineare che entrambi i valori di Fa calcolati risultano inferiori ai valori di soglia corrispondenti; pertanto, la normativa è da considerare sufficiente a tenere in considerazione anche i possibili effetti di amplificazione litologica del sito e quindi si applica lo spettro previsto dalla normativa vigente.

IL GEOLOGO
DR GIOVANNI BASSI
Novembre 2009



BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE

AA. VV., 1997, Quaderni agro-ambientali n.1; Rischio di esondazione e vulnerabilità verticale della falde, Centro di documentazione ambientale, Provincia di Cremona.

Cremonini Bianchi M., 1988, Piano territoriale paesistico, "Relazione geologica" e tavole allegate.

ERSAL 1997, Paesaggi e suoli della provincia di Cremona.

Ferrari V. e Lavezzi F. 1995, I fontanili ed i bodri in provincia di Cremona

Ferrari V. e Uberti E. 1979, I fontanili del territorio cremasco.

Franconi V. et Alii, 1993, Studio idrogeologico della provincia di Cremona.

Comizzoli G., Gelati R., Passeri D.L. Note illustrative della Carta geologica d'Italia, Foglio 45 Milano e 46 Treviglio.

Progetto di Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI), 1999

Parco Adda Sud, P.T.C., Piano di settore "Fiume e Fasce Fluviali", primo stadio di approfondimento, 1995

Provincia di Cremona, Ass. Agricoltura, Servizio Prov. del Suolo, Quaderno agro-ambientale n.3 Catalogo dei suoli cremonesi, 1998

Provincia di Cremona, Ass. Agricoltura, Servizio Provinciale del Suolo, 1997, Carta delle componenti geo-ambientali del territorio cremasco scala 1:25000 ridotta

USDA, Soil Conservation Service, Keys to Soil Taxonomy, 1994