

Dott. Flavio Rossini  
Geologo

# **COMUNE DI ALSERIO**

PROVINCIA DI COMO

## **STUDIO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO, IDROGEOLOGICO E SISMICO A SUPPORTO DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO P.G.T.**

L.R. 12/05 – D.G.R. N°8/1566 del 22/12/2005

### ***RELAZIONE GEOLOGICA E NORME TECNICHE DI ATTUAZIONE***

**GIUGNO 2008**

Relatori : Dott. Geologo Flavio Rossini

Dott. Geologo M.Cristina Locatelli

Dott. Geologo Samuele Azzan

## INDICE

<b>1 PREMESSA</b>	pg. 3
1.1 METODOLOGIA DI LAVORO	pg. 5
<b>2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DELL' AREA</b>	pg. 6
<b>3 CARATTERI GEOLOGICI E STRUTTURALI</b>	pg. 7
DEPOSITI POST-GLACIALI RECENTI E ATTUALI	pg. 9
DEPOSITI QUATERNARI WURMIANI	pg. 11
DEPOSITI QUATERNARI PRE-WURMIANI	pg. 11
SUBSTRATO	pg. 12
3.1 CARTA GEOLOGICA	pg. 13
<b>4 CARATTERI GEOMORFOLOGICI</b>	pg. 17
4.1 PROCESSI GEOMORFICI	pg. 17
<b>5 ASPETTI CLIMATICI</b>	pg. 24
<b>6 IDROGRAFIA ED IDROGEOLOGIA</b>	pg. 24
6.1 LE RISORSE IDRICHE DI ALSERIO	pg. 31
6.3 CARTA IDROGEOLOGICA E DELLA PERMEABILITA'	pg. 32
<b>7 CARTA DI SINTESI</b>	pg. 33
<b>8 CARTA DEI VINCOLI</b>	pg. 35
<b>9 ANALISI SISMICA</b>	pg. 37
9.1 CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	pg. 41
9.2 NORMATIVA SISMICA	pg. 42
<b>10 CARTA DI FATTIBILITA' E DELLE AZIONI DI PIANO</b>	pg. 43
<b>11 NORME GEOLOGICHE D' ATTUAZIONE</b>	pg. 49
11.1 NORME GENERALI	pg. 49
11.2 CLASSI DI FATTIBILITA' – NORME GEOLOGICHE DI ATTUAZIONE	pg. 53

## 1. PREMESSA

Il Comune di Alserio (Como), nell'ambito della redazione del Piano di Governo del Territorio, ha affidato al Dr. Geol. Flavio Rossini l'incarico di effettuare un'indagine geologica, geologico-tecnica ed idrogeologica, al fine di definire la componente geologica nella pianificazione comunale, tale da fornire un valido supporto agli estensori del P.G.T.

L'indagine è stata eseguita secondo le direttive della D.G.R. n°. 8/1566 del 22 Dicembre 2005 “ Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano del Governo del Territorio”, in attuazione dell'articolo 57, comma 1, della L.R. n° 12 dell'11 Marzo 2005.

Lo studio si è sviluppato secondo le seguenti fasi:

- 1<sup>a</sup> FASE: raccolta ed analisi dei dati geologici, strutturali, geomorfologici, idrogeologici, idrologici, ambientali e di vincolista esistenti in bibliografia e reperibili presso gli uffici dell'Amministrazione comunale
- 2<sup>a</sup> FASE: indagini in sito per il rilevamento di nuovi dati e la verifica di quelli raccolti durante la 1<sup>a</sup> FASE;
- 3<sup>a</sup> FASE: elaborazione dei dati raccolti e stesura di carte tematiche di base, di dettaglio e di sintesi estese a tutto il territorio comunale. Più in particolare sono state redatte le seguenti carte:

carta geologica	scala 1:5.000
sezioni geologiche	scala 1:5.000/2.000
carta geomorfologica	scala 1:5.000
carta idrogeologica	scala 1:5.000
carta di sintesi	scala 1:5.000
carta dei vincoli	scala 1:2.000

Dott. Flavio Rossini  
Geologo

carta della pericolosità sismica locale                      scala 1:5.000

carta di fattibilità geologica per le azioni di piano    scala 1:2.000

- 4<sup>a</sup> FASE: stesura di una relazione finale, che riassume i risultati raggiunti nelle fasi precedenti.

## 1.1 METODOLOGIA DI LAVORO

Il lavoro è consistito nel rilevamento geologico, strutturale, geomorfologico ed idrogeologico in scala 1:5.000 di tutto il territorio comunale di Alserio, tenendo in particolare riguardo gli ambiti urbanizzati o potenzialmente interessati da una progettazione urbanistica;

Nella fase preliminare si è proceduto alla ricerca, raccolta ed analisi attenta e critica dei dati bibliografici esistenti che è stato possibile reperire e/o consultare direttamente presso gli uffici dell'Amministrazione Comunale ed altri Enti Pubblici e Privati.

Da questa base di partenza si è proceduto, successivamente, ad una verifica diretta dei dati bibliografici esistenti mediante l'esecuzione di un rilevamento di campagna che ha permesso un'ulteriore acquisizione di dati necessari alla successiva loro elaborazione e alla stesura delle carte tematiche di base (carta geologica, geomorfologica ed idrogeologica) e derivate (sintesi).

La valutazione critica di tutti i dati presenti nella cartografia sopra citata, unitamente all'acquisizione della vincolistica vigente nel territorio comunale ed alla valutazione dello stato di fatto antropico, ha permesso la compilazione delle carte dei vincoli e della fattibilità geologica e delle azioni di piano

Sulla base della vigente normativa sismica è stata infine realizzata una **Carta della pericolosità sismica locale (PSL)** al fine di caratterizzare del punto di vista sismico il territorio comunale di Alserio

## 2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DELL'AREA

Il territorio comunale di Alserio ricopre una superficie di circa 1,3 km<sup>2</sup> ; è situato nella zona centro-meridionale della Provincia di Como ed i suoi confini amministrativi sono di seguito elencati:

Zona Nord :	Comune di Albavilla
Zona Ovest :	Comune di Orsenigo
Zona Sud-Est :	Comune di Anzano del Parco
Zone Est, Nord-Est :	Sponda del Lago di Alserio

Dal punto di vista geografico, il territorio comunale risulta ubicato in corrispondenza del settore centro-settentrionale della Brianza, territorio collinare montuoso confinante a Nord con la Piana Erbese e a Sud con la pianura della Brianza milanese.

In dettaglio, il territorio comunale di Alserio risulta delimitato ad Ovest, da Nord a Sud, dalla cerchia morenica di Tassera-Anzano che prosegue sino a Cascina Belvedere, a meridione dalla valle a Sud di Ginasca che costituisce il limite comunale con Anzano del Parco, ad Est Nord-Est con il Lago di Alserio.

Il settore maggiormente urbanizzato del territorio comunale è situato in corrispondenza delle colline moreniche, ma il centro storico vero e proprio si trova ai piedi della cerchia morenica di Galgiana, ad Ovest della strada provinciale Erba-Alserio-Anzano del Parco. Le aree pianeggianti prospicienti il lago sono pressoché prive di edifici anche perché legate alla vincolistica del Parco Naturale.

Le altitudini nel territorio comunale di Alserio vanno da un massimo di 344,4 m s.l.m. (Cerchia di Anzano) ad un minimo di 261,9 m s.l.m. (riva del Lago).

### 3. CARATTERI GEOLOGICI E STRUTTURALI

Nel territorio comunale di Alserio , affiorano esclusivamente formazioni detritiche di origine continentale essendo il substrato roccioso, successione calcarea del margine prealpino, confinato a notevole profondità nel sottosuolo ed affiorante in superficie per un'area di estensione limitata nella zona Sud-Est del territorio comunale.

I terreni affioranti sono principalmente di natura morenica depositati dai ghiacciai quaternari, in particolare durante la fase glaciale Wurmiana, ad edificare l' anfiteatro morenico del Lambro che cinge la depressione erbese entro cui sono incastonati i laghetti prealpini di Alserio, Pusiano, Annone.

Il glaciale Wurm rappresenta l'ultima delle grandi glaciazioni che hanno interessato il territorio prealpino nel corso del periodo Quaternario antico (Pleistocene); in seguito al ritiro dei ghiacci dalla regione in esame i materiali detritici in carico ai ghiacciai sono stati abbandonati ad edificare le colline moreniche che caratterizzano il territorio pedemontano alto lombardo.

Nel momento di massima espansione il ghiacciaio wurmiano, nel suo braccio discendente dalla Vallassina , si spingeva ad occidente sino ad Albavilla dove, in seguito ad ablazione dei ghiacci stessi, ha edificato l'imponente cerchia morenica Tipica la cui cresta sommitale, modellata in terrazzo, si eleva sino ai 430 mt s.l.m. del nucleo storico di Villalbese. La cerchia morenica Tipica, dipartendosi dal pedemonte prealpino, è identificabile nel territorio dell'alta Brianza comasca nel suo svilupparsi attraverso il colle di Saruggia - Orsenigo - Alzate - Lurago – ecc. Tra Orsenigo e Villa Turati è presente una rottura di continuità nella cerchia Tipica attraverso cui si scaricavano le acque di fusione del ghiacciaio con il loro carico di materiali lapidei che hanno originato i depositi diluviali wurmiani.

Ritirandosi i ghiacciai dalla regione, per fusione degli stessi in seguito a variazioni climatiche, si venne a delineare la depressione erbese bordata dalle colline moreniche; il ritiro dei ghiacciai avvenne in fasi alterne di regressione con momenti di ripresa o stasi del glacialismo; in concomitanza di queste fasi di stasi o ripresa glaciale, alla

fronte dei ghiacciai stessi vennero edificate delle cerchie moreniche minori, o cerchie interne, che ancor oggi sono rilevabili sul pendio digradante dalla cerchia Tipica di Albavilla verso la conca erbese.

Queste cerchie Interne constano di tre ordini identificabili, procedendo da oriente ad occidente, come cerchia di Carbusate-Parzano, cerchia di Anzano-Tassera-Carcano e cerchia più interna di Ginasca-C.na Galgiana-Carcano inferiore.

Tra le cerchie moreniche interne, identificabili per la loro rilevanza morfologica sull'andamento generale del pendio, ed il pendio della cerchia immediatamente esterna, sono generalmente presenti delle aree subtabulari, più o meno ampie, sovente incise da profondi valloni; data la natura del suolo, prevalentemente limoso-argilloso e scarsamente drenante, queste regioni sono sovente caratterizzate da ristagni delle acque meteoriche nelle aree morfologicamente più depresse.

Alla base della cerchia morenica più interna, in particolare dove questa è incisa da profonde valli, al di sotto dei terreni morenici wurmiani, caratterizzati dalla miscellanea di blocchi, ciottoli e ghiaie eterodimensionali e di differente natura petrografica annegati caoticamente in una matrice più o meno prevalente di natura limoso-argillosa grigia, affiorano dei litotipi conglomeratici a cementazione più o meno diffusa, sino a passare a sabbie e ghiaie sciolte, che vengono distinti come " Formazione del Ceppo " e la cui deposizione è imputata ad una fase diluviale antecedente al Wurm ( Fluvioglaciale Gunz ? ).

Per concludere la bassa pianura interclusa alle colline moreniche è caratterizzata dalla presenza del Lago di Alserio impostato entro i terreni in parte alluvionali in parte dilavati dai rilievi circostanti in epoca tardo-post glaciale e successivamente ricoperti dai depositi lacustri torbosi; litologicamente questi terreni, depositi alluvionali e lacustri recenti ed attuali, sono prevalentemente costituiti da sabbie fini, limi ed argille tra loro variamente interstratificati e generalmente fortemente organici almeno nelle loro parti più superficiali e prospicienti il lago.

La conca del lago di Alserio venne a formarsi a seguito della profonda depressione prodotta, all'interno dei sedimenti fluvio-glaciali mindelliani e rissiani, dall'escavazione operata dal ghiacciaio wurmiano proveniente da Valmadrera. Il ghiacciaio produsse un



avvallamento che veniva a comprendere tutto il settore tra Civate ed Alserio e su cui successivamente si è depositato il conoide del Lambro che ha suddiviso il territorio nei laghi di Pusiano ed Alserio. Quindi il ghiacciaio del Lario proveniente da Como non interessa direttamente la formazione della conca lacustre di Alserio, determinando invece la formazione di quella di Montorfano, ed i sedimenti spostati e trasportati dal ghiacciaio comasco hanno raggiunto solo marginalmente il settore occidentale del bacino lacustre di Alserio, venendo tuttavia a formare le colline moreniche su cui sorge gran parte dell'abitato.

Di seguito si dà una breve descrizione dei principali litotipi riconosciuti.

### **DEPOSITI POST-GLACIALI RECENTI ED ATTUALI**

Si tratta di depositi legati a processi deposizionali instauratisi successivamente al ritiro definitivo del ghiacciaio, in condizioni ambientali paragonabili alle attuali. Essi coprono in discordanza i depositi quaternari wurmiani.

**Depositi lacustri attuali e recenti:** si tratta di argille, argille limose e limi argillosi, a volte laminati e con possibili intercalazioni con livelli torbosi. Sono presenti nelle aree limitrofe al lago e rappresentano il limite di esondabilità del lago. Questi depositi si formano per decantazione in zone non disturbate dalle correnti delle particelle limose ed argillose presenti in sospensione nelle acque superficiali. I livelli torbosi sono dovuti all'accumulo in particolari orizzonti o lenti di sostanze organiche di prevalente origine vegetale, ancora attualmente non mineralizzate dai processi di diagenesi del sedimento. Non si conosce lo spessore e pertanto neppure il limite stratigrafico inferiore di tali depositi; lateralmente sono eteropici coi depositi lacustri recenti.

**Depositi di conoide :** sono costituiti da ghiaie e sabbie in matrice sabbioso-limosa più o meno abbondante, con graduale diminuzione della granulometria dall'apice del conoide verso l'esterno. Sono legati alla progressiva perdita di energia del corso d'acqua legata essenzialmente ad una diminuzione di pendenza nell'alveo dello stesso, al passaggio da zone di versante a zone di pianura.

Questi depositi formano il conoide individuato allo sbocco della valle che lambisce ad Ovest e a Sud la collina di villa Cramer; il conoide è eteropico ad Est con i depositi lacustri. Un secondo conoide di estensione minore si individua allo sbocco nel lago del corso d'acqua che attraversa il centro storico di Alserio.

## **DEPOSITI QUATERNARI WURMIANI**

Si tratta di tutti quei depositi quaternari legati in modo più o meno diretto alla presenza in queste aree del fronte glaciale durante l'ultima delle grandi glaciazioni, la glaciazione wurmiana. Tali depositi ricoprono in discordanza il substrato roccioso e i depositi prewurmiani e sono ricoperti in discordanza dai depositi recenti ed attuali.

**Alluvioni terrazzate (at)** : sono costituite principalmente da sabbie, sabbie limose e ghiaie, in alternanze lenticolari ad andamento irregolare. Tali depositi sono individuabili per la loro morfologia terrazzata, in aree alla base delle colline moreniche. In parte questi depositi hanno un'origine fluvio-glaciale poiché sono legati alla presenza di scaricatori sottoglaciali che hanno rielaborato i depositi glaciali di fondo prima di fuoriuscire dalla fronte del ghiacciaio, in parte, nelle aree pianeggianti, sono eteropici con lenti di depositi lacustri argilloso-limosi.

Localmente questi terreni sono ricoperti da colluvium pellicolare proveniente dal dilavamento degli apparati morenici di monte; si ritiene che il colluvium possa essere assimilato a delle vere e proprie paleofrane originatesi per lo scalzamento alla base dei settori più superficiali degli apparati morenici. L'origine di queste paleofrane viene imputata all'azione dilavante delle acque sotterranee circolanti all'interno dei depositi clastici morenici.

Questi depositi, poggiano in discordanza sulle argille del Villafranchiano nelle aree di erosione del "Ceppo"

**Depositi fluvio-glaciali (fg)** : sono costituiti da ghiaie e sabbie più o meno limose a clasti poligenici arrotondati, più o meno pulite e disposte in lenti e strati. Sono legati alla rielaborazione del materiale glaciale ad opera delle acque di fusione e vengono a costituire le piane fluvio-glaciali intramoreniche dovute alla presenza dello scaricatore

che fuoriesce dalla fronte del ghiacciaio o di scaricatori sottoglaciali che rielaborano i depositi glaciali di fondo prima di fuoriuscire dalla fronte del ghiacciaio.

In alcuni settori questi depositi sono ricoperti da sottile colluvium argilloso-limoso derivante dal dilavamento dei versanti collinari morenici; in queste aree si possono verificare ristagni d'acqua.

**Depositi morenici (mo)** : si tratta di depositi di origine glaciale che formano i dossi morenici di Tassera-Anzano e Galgiano-Ginasca. Litologicamente sono costituiti da una miscellanea caotica di ciottoli, di dimensione e natura eterogenee, immersi in un'abbondante matrice limoso-argillosa con alternanza di lenti sabbiose sciolte in cui circolano le acque che scaricano verso valle. I clasti sono costituiti prevalentemente da litotipi di origine alpina e prealpina, gneiss, micascisti, serpentini e granitoidi, cui si associano clasti di chiara provenienza dalla disgregazione del substrato roccioso locale e che sono costituiti da calcari, calcari marnosi e selci .

La loro natura in parte cristallina testimonia come il loro territorio di provenienza appartenga ai settori più settentrionali del bacino lariano e della Valtellina, dove affiorano rocce del basamento cristallino. Essi sono infatti il prodotto del trasporto e dell'accumulo laterale, derivato dall'esarazione glaciale dei versanti, ad opera dei ghiacciai che occupavano il territorio in esame durante la glaciazione wurmiana.

## **DEPOSITI QUATERNARI PRE-WURMIANI**

Rappresentano tutti quei depositi quaternari precedenti alla fase glaciale wurmiana.

**Formazione del “Ceppo”** : è costituita da conglomerati cementati di originaria deposizione fluviale, formati da ghiaie e sabbie in lenti, con intercalazioni limose e sabbioso-limose più o meno abbondanti e con grado di cementazione variabile. Localmente si possono rinvenire livelli sciolti. Affiora all'interno della valle che lambisce il dosso di Villa Cramer e, data la morfologia dell'area, si può considerare subaffiorante in tutto il solco torrentizio

Probabilmente il conglomerato del “Ceppo” costituisce l’ossatura del dosso morenico di Carcano inferiore-Galgiana-Ginasca. Esso poggia sulle argille del Villafranchiano, per analogia con aree limitrofe; infatti le argille villafranchiane non affiorano nel territorio di Alserio.

## **SUBSTRATO ROCCIOSO**

Rappresenta il substrato roccioso cretacico affiorante nel territorio.

**Selcifero Lombardo – Rosso ad Aptici (RA)** (Kimmeridgiano-Titoniano Sup.) : si tratta di alternanze ritmiche di strati sottili di calcari marnosi, marne calcaree e marne con selci in noduli e liste; talvolta sono presenti interstrati argillitici. Presentano un colore rosso talora con chiazze verdastre; le selci sono di colore rosso-bruno.

Affiorano nel limite orientale del territorio comunale lungo lo spaccato stradale; l’intero dosso a monte di questo intaglio è costituito da eluvium della medesima formazione che ricopre con esigui spessori il substrato roccioso stesso.

### 3.1 CARTA GEOLOGICA

Tutti i dati di campagna e i dati bibliografici raccolti sono stati riportati nella **Tavola N. 1 - “Carta geologica”**, redatta in scala 1:5.000 dove si possono riconoscere le diverse Unità litologiche sia rocciose che terrigene individuate sul territorio comunale di Alserio.

Sulla carta vengono inoltre delimitate le aree a caratteristiche geotecniche omogenee individuate sulla base di indagini già svolte sul territorio comunale e su dati reperiti sulla cartografia ufficiale e presenti in letteratura.; la caratterizzazione geotecnica è stata eseguita confrontando i principali parametri geotecnici dei terreni superficiali e cioè angolo di attrito, coesione e coefficiente di permeabilità. I terreni sono stati divisi in classi omogenee per caratteristiche geotecniche.

Le *Classi* vengono distinte in due diverse categorie una per i depositi superficiali, l'altra per il substrato roccioso.

#### **CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI DEPOSITI SUPERFICIALI:**

##### **TERRENI A CARATTERISTICHE GEOTECNICHE BUONE**

Sono rappresentati dai depositi di Detrito di Conoide e da Depositi fluvioglaciali e sono costituiti da depositi ghiaioso-sabbiosi in cui può essere presente della matrice fine costituita da limo. Presentano parametri geotecnici e drenaggio generalmente buoni a influenzati comunque dalla percentuale del contenuto in materiali fini. Nell'area studiata sono presenti immediatamente a Nord del nucleo storico di Alserio dove formano la conoide della valle che scende da Tassera e lambisce il dosso di Villa Cramer; caratterizzano inoltre la piccola conoide a lago dell'impluvio che attraversa il centro storico.

##### **Parametri geotecnici medi:**

- peso di volume  $\gamma = 1.9 \text{ ton/mc}$
- angolo di attrito  $\phi = 30^\circ - 35^\circ$
- permeabilità  $k = > 10^{-2} \text{ cm/sec}$

## **TERRENI A CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DISCRETE**

Comprendono essenzialmente i depositi morenici, costituiti da terreni clastici con ciottoli con percentuale variabile di matrice sabbioso-limosa; generalmente sono caratterizzati da un buon grado di addensamento che conferisce al deposito discrete caratteristiche geotecniche .

Evidentemente essendo questi depositi caratterizzati da estrema eterogeneità tessiturale anche le caratteristiche geotecniche possono variare sensibilmente a seconda del prevalere di una matrice più o meno abbondante o più o meno sabbiosa o limoso-argillosa . Presentano un drenaggio da medio a scarso.

### **Parametri geotecnici medi:**

- peso di volume  $\gamma = 1.8 - 1.9 \text{ ton/mc}$
- angolo di attrito  $\phi = 25^\circ \div 30^\circ$
- permeabilità  $k = 10^{-4} < K < 10^{-2} \text{ cm/sec}$
- Coesione  $C_u = 0.0 - 5.0 \text{ T/m}^2$

## **TERRENI A CARATTERISTICHE GEOTECNICHE MEDIOCRI**

Comprendono essenzialmente le alluvioni terrazzate e sono posizionate lungo una fascia che si estende nella parte centrale del territorio comunale di Alserio alla base delle colline moreniche; sono costituiti da sabbie, sabbie limose e ghiaie, in alternanze lenticolari ad andamento irregolare che conferiscono al deposito caratteristiche geotecniche mediocri. Presentano un drenaggio da medio a scarso.

### **Parametri geotecnici medi:**

- \* peso di volume  $\gamma = 1.7 - 1.8 \text{ ton/mc}$
- \* angolo di attrito  $\phi = 23^\circ \div 28^\circ$
- \* permeabilità  $k = 10^{-4} < K < 10^{-2} \text{ cm/sec}$
- \* Coesione  $C_u = 0.5 - 1.5 \text{ T/m}^2$

## **TERRENI A CARATTERISTICHE GEOTECNICHE SCADENTI**

Comprendono le aree caratterizzate da tutti quei depositi di origine lacustre che si caratterizzano per una elevata percentuale di materiali fini argilloso-limosi e che localmente possono passare a vera e propria torba con contenuto organico vegetale. Si tratta di materiali con caratteristiche geotecniche da scarse a pessime e sono caratterizzati da un drenaggio scarso e da locali ristagni d'acqua. Sono ubicati nelle zone limitrofe al bacino lacustre di Alserio

### **Parametri geotecnici medi:**

- \* peso di volume  $\gamma = 1.5 - 1.7 \text{ ton/mc}$
- \* angolo di attrito  $\phi = 20^\circ \div 25^\circ$
- \* permeabilità  $k = < 10^{-4} \text{ cm/sec}$
- \* coesione non drenata  $C_u = 0.8 - 1.2 \text{ T/m}^2$

## **CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEL SUBSTRATO ROCCIOSO E DEI DEPOSITI ELUVIO-COLLUVIALI**

## **TERRENI A CARATTERISTICHE GEOMECCANICHE BUONE**

Comprendono le rocce affioranti ascrivibili alle conglomerati del "Ceppo" e gli strati di "Rosso ad Aptici"..Presentano in generale caratteristiche geomeccaniche da medie a buone; tuttavia localmente possono presentare caratteristiche geomeccaniche da scadenti a discrete in funzione di un locale elevato grado di fratturazione. Possiedono un drenaggio di tipo secondario per fessurazione

### **Parametri geotecnici medi:**

- \* peso di volume  $\gamma = 2.3 \text{ ton/mc}$
- \* angolo di attrito  $\phi = >35^\circ$

## **TERRENI A CARATTERISTICHE GEOTECNICHE SCADENTI**

Comprendono i depositi eluvio-colluviali che ricoprono il substrato roccioso e sono costituiti da terreni a composizione granulometrica variabile principalmente sabbiosa con percentuali molto variabili di materiali coesivi ed anche incoerenti. Ricoprono con spessori piuttosto contenuti il substrato roccioso. Le caratteristiche geotecniche variano da medie a scarse in base alla matrice predominante e il drenaggio è solitamente medio-scarso.

### **Parametri geotecnici medi:**

- \* peso di volume  $\gamma = 1.8 \text{ ton/mc}$
- \* angolo di attrito  $\phi = 20^\circ \div 25^\circ$
- \* Coesione  $C_u = 1.0 - 4.0 \text{ T/m}^2$

Nella carta vengono inoltre evidenziati le indagini in situ effettuate nel territorio comunale. Più precisamente vengono riportati:

- prove penetrometriche dinamiche ( $P_7$ )
- relazioni geologiche e geotecniche (R)

Inoltre vengono riportati gli elementi strutturali presenti nel territorio comunale e più in particolare:

- giacitura degli strati

Nella “TAVOLA N. 1A - *Sezioni geologiche*, si riportano le sezioni interpretative che mostrano i rapporti stratigrafici esistenti tra le diverse formazioni



#### 4. CARATTERI GEOMORFOLOGICI

La morfologia del territorio di Alserio è principalmente controllata da fattori legati agli agenti morfogenetici quali i ghiacciai, le acque superficiali e profonde, il lago, il clima e, non ultimo, l'intervento antropico.

In particolare i ghiacciai hanno modellato il paesaggio erodendo, trasportando e depositando il loro carico di detriti e conferendo al territorio morfologie dolci e collinari costituite da dossi morenici di forma allungata, terrazzati verso lago.

Nella carta geomorfologica, in scala 1:5.000, riferita all'intero territorio comunale, sono stati distinti, mediante campiture e simboli, gli elementi che compongono il paesaggio fisico ed i processi geomorfici in atto, quiescenti o potenziali.

##### 4. 1 PROCESSI GEOMORFICI:

###### **Riporti (r):**

sono le aree dove l'intervento antropico è tale da obliterare i precedenti processi geomorfici che hanno interessato il territorio. Si tratta di aree nelle quali si è intervenuti essenzialmente con livellamenti e riporti, non apportando tuttavia sostanziali modifiche alla morfologia originaria del terreno, ma rendendolo poco permeabile.

###### **Aree urbanizzate :**

sono zone coperte dall'edificazione, dalla rete viaria, da piazzali e cortili; si tratta di aree nelle quali si è intervenuti con scavi, livellamenti, riporti, pavimentazioni ed edificazioni in genere, apportando consistenti modifiche alla morfologia originaria del terreno, e talvolta rendendolo anche sostanzialmente impermeabile.

###### **Aree a prevalente morfologia delle acque superficiali:**

sono gli ambiti di diretta pertinenza dei corsi d'acqua superficiali (torrenti, ruscelli ed impluvi) ai quali possono essere associati fenomeni erosivi (cedimenti spondali, con formazione di ripide scarpate d'erosione e smottamenti), di trasporto e, più limitatamente, di sedimentazione. Nel territorio rilevato sono presenti numerosi

impluvi, in parte regimati con canalizzazioni, in parte intubati. Questi impluvi solcano i dossi morenici a monte ed hanno il loro recapito finale nel lago. I due principali sono la valle che lambisce la collina di Villa Cramer e l'impluvio al limite comunale Sud con Anzano del Parco.

### **Aree di conoide :**

si tratta di aree convesse, dolcemente acclivi, che si aprono "a ventaglio" allo sbocco dei corsi d'acqua; esse sono originate dalla sedimentazione del materiale solido trasportato dalle correnti torrentizie e da queste stesse sono modellate. Comunemente le conoidi sono caratterizzate da sedimenti sciolti, prevalentemente molto grossolani all'apice e più fini nelle parti distali (comunque ghiaiosi) e dall'estrema mobilità degli alvei, quando non siano artificialmente contenuti. Nel territorio di Alserio sono state indicate come aree appartenenti a questa categoria il conoide formato dalla valle che lambisce il dosso morenico di Villa Cramer e quello più piccolo, con sbocco a lago, formato dall'impluvio che attraversa il centro storico.

### **Aree a prevalente morfologia lacustre :**

si tratta di aree in cui la forma del territorio è legata all'azione recente ed attuale di decantazione e deposito operata dalle acque del Lago di Al serio, in corrispondenza di zone non disturbate dalle correnti; i settori prossimi al lago sono in parte interessati da fenomeni di esondazione delle acque. Si tratta generalmente di aree pianeggianti, con zone paludose e/o acquitrinose su cui cresce una vegetazione a canneto.

### **Aree a prevalente morfologia fluvio-lacustre:**

corrispondono alle aree terrazzate situate ai piedi dei dossi morenici più vicini al lago; su queste aree sorge il nucleo storico di Alserio e pertanto, in questo settore, alla morfologia originaria è sovrainpressa quella antropica. In queste zone di passaggio tra il lacustre ed il morenico la forma del territorio è da imputare alla concomitanza di azioni legate al rimaneggiamento degli apparati glaciali di fondo ad opera di scaricatori sottoglaciali e azioni legate alla deposizione operata dal lago. Non è da escludere per queste aree anche l'azione gravitativa; infatti si ritiene che i depositi che in parte ricoprono queste zone siano stati messi in posto in seguito a paleofrane originatesi per lo scalzamento alla base dei settori più superficiali degli apparati morenici.

**Aree a prevalente morfologia fluvioglaciale :**

si tratta di forme originatesi dal rimaneggiamento di terreni morenici operato dalle acque di antichi corsi d'acqua allo scioglimento dei ghiacciai quaternari. Esse sono articolate in pianori e terrazzamenti che li delimitano, costituite da depositi fluvioglaciali sciolti. Rappresentano le conche pianeggianti intramoreniche del territorio. Se coperte da materiali argilloso-limosi lisciviati dai dossi morenici, possono presentare fenomeni di ristagno delle acque.

**Aree a prevalente morfologia glaciale :**

si tratta in genere di zone in cui il rimodellamento operato dai ghiacciai ha creato forme di accumulo ben distinguibili sul terreno quali i dossi ed i cordoni morenici. Sono colline a morfologia dolce, con sommità pianeggianti, costituite da terreni granulari sciolti di origine morenica. Il fronte verso lago della collina di Galgiana presenta fenomeni di dissesto, con erosione del ciglio superiore e frane anche recenti dovute alla venuta a giorno di orizzonti sabbiosi acquiferi intercalati alla compagine morenica compatta di matrice limoso-argillosa.

**Aree a prevalente morfologia strutturale :**

sono state indicate con apposita campitura le limitate aree in cui il substrato roccioso è affiorante o subaffiorante (limite estremo orientale del territorio) e quelle in cui è presente la Formazione del "Ceppo" (valle che lambisce la collina di Villa Cramer); si tratta di versanti prevalentemente rocciosi, con pendenze generalmente elevate e suoli poco sviluppati o assenti. La morfologia del versante è controllata dalle caratteristiche litologiche della roccia (competenza, erodibilità) e dal suo assetto strutturale (spaziatura e giacitura della stratificazione, stato di fratturazione). Le forme predominanti sono il risultato delle azioni dei cicli di gelo e disgelo, della forza disgregante degli apparati radicali delle piante, della forza di gravità. Queste azioni si manifestano essenzialmente con stacco di blocchi dagli orli delle scarpate rocciose. Queste aree, vista l'esigua estensione o la posizione defilata rispetto al centro cittadino, sono di scarsa importanza per il territorio di Alserio.

## *FORME DI VERSANTE*

Sono legate a processi dinamici che interessano i versanti impostati sia su substrato roccioso che su terreni di copertura. Tali processi sono innescati principalmente dalla gravità, che agisce come causa primaria nella modellazione ed evoluzione dei versanti; cause secondarie, agenti in concomitanza con la gravità, sono l'azione erosiva delle acque non incanalate, l'erosione al piede dei versanti e degli accumuli di frana quiescenti, ma riattivabili, le variazioni del contenuto d'acqua sia nei terreni che nelle fratture delle rocce e l'azione del gelo e disgelo (fenomeni criogenici).

Tra le forme di versante è possibile riconoscere:

### **Orlo di terrazzo morfologico:**

con questa simbologia sono stati indicati i salti di pendio e le balze disposti lungo i versanti delle colline moreniche di Alserio; anche le alluvioni terrazzate ai piedi delle colline sono modellate a terrazzo. Queste forme rappresentano fronti lungo i quali il terreno può trovarsi in situazione instabile e tende a franare verso i piedi dei versanti. Spesso sono modificati dall'uomo e costituiscono terrapieni sostenuti da muri a secco, costruiti per uso agricolo.

### **Nicchia di frana:**

questa simbologia indica movimenti di masse di terra con traslazione improvvisa e rapida, nei quali gioca un ruolo determinante la presenza di acqua di infiltrazione nei livelli sabbiosi sciolti intercalati a quelli argilloso-limosi compatti o di acqua ruscellante. In questi ambiti, anche dopo il distacco principale, permangono di regola elementi di instabilità che richiedono particolare attenzione. Nel territorio di Alserio si rinvennero lungo il fronte in erosione precedentemente citato che rappresenta il ciglio superiore della collina di Galgiana.

### **Stacco di blocchi:**

con questo simbolo sono state indicate le aree sorgenti di questi fenomeni che si manifestano con caduta di blocchi rocciosi isolati. Si verificano sulle scarpate rocciose

a causa delle elevate pendenze e dell'intensa fratturazione dell'ammasso roccioso. Le uniche scarpate rocciose affioranti sono situate all'interno della valle che lambisce la collina di Villa Cramer, dove dal conglomerato del "Ceppo", se sciolto o fratturato, possono innescarsi fenomeni di questo tipo; inoltre si possono verificare distacchi anche per la scarpata di calcari marnosi selciferi situata al limite comunale orientale.

### *FORME FLUVIALI E LACUSTRI*

Sono forme generate dall'azione delle acque incanalate, delle acque superficiali e delle acque di infiltrazione in terreni e fessure rocciose, nonché dalle acque di falda e del lago di Alserio.

#### **Sorgenti libere e captate:**

si tratta di emergenze di acque sotterranee che nel territorio di Alserio sono di importanza rilevante poiché sono state captate dall'uomo per alimentare l'acquedotto comunale, quello Brianteo e l'acquedotto di Albavilla; le loro caratteristiche e le tipologie degli acquiferi sono descritte di seguito, nel capitolo dedicato alla idrogeologia.

#### **Pozze:**

sono state indicate le pozze e i laghetti anche artificiali situati nelle aree lacustri paludose limitrofe alla sponda del lago di Alserio. Si tratta in genere di piccoli bacini di forma subcircolare alimentata dalla falda freatica del lago che in queste zone si trova a poca profondità o dagli impluvi che scendono dalle colline moreniche verso lago.

#### **Ristagni:**

vengono segnalate le zone in cui i terreni sono di regola intrisi d'acqua per effetto della presenza di emergenze diffuse e/o per la bassa permeabilità dei terreni stessi. Al fenomeno in genere consegue uno scadimento della qualità geotecnica dei terreni e del loro grado di stabilità. Nel territorio di Alserio si verificano ristagni nelle aree paludose della piana lacustre e fluvio-lacustre, ma anche nelle conche intramoreniche dove i depositi fluvioglaciali sono ricoperti da colluvium pellicolare limoso-argilloso di lisciviazione dei pendii morenici attigui.

**Bassa soggiacenza della falda:**

corrispondono a quelle aree dove la falda si trova prossima al piano campagna e pertanto un'eventuale utilizzazione di quei terreni deve tener conto del fenomeno qualora venissero realizzati piani interrati. Corrispondono alle aree della piana lacustre, ma anche le zone pianeggianti del conoide sito a Nord del nucleo storico di Alserio dove sorgono le scuole comunali. Sono aree ad elevata vulnerabilità dell'acquifero sottostante e quindi un eventuale scavo in queste zone potrebbe causare l'interazione con le acque di falda del lago.

**Idrografia superficiale:**

sono state evidenziate le linee di deflusso delle acque superficiali tra cui gli impluvi principali che solcano il territorio comunale di Alserio. Tutti i corsi d'acqua del territorio di Alserio hanno come recapito il lago. Alcuni impluvi sono incubati nei tratti urbani, altri vengono incanalati e regimati.

**Lago di Alserio:**

si è indicato con simbologia opportuna il tratto di lago comunale. La struttura geologica del lago di Alserio è stata trattata nel capitolo dedicato alla geologia della zona, mentre il suo bilancio idrico si tratterà più diffusamente nel capitolo dedicato all'idrogeologia; a questi capitoli si rimanda per una caratterizzazione più approfondita.

*FORME GLACIALI*

Sono forme fossili che possono essere sia di erosione che di accumulo, derivanti dall'azione dei ghiacciai quaternari e delle acque, incanalate e non, ad essi correlate.

**Cordoni morenici :**

sono forme di accumulo costituite dallo stesso materiale dei depositi morenici, ma rispetto a questi ultimi, presentano una morfologia ben definita, di forma allungata e stretta e di spessore maggiore. Costituiscono tutte le sommità delle colline di Alserio

riassumibili nella cerchia morenica di Anzano-Tassera-Carcano e cerchia più interna di Ginasca-C.na Galgiana-Carcano inferiore.

**Massi erratici:**

sono forme di accumulo costituite da blocchi di dimensioni anche notevoli, di natura serpentinitica o granitico-gneissica. Essi sono stati trasportati dai ghiacciai e, dopo lo scioglimento di questi, sono rimasti in equilibrio sui versanti meno inclinati; frequentemente sono rinvenibili alla superficie del terreno liberati, ad opera delle acque battenti o di ruscellamento, dai materiali detritici più fini entro cui originariamente erano annegati. Sono presenti in alcuni punti del territorio comunale di Alserio, in corrispondenza dei terreni morenici.

*FORME ANTROPICHE*

Vengono create da azioni di modificazione del paesaggio ad opera dell'uomo (es. rilevati o intagli stradali, discariche di inerti, muri di sostegno, canalizzazioni ecc.).

**Riporti e discariche d'inerti:**

si tratta di accumuli di materiali inerti dovuti principalmente a sbancamenti dell'edilizia. Data la loro esigua estensione non vengono rappresentati in carta con campiture, ma con un simbolo.

**Alveo incanalato e alveo intubato:**

corrispondono ai tratti degli alvei incanalati e regimati artificialmente oppure intubati in sotterraneo dei numerosi rigagnoli ed impluvi che scendono verso il lago attraversando il centro abitato. Sono stati distinti con simbologie differenti i tratti di alveo incanalato da quelli di alveo intubato.

**Muri e gabbioni:**

sono le opere di sostegno eseguite ai piedi di quei tratti del versante orientale della collina di Galgiana in cui si sono verificate in passato delle frane e dei fenomeni di dissesto. L'ultimo intervento è stato eseguito nell'autunno del 2000 per la frana di località Galbera.

## 5. ASPETTI CLIMATICI

I dati climatologici sono stati desunti dallo studio effettuato dal Professor Vincenzo Francani del Politecnico di Milano eseguito nel già citato fascicolo dello Studio interdisciplinare in cinque biotopi della Provincia di Como. Per le precipitazioni lo studio del Professor Francani fa riferimento alle stazioni pluviometriche di Al serio, Cantù, Asso, Como e Crepella fino all'anno 1982, in cui si sono ottenuti gli ultimi dati pluviometrici completi. I dati sono riassunti nella seguente tabella:

<b>Stazione</b>	<b>Pioggia 1982</b>	<b>Media piogge '21-'70</b>
Alserio	1028,7	-
Cantù	1823,0	1702
Asso	1046,6	1378
Como	1203,8	1340
Cremella	1514,0	1277

Dalla tabella si osserva come la pluviometria non si sia molto differenziata dalla media del cinquantennio. Inoltre lo studio del Professor Francani riporta come i massimi annui si verificano nei mesi primaverili e in quelli autunnali (per il 1982 marzo, giugno, ottobre con rispettivamente 39,4 – 92,6 – 241,8 mm/mese), mentre i minimi annui sono da riferire ai mesi invernali ed estivi (gennaio con 8 mm/mese sempre per il 1982) e ciò vale sia per il cinquantennio che per il 1982.

Per quanto concerne le temperature lo studio del Professor Francani, mancando rilevamenti effettuati in continuo nell'ambito del bacino lacustre, ricorre ad interpolazioni da rilevamenti effettuati nelle stazioni più vicine al lago prendendo in esame il trentennio 1926-1955. La zona di Alserio è posta nella fascia della isoterme di 13° e 14°. In altri studi è stato riportato un valore di 12° per il periodo di osservazione 1958-1967, mentre in altri un valore di 14°. Pertanto il valore più plausibile si ritiene sia di 13°.



### **Bilancio idrico del Lago di Alserio**

Lo studio del Professor Francani presenta anche un bilancio idrico del Lago di Alserio tenendo conto degli afflussi e dei deflussi dal bacino in questione.

Gli afflussi sono dovuti alle piogge sul bacino imbrifero tra cui bisogna distinguere quelle dirette sullo specchio lacustre da quelle su terreno che in parte ritornano in atmosfera per evaporazione, mentre in parte defluiscono al lago attraverso il deflusso superficiale; altri afflussi sono dovuti ad apporti da falda esterna; in questo caso le acque d'infiltrazione in sottoterraneo emergono totalmente in superficie per poi affluire a lago e pertanto si somma il loro contributo al deflusso superficiale. In ultimo non va ignorato il contributo delle sorgenti.

I deflussi sono dovuti all'emissario (Roggia Emissario) e all'evaporazione diretta dallo specchio lacustre.

In sintesi e quantitativamente il bilancio idrico del lago è il seguente:

*Superficie del bacino imbrifero = 17 km<sup>2</sup>*

*Superficie del lago = 1,228 km<sup>2</sup>*

#### **Afflussi:**

- Pioggia sul bacino imbrifero : 916,4 l/s data da

**66,2 l/s (pioggia diretta sul lago) + 850,2 l/s (pioggia sul terreno)**

- Pioggia sul terreno : 850,2 l/s di cui

314,03 l/s (evapora direttamente da terreno) + **536,17 l/s (def. superficiale a lago)**

- Apporti da falda esterna : **204,21 l/s** (emergono totalmente in superficie e vanno sommarsi al deflusso superficiale)

Dott. Flavio Rossini  
Geologo

- Apporti da sorgenti : **40,0 l/s**

TOTALE AFFLUSSI:

$66,2 + 536,17 + 204,21 + 40,0 = \mathbf{846,58 \text{ l/s}}$

**Deflussi:**

- Emissario : **800,0 l/s**

- Evaporazione diretta da lago : **45,63 l/s**

TOTALE DEFLUSSI:

$800,0 + 45,63 = \mathbf{845,63 \text{ l/s}}$

**BILANCIO : AFFL. – DEFL. = 0,95 l/s**

## 6. IDROGRAFIA ED IDROGEOLOGIA

Nel presente capitolo si analizzano gli aspetti dell'idrografia superficiale e le caratteristiche idrogeologiche del territorio comunale di Alserio, parametri molto importanti per la conoscenza e lo sfruttamento delle risorse idriche del territorio stesso, nonché per la stima della vulnerabilità del sottosuolo ad eventuali inquinamenti dovuti ad una non corretta gestione del suolo.

Le informazioni riguardanti gli elementi idrografici, idrogeologici e climatologici presenti nella zona sono state raccolte da carte e/o studi preesistenti. In particolar modo, per quanto riguarda gli aspetti relativi all'idrogeologia alla climatologia ed al bilancio idrico del lago si è fatto riferimento allo Studio interdisciplinare in cinque biotopi della Provincia di Como che prende in esame tutti gli aspetti ambientali (geologia, idrogeologia, zoologia, botanica ecc.) del lago, riconosciuto come biotopo, geotopo e riserva naturale. In particolare la parte dello studio della Provincia di Como riguardante le caratteristiche idrogeologiche è stata curata dal Professor Vincenzo Francani dell'Istituto di Geologia del Politecnico di Milano.

Quindi le principali caratteristiche idrogeologiche del territorio di Alserio sono state riassunte nella Carta Idrogeologica in scala 1:5.000; in essa viene data una valutazione di massima della permeabilità superficiale delle diverse unità litologiche, distinguendo i terreni, per i quali la permeabilità è di tipo primario, dalle rocce con permeabilità prevalentemente secondaria.

Per permeabilità primaria si intende quella dovuta alla porosità presente tra granulo e granulo del sedimento, mentre la permeabilità secondaria è connessa alla presenza di discontinuità (fratture e/o giunti di stratificazione) nelle masse rocciose.

### *TERRENI A PERMEABILITA' PRIMARIA:*

#### **Da alta a media ( $10^{-4} < k < 10^{-2}$ cm/sec):**

si tratta dei depositi fluvioglaciali delle conche intramoreniche e dei depositi di conoide allo sbocco della valle che lambisce il dosso di Villa Cramer e dell'impluvio che attraversa il nucleo storico del paese; presentano una permeabilità primaria buona in

corrispondenza di livelli a granulometria più grossolana e media dove prevale la componente sabbioso-limosa.

Alcune aree delle conche intramoreniche sono ricoperte da colluvium pellicolare di natura argilloso-limosa dovuto alla lisciviazione dai pendii delle colline moreniche attigue; in queste zone si verificano ristagni d'acqua e la permeabilità superficiale risulta scarsa e rientra nella classe inferiore.

**Da media a bassa ( $10^{-6} < k < 10^{-4}$  cm/sec):**

in questo gruppo rientrano i terreni morenici che in quest'area sono dati da ghiaie e sabbie in abbondante matrice limoso-argillosa. Questi terreni possono presentare una permeabilità variabile in funzione del contenuto in materiali fini: maggiore è il loro contenuto e minore è la permeabilità del deposito.

Le colline moreniche di Alserio sono principalmente di natura argilloso-limosa e in questa matrice compatta e scarsamente permeabile si intercalano livelli sabbiosi sciolti ricchi di acqua che si è infiltrata nelle zone pianeggianti intramoreniche retrostanti e che trova pertanto sbocco soltanto all'interno di questi livelli permeabili. La venuta a giorno delle lenti sabbiose comporta il formarsi di emergenze idriche di una certa consistenza (sorgenti di Alserio), ma anche l'innescarsi di frane e smottamenti sui pendii più acclivi.

**Bassa ( $k < 10^{-6}$  cm/sec):**

corrispondono ai terreni argilloso-limosi e torbosi lacustri antichi, recenti ed attuali della piana lacustre di Alserio, ma anche alle alluvioni terrazzate fluvio-lacustri che infatti sono in parte anch'esse di origine lacustre (aree pianeggianti) e in parte sono ricoperte da colluvium o da antiche paleofrane di materiale argilloso-limoso proveniente dai pendii collinari attigui (aree terrazzate).

### *ROCCE A PERMEABILITA' SECONDARIA:*

#### **Da elevata a buona per fratturazione:**

in questa categoria rientrano i conglomerati cementati della Formazione del “Ceppo”. La permeabilità varia a seconda del grado di cementazione e di fratturazione dell’ammasso: se sciolto e/o poco cementato e/o fratturato si caratterizza per una buona permeabilità, viceversa se compatto.

#### **Da media a bassa per fratturazione:**

rientrano in questa categoria i calcari marnosi e marnoso-selciferi con interstrati argillitici del “Rosso ad Aptici”, localizzati nella zona orientale del limite comunale. Se fratturati e scompaginati possono presentare una permeabilità secondaria media all’interno delle fratture e dei vuoti; viceversa se compatti o con fratture ed interstrati marnosi ed argillitici.

Nella carta idrogeologica sono stati indicati mediante simboli i principali elementi che caratterizzano la circolazione delle acque superficiali e sotterranee, le zone di alimentazione e di recapito, le captazioni e le zone di salvaguardia delle sorgenti.

Inoltre sono stati indicati con simbologia appropriata i principali spartiacque superficiali che generalmente coincidono coi cordoni morenici delle sommità collinari, le sorgenti captate e quelle libere, le aree di ristagno d’acqua, le pozze anche artificiali, l’idrografia superficiale, gli alvei regimati ed i tratti intubati in sotterraneo dei torrenti. Una trattazione più dettagliata di questi elementi del territorio di Alserio si rimanda al capitolo dedicato alla geomorfologia.

Per quanto riguarda l'idrografia attuale sul pendio digradante dalla cresta sommitale della Cerchia Tipica verso la conca erbese di particolare importanza risulta essere l'esame dell'assetto geomorfologico e della natura litologico-tessiturale dei terreni presenti; la composizione dei depositi glaciali, nelle zone di retromorena (all'interno degli archi morenici), è principalmente caratterizzata dalla prevalente distribuzione di materiali fini limoso-argillosi, entro cui sono disordinatamente annegati blocchi e

ciottoli delle più svariate dimensioni, che conferiscono al deposito stesso un basso grado di permeabilità.

In presenza di tali depositi appare quindi evidente come la maggior parte dell' acqua di precipitazione meteorica, anzichè infiltrarsi nel sottosuolo ad alimentare le falde profonde, venga drenata attraverso il deflusso superficiale e concentrata nei principali assi idrografici locali dando vita a corsi d'acqua dal regime estremamente discontinuo alternando momenti dal regime impetuoso con periodi a scarsa presenza d' acqua in alveo; evidentemente le variazioni del regime sono connesse con il momento meteorologico esaminato.

Nelle aree pianeggianti interposte tra le cerchie moreniche sono frequenti, in assenza di canali di drenaggio naturali o di bonifica, i fenomeni di ristagno d'acqua in concomitanza di periodi piovosi.

Con il simbolo di bassa soggiacenza della falda si sono indicati i punti in cui il livello piezometrico sotterraneo del lago si trova a profondità prossime al piano campagna; queste sono zone di elevata vulnerabilità dell'acquifero sottostante ed ogni intervento non appropriato o inquinante che ne intercetti la superficie piezometrica si può ripercuotere anche ad elevata distanza e coinvolgere volumi ingenti del corpo acquifero.

Con retinatura specifica sono state indicate le zone di salvaguardia delle sorgenti che comprendono le zone di tutela assoluta (per un raggio di 10 m dalla sorgente) e le zone di rispetto (raggio minimo di 200 m dalla sorgente) a norma del D.P.R. 236/88 e del D.G.R del 27.06.1996 n° 6/15137 (si tratterà più specificatamente dell'argomento nella sezione 7 riguardante la Carta di Sintesi).

## 6.1 LE RISORSE IDRICHE DI ALSERIO

Per quanto riguarda l'idrologia sotterranea è da ricordare come da sempre il comune di Alserio è stato particolarmente conosciuto per le copiose sorgenti che alimentano, in gran parte, lo specchio lacustre omonimo e da anni sono captate per alimentare gli acquedotti di numerosi comuni dell'Alta Brianza.

Le sorgenti sono impostate, ad originare un fronte sorgentizio, in una litozona sabbioso-ghiaiosa alla base della Formazione del “Ceppo” e la falda idrica affiora, circa a 280 mt s.l.m., sulle pendici del cordone morenico di C.na Galgiana nella parte alta del nucleo storico di Alserio.

L'alimentazione della falda, per le considerazioni precedentemente svolte, è da ritenersi prevalentemente esterna al territorio esaminato, probabilmente legata a sversamenti nei terreni detritici di fondo dai condotti carsici che interessano le Prealpi calcaree.

In sintesi quindi le copiose risorgive di Alserio sono da collegarsi alla presenza di strutture acquifere costituite da lenti ghiaioso-sabbiose e/o corpi di conglomerato più o meno fratturato, alimentati a monte nell'area prealpina da condotti carsici; l'intersezione di questi corpi detritici con la superficie topografica, unita al loro contrasto di permeabilità con la compagine argilloso-limosa compatta dei depositi morenici, determina la venuta a giorno delle risorgive.

### **6.3 CARTA IDROGEOLOGICA E DEL SISTEMA IDROGRAFICO**

Nelle **Tavola n° 3** , redatta in scala 1:5000 - “**Carta idrogeologica**” sono state riportate le informazioni relative alle caratteristiche idrografiche ed idrogeologiche del territorio comunale, nonché tutti i dati di pertinenza richiesti dalla normativa vigente; in particolare:

#### **CLASSI DI PERMEABILITÀ**

#### **IDROLOGIA DI SUPERFICIE**

- Reticolo minore
- Aree a bassa soggiacenza della falda e/o sede di ristagno d’acqua
- Limite di bacino idrografico superficiale

#### **IDROLOGIA SOTTERRANEA E OPERE ARTIFICIALI**

- Sorgenti captate e non captate
- Area di rispetto D.Lgs. 258/2000 art 5 – comma 5



## 7. CARTA DI SINTESI

Secondo quanto previsto dalla D.G.R. n° 8/1566 del 22.12.05 nella **Tavola n° 4 – “Carta di sintesi”**, redatta in scala 1:5000, si indicano gli elementi territoriali e normativi più importanti ai fini della stesura del PGT.; sugli elaborati cartografici sono riportati gli elementi di vulnerabilità geologica, geomorfologica ed idrogeologica. Pertanto dalla lettura del documento si evidenziano:

1. aree pericolose dal punto di vista dell’instabilità di versanti
2. aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico
3. aree vulnerabili dal punto di vista idraulico
4. aree che presentano scadenti caratteristiche geotecniche

Nel territorio comunale di Alserio sono presenti aree ascrivibili a tutti i punti sopra riportati. Più in particolare si ha:

### *aree pericolose dal punto di vista dell’instabilità dei versanti*

Le seguenti voci comprendono sia aree interessate da fenomeni di instabilità dei versanti già avvenuti, delimitabili in base a evidenze di terreno e/o a dati storici, sia aree che potenzialmente potrebbero essere interessate dai fenomeni.

- Aree a franosità superficiale attiva diffusa
- Aree a pericolosità potenziale legata a possibilità di innesco di colate di detrito e/o fenomeni franosi

Più in particolare l’area comprende nel territorio comunale le seguenti porzioni:

1. le scarpate scoscese delle colline moreniche, in particolare quella franosa orientale di Galgiana-Galbera
2. Le aree interessate da fenomeni franosi di piccole dimensioni avvenuti in passato

***aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico***

Comprende le seguenti aree:

- Aree con emergenze idriche
- Aree a bassa soggiacenza della falda

Nel territorio comunale sono rappresentate dalle aree limitrofe al bacino lacustre di Alserio, ove la soggiacenza della falda è molto superficiale, e dalle aree di tutela e di rispetto delle sorgenti presenti nel centro abitato di Alserio

***aree vulnerabili dal punto di vista idraulico***

Comprende le seguenti aree:

- Aree adiacenti ai corsi d'acqua da mantenere a disposizione per consentire l'accessibilità per interventi di manutenzione e per la realizzazione di interventi di difesa

Nel territorio comunale queste aree sono rappresentate dalle fasce di rispetto di tutti i corsi d'acqua censiti nello studio del Reticolo Minore

***aree con primo sottosuolo contraddistinto da scadenti caratteristiche geotecniche***

Comprende le seguenti aree:

- Aree di possibile ristagno
- Aree con terreni limoso-argillosi con scadenti caratteristiche geotecniche

Nel territorio comunale sono rappresentate dalle aree limitrofe al Lago di Alserio ove predomina la presenza di depositi lacustri a prevalente granulometria sabbioso- limosa con scadenti caratteristiche geotecniche

## 8. CARTA DEI VINCOLI

In questo capitolo vengono riassunti tutti i vincoli di natura geologica esistenti sul territorio comunale e riportati nella **Tavola n° 5 “Carta dei vincoli”**, redatta alla scala 1:2000 .

Devono essere rappresentate su questa carta tutte le limitazioni d’uso del territorio derivanti da normative e piani sovraordinati in vigore di contenuto prettamente geologico ed in particolare:

### **RISPETTO SORGENTI E POZZI - art. 5 D.lgs 258/00**

Il D.lgs. n° 258 del 18.08.2000 definisce le zone di rispetto per le risorse idriche da tutelare.

La zona di tutela assoluta delle risorse idriche è costituita dall’area immediatamente circostante le captazioni o derivazioni e deve avere un’estensione 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.

La zona di rispetto, assunta secondo il criterio geometrico in questo studio, è costituita dalla porzione circostante la zona di tutela assoluta ed ha un’estensione di *raggio pari a 200 m rispetto al punto di captazione che si estende idrogeologicamente a monte dell’opera di presa ed è delimitata verso valle dall’isoipsa passante per la captazione*; tale estensione può essere variata in relazione alla locale situazione di vulnerabilità e rischio delle risorse e/o in funzione delle caratteristiche idrogeologiche dell’acquifero captato nonché dell’area di captazione.

Nella zona di rispetto sono vietati l’insediamento dei seguenti centri di pericolo e lo svolgimento delle seguenti attività:

- \* dispersione di fanghi ed acque reflue, anche se depurati;
- \* accumulo di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi;
- \* aree cimiteriali;
- \* dispersione nel sottosuolo di acque bianche provenienti da pozzi e strade;
- \* apertura di cave che possono essere in connessione con la falda

- \* 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;
- \* gestione di rifiuti
- \* stoccaggio di prodotti ovvero sostanze chimiche pericolose e sostanze radioattive;
- \* centri di raccolta, demolizione e rottamazione di autoveicoli;
- \* pozzi perdenti;
- \* pascolo e stabulazione del bestiame che ecceda i 170 Kg per ettaro di azoto presente negli effluenti, al netto delle perdite di stoccaggio e distribuzione;
- \* stoccaggio di rifiuti, reflui e/o sostanze chimiche pericolose.

Nel caso di captazioni importanti, buona parte del bacino idrogeologico a monte della sorgente andrebbe protetto; in questi casi sarebbe opportuno e consigliabile uno studio preliminare finalizzato alla definizione dei percorsi di filtrazione delle acque o perlomeno delle principali zone di ricarica.

**RETICOLO IDRICO MINORE E RELATIVE FASCE DI RISPETTO  
SECONDO QUANTO PREVISTO DAL D.G.R. N° 7/13950 DEL 01.08.2003**

Come previsto all'Art. 5 della DGR 7/7868 e successiva modifica n° 7/13950 del 01 agosto 2003 – *Criteri per l'individuazione del reticolo minore*, vengono riportate le fasce di rispetto individuate. Nel reticolo idrico minore sono state definite due tipologie di fasce di rispetto, rispettivamente pari a 4.00 m. e 10.00 m. in funzione delle caratteristiche idrogeologiche/idrauliche dei corsi d'acqua ed alla presenza di eventuali opere di difesa spondale e di regimazione realizzate.

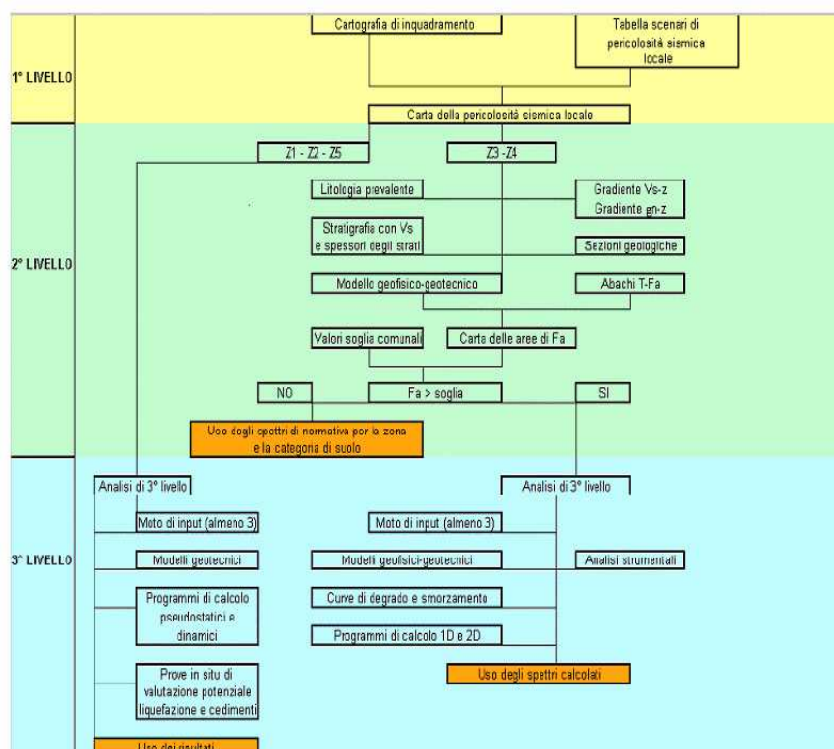
## 9. ANALISI SISMICA

In seguito all'entrata in vigore della legge 12/2005 sui Piani di Governo del Territorio la Regione Lombardia ha emanato, con D.G.R. 22 dicembre 2005 n. 8/1566, i nuovi "Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione all'art. 57 della l.r. 11 marzo 2005, n. 12." I nuovi criteri forniscono inoltre le indicazioni per l'analisi del rischio sismico, in attuazione all'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003.

La metodologia, basata su indagini dirette ed indirette, prevede tre livelli di approfondimento con grado di dettaglio crescente: i primi due livelli sono obbligatori (con opportuna differenza in funzione della zona sismica di appartenenza) in fase di pianificazione, mentre il terzo è obbligatorio in fase di progettazione sia quando con il 2° livello si dimostra l'inadeguatezza della normativa sismica nazionale, sia per gli scenari di pericolosità sismica locale caratterizzati da effetti di instabilità, cedimenti e/o liquefazione e contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche meccaniche molto diverse tra loro.

Nella tabella seguente vengono riassunti i tre livelli di approfondimento previsti dalla vigente normativa.

**Figura 1: Diagramma di flusso dei dati necessari e dei percorsi da seguire nei tre livelli d'indagine**



- **Il 1° livello** consente il riconoscimento delle aree passibili di amplificazione sismica sulla base di osservazioni geologiche e di dati esistenti; il territorio viene suddiviso in zone a pericolosità sismica omogenea ed individuati da sigle identificative (Z1, Z2 ecc.).
- **Il 2° livello** permette la caratterizzazione semiquantitativa degli effetti di amplificazione sismica attesi nelle aree perimetrale nella Carta delle Pericolosità Sismica Locale e fornisce una stima della risposta sismica dei terreni in termini di valore di Fattore di Amplificazione (Fa). L'applicazione del 2° livello consente l'individuazione, nell'ambito degli scenari qualitativi suscettibili di amplificazione ( zone Z3 e Z4), di aree in cui la normativa risulta insufficiente a tenere in considerazione gli effetti di amplificazione sismica locale (Fa calcolato superiore a Fa di soglia comunale calcolato dal politecnico di Milano)
- **Il 3° livello** permette la definizione degli effetti di amplificazione tramite indagini ed analisi più approfondite nelle aree in cui le normativa risulta inadeguata.

Nel territorio comunale di Alserio è stato applicato il 1°livello di approfondimento , al fine di individuare aree omogenee dal punto di vista sismico e di redarre una carta della pericolosità sismica locale (P.S.L.)

Le aree sono state individuate facendo riferimento alle seguenti tabelle:

**Tabella 1 – Scenari di pericolosità sismica locale**

SIGLA	SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	EFFETTI
<b>Z1a</b>	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	Instabilità
<b>Z1b</b>	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti	
<b>Z1c</b>	Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana	
<b>Z2</b>	Zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti (riporti poco addensati, terreni granulari fini con falda superficiale)	Cedimenti e/o liquefazioni

**Tabella 1 – Scenari di pericolosità sismica locale**

<b>Z3a</b>	Zona di ciglio H > 10 m (scarpata con parete subverticale, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica)	Amplificazioni topografiche
<b>Z3b</b>	Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo: appuntite - arrotondate	
<b>Z4a</b>	Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi	Amplificazioni litologiche e geometriche
<b>Z4b</b>	Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre	
<b>Z4c</b>	Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri loessiche)	
<b>Z4d</b>	Zone con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio-colluviale	
<b>Z5</b>	Zona di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse	Comportamenti differenziali

Sulla base della Carta della Pericolosità Sismica Locale è inoltre possibile l'assegnazione diretta della zona di pericolosità sismica locale (PSL) e dei successivi livelli di approfondimento necessari (Tabella 2). La Carta della Pericolosità Sismica Locale rappresenta inoltre il riferimento per l'applicazione dei successivi livelli di approfondimento.

**Tabella 2 – Zone di pericolosità per ogni scenario di pericolosità sismica locale**

<b>SIGLA</b>	<b>SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE</b>	<b>EFFETTI</b>
<b>Z1a</b>	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	H3
<b>Z1b</b>	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti	H2 – livello di approfondimento 3°
<b>Z1c</b>	Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana	
<b>Z2</b>	Zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti (riporti poco addensati, terreni granulari fini con falda superficiale)	H2 – livello di approfondimento 3°
<b>Z3a</b>	Zona di ciglio H > 10 m (scarpata con parete subverticale, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica)	H2 – livello di approfondimento 2°

<b>Z3b</b>	Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo: appuntite - arrotondate	
<b>Z4a</b>	Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi	H2 – livello di approfondimento 2°
<b>Z4b</b>	Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre	
<b>Z4c</b>	Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri loessiche)	
<b>Z4d</b>	Zone con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio-colluviale	
<b>Z5</b>	Zona di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse	H2 – livello di approfondimento 3°

I successivi livelli di approfondimento, necessari in caso di costruzioni rilevanti e/o strategici verrà affrontata in fase di progettazione in quanto il comune di Alserio ricade in Zona sismica 4 (cioè quelli che presentano il minor grado di rischio sismico e che precedentemente alla Ordinanza 3274 del 20/03/03 erano esclusi dalla zonazione perchè ritenuti non sismici) ed in tale classe è richiesto in questa fase solo l'applicazione del livello 1°



## 9.1 CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE

### LIVELLO 1°

La ricostruzione della Carta della Pericolosità Sismica Locale del territorio comunale (**Tavola n° 6**) attraverso l'analisi di 1° livello ha permesso di individuare sul territorio aree appartenenti alle categorie sismiche **Z2 , Z3a, Z3b,Z4a Z4b, Z4c e Z5**

Le aree appartenenti alla categoria **Z2** - Zona con terreni di fondazione particolarmente scadenti - sono state individuate nelle aree limitrofe al bacino lacustre ove si ha presenza di depositi glaciolacustri a scadenti caratteristiche geotecniche con bassa soggiacenza delle falda

Le aree **Z3a** – Zona di ciglio H>10 m.( scarpate ,nicchia di distacco etc.) si ritrovano in corrispondenza di alcuni piccoli dissesti che hanno interessato il territorio comunale di Alserio e in prossimità dell'orlo di terrazzo fluviale nei pressi Villa Kramer

Le aree **Z3b** – Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo: appuntite e/o arrotondate- si ritrovano in corrispondenza dei cordoni morenici.

Le aree **Z4a** – Zona di fondovalle con presenza di depositi fluvioglaciali - e **Z4c** – Zona morenica con presenza di depositi granulari - occupano la maggior parte del territorio comunale di Alserio

Le aree **Z4b** – Zona pedemontana di falda di detrito , conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre - occupano la conoide individuata allo sbocco della valle che lambisce ad Ovest e a Sud la collina di villa Cramer e la conoide di estensione minore allo sbocco nel lago del corso d'acqua che attraversa il centro storico di Alserio.

Le aree **Z5** – Zona di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico – meccaniche molto diverse – si ritrovano nella parte più orientale del territorio comunale ove si ha contatto tra substrato roccioso e depositi glaciolacustri.

**Per i comuni ricadenti nella zona sismica 4 i livelli di approfondimento 2 e 3 devono essere applicati, esclusivamente nel caso di costruzioni strategiche e rilevanti ai sensi della d.g.r. n° 14964/2003 – D.d.u.o 26 Ottobre 2003 - n° 18016, ferma restando la facoltà dei Comuni di estenderlo anche alle altre categorie di edifici.**

## 9.2 NORMATIVA SISMICA

Art. 1. Il territorio comunale di Alserio (Co) ricade interamente nella **Zona 4** della zonizzazione sismica nazionale.

Art. 2. Nella carta di pericolosità sismica locale (PSL) del Comune di Alserio (Co) si individuano differenti zone di risposta sismica dei terreni, indicate come **Z2 , Z3a, Z3b,Z4a Z4b, Z4c e Z5**

Art 3. I territori individuati con le lettere **Z3 e Z4** , esclusivamente nelle aree che saranno interessate dalla costruzione di edifici strategici e/o rilevanti, come indicato nel d.d.u.o. n°19904/2003 sono da assoggettarsi ad approfondimento di 2° livello, secondo i criteri definiti dall'Allegato 5 della DGR 8/1566 22/12/05.

Art. 4. I territori individuati con le lettere **Z2e Z5** , esclusivamente nelle aree che saranno interessate dalla costruzione di edifici strategici e/o rilevanti, come indicato nel d.d.u.o. n°19904/2003 sono da assoggettarsi ad approfondimento di 3° livello, secondo i criteri definiti dall'Allegato 5 della DGR 8/1566 22/12/05.

Art. 5. Il 3° livello di approfondimento deve essere applicato nei territori indagati con il 2° livello qualora Fa calcolato sia maggiore del valore soglia proposto dalla normativa nazionale.

## 10. CARTA DI FATTIBILITA' DELLE AZIONI DI PIANO

La “*Carta di fattibilità delle azioni di piano*”, è stata realizzata in scala 1: 2.000 per tutto il territorio comunale (**Tavola n°7**)

La sovrapposizione di tutti gli elementi di natura geologica, geomorfologia, idrogeologica e geologico-tecnica nonché della vincolistica geologica esistente hanno permesso la stesura di questa carta riepilogativa in cui il territorio viene suddiviso in aree omogenee per *Classi di fattibilità geologica*.

Per la delimitazione delle aree a *Classi di fattibilità* omogenea si è tenuto conto anche delle valutazioni di pericolosità dei singoli fenomeni riconosciuti, dei possibili scenari di rischio conseguenti nonché dei dati bibliografici storici.

La Carta di fattibilità delle azioni di piano è dunque una carta di pericolosità che fornisce indicazioni in ordine alle limitazioni ed alle destinazioni d’uso del territorio. La L.R. 11 Marzo 2005 n° 12 propone una suddivisione in *Classi di fattibilità* che forniscono indicazioni in relazione a:

- ⇒ Limitazioni e destinazione d’uso del territorio
- ⇒ cautele da adottare
- ⇒ eventuali ulteriori indagini da effettuare
- ⇒ realizzazione di indagini ed opere di bonifica o difesa

Si precisa che per quanto concerne l’edificato esistente, per la *Classe di fattibilità geologica 4* sono consentiti esclusivamente gli interventi così come definiti dall’art 27 – lettere a), b) e c) della L.R. 12/05.

L’attribuzione di ciascuna classe di fattibilità al territorio avviene attraverso due fasi distinte:

- 1) a ciascuna area omogenea identificata nella carta di sintesi sulla base dei fattori di pericolosità e vulnerabilità presenti viene attribuita una classe di

fattibilità (valore di ingresso) secondo le prescrizioni fornite dalla L.R. 11/03/2005 n° 12

- 2) successivamente il valore della classe può essere variato in seguito a valutazioni di merito tecnico per lo specifico ambito

Di seguito vengono descritte le singole Classi di fattibilità e gli ambiti in esse ricompresi.

***CLASSE “1”: Fattibilità senza particolari limitazioni - colore bianco***

La classe comprende quelle aree che non presentano particolari limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica delle destinazioni d'uso e per le quali deve essere direttamente applicato quanto prescritto dal D.M. 14 Gennaio 2008 “Norme tecniche per le Costruzioni“.

Non sono state riconosciute aree del territorio di Alserio ricadenti in questa classe poiché anche le aree pianeggianti e prive di processi di dinamica geomorfologia in atto si caratterizzano tuttavia per qualità geotecniche mediocri dei terreni e pertanto necessitano di indagine geologica sebbene limitata al singolo ambito d'intervento

***CLASSE “2”: Fattibilità con modeste limitazioni - colore giallo***

La classe comprende quelle aree nelle quali sono state riscontrate modeste limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso, che possono essere superate mediante approfondimenti di indagine e accorgimenti tecnico – costruttivi e senza l'esecuzione di opere di difesa.

Questa classe comprende gran parte del territorio comunale comprese le aree pianeggianti e sub-pianeggianti intramoreniche, le alluvioni terrazzate ed i versanti meno acclivi delle colline moreniche.

Presenta le seguenti caratteristiche :

- ⇒ *accessibilità dei siti*: medio-buona
- ⇒ *grado di urbanizzazione*: medio-alta nella parte centrale del territorio , medio-bassa nella zona sud-orientale del territorio comunale
- ⇒ *litologia*: depositi morenici, detrito di falda , alluvioni terrazzate e depositi fluvioglaciali
- ⇒ *Note*: terreni di fondazione con caratteristiche geotecniche da buone ( detrito di falda e fluvioglaciale) a mediocri (depositi alluvionali terrazzati)

In tutta la classe vige quanto prescritto dal D.M. 14 Gennaio 2008 “Norme tecniche per le Costruzioni“. Gli approfondimenti specifici previsti per la classe 2 non sostituiscono, anche se possono comprendere, le indagini previste dal D.M. 14 Gennaio 2008 “Norme tecniche per le Costruzioni“.

### ***CLASSE “3”: Fattibilità con consistenti limitazioni - colore arancione***

La classe comprende quelle zone nelle quali sono state riscontrate consistenti limitazioni all’utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica delle destinazioni d’uso, per il superamento delle quali potrebbero rendersi necessari interventi specifici o opere di difesa.

La classe comprende le aree acclivi (pendenza > 25°) soggette all’influenza di fenomeni di dissesto idrogeologico di maggior estensione e diffusione rispetto alla classe precedente , ma anche le aree paludose a bassa soggiacenza della falda. Inoltre sono comprese anche le zone di rispetto delle fonti di approvvigionamento idropotabile (aree di rispetto delle sorgenti).

Per meglio definire e normare particolari condizioni di natura geotecnica, idrogeologica ed idraulica/geomorfologica sono state definite due specifiche *Sottoclassi* e precisamente:

- ***Sottoclasse 3a*** per le aree mediamente acclivi e le aree caratterizzate da substrato roccioso sub-affiorante ricoperto da depositi eluviali

- **Sottoclasse 3b** per le aree caratterizzate da terreni a basse caratteristiche geotecniche e le zone caratterizzate da riporti.
- **Sottoclasse 3c** per le aree sede di possibili ristagni d'acqua superficiali e/o caratterizzate da bassa soggiacenza della falda e per le aree di rispetto delle sorgenti.

### **SOTTOCLASSE “3a” – campo arancione**

Sono inserite in questa *Sottoclasse* aree ben definite della *Classe 3* caratterizzate da media acclività dei versanti.

Più in particolare ricadono in questa classe:

1. Le scarpate mediamente acclivi delle colline moreniche in particolare quella potenzialmente franosa di Galgiana –Galbera.
2. Le aree caratterizzate da substrato sub-affiorante posizionate all'estremità orientale del territorio comunale.

In tutta la sottoclasse vige quanto prescritto dal D.M. 14 Gennaio 2008 “Norme tecniche per le Costruzioni“. Gli approfondimenti specifici previsti per la sottoclasse 3a non sostituiscono, anche se possono comprendere, le indagini previste dal D.M. 14/01/2008 “Norme tecniche per le Costruzioni“.

### **SOTTOCLASSE “3b” - barrato blu a – 45° in campo arancione**

Sono inserite in questa *Sottoclasse* aree ben definite della *Classe 3* dove la componente geotecnica è predominante ovvero dove si hanno terreni naturali a scadenti o mediocri caratteristiche geotecniche con bassi valori di capacità portante

Ricadono in questa sottoclasse :

1. Le aree caratterizzate da depositi glaciolacustri ubicate in prossimità del Lago di Alserio

2. Le zone caratterizzate da riporti con spessori superiori ai 2,00 m presenti in tre diversi punti del territorio comunale

***SOTTOCLASSE “3c” - barrato blu a 45° in campo arancione***

Sono inserite in questa *Sottoclasse* aree ben definite della *Classe 3* dove la componente idrogeologica è predominante e si possono avere problematiche di natura idrogeologica

Ricadono in questa sottoclasse :

1. La aree di rispetto delle sorgenti presenti nel territorio comunale di Alserio
2. Le zone ubicate in prossimità del Lago di Alserio caratterizzate da bassa soggiacenza della falda e/o ristagni d'acqua

***CLASSE “4”: Fattibilità con gravi limitazioni – colore rosso***

La classe comprende quelle zone nelle quali l'alta pericolosità/vulnerabilità comporta gravi limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso. Deve essere esclusa qualsiasi nuova edificazione se non opere tese al consolidamento o alla sistemazione idrogeologica per la messa in sicurezza dei siti. Per gli edifici esistenti sono consentite esclusivamente le opere relative ad interventi di demolizione senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro e risanamento conservativo come definito dall'art. 27, comma 1 lettere a, b, c della L.R. 12/05 senza aumento di superficie o volume e senza aumento del carico insediativo. Sono consentite le innovazioni necessarie per l'adeguamento alla normativa antisismica.

La classe comprende quelle zone che risultano avere un elevato rischio geologico, idrogeologico ed idraulico ed una elevata estensione dei dissesti che limitano fortemente la realizzabilità in sicurezza di interventi edilizi e delle opere di protezione e bonifica con i metodi tradizionali. Deve pertanto essere esclusa qualsiasi nuova edificazione se non opere tese al consolidamento o alla sistemazione idrogeologica per la messa in sicurezza dei siti.

Dott. Flavio Rossini  
Geologo

Ricadono in questa classe

1. Le fasce di rispetto dei corsi d'acqua come indicato dal D.G.R. 7/13950 "Definizione del reticolo minore".
2. Le aree di possibile esondazione del Lago di Alserio
3. Le aree con substrato roccioso affiorante



## 11. NORME GEOLOGICHE DI ATTUAZIONE

Le Norme Geologiche di Attuazione costituiscono lo strumento per l'utilizzo della carta della fattibilità delle azioni di piano e ne riportano la relativa normativa d'uso, le prescrizioni per gli interventi urbanistici, gli studi e le indagini da effettuare per gli approfondimenti richiesti, le opere da eseguire per la mitigazione del rischio, le modalità di controllo dei fenomeni in atto e la potenziale necessità di predisporre sistemi di monitoraggio e piani di protezione civile.

### 11.1 NORME GENERALI

- in sede di formulazione delle proposte di pianificazione ed individuazione delle aree di espansione, nelle zone di transizione tra le varie classi si dovrà necessariamente tenere conto anche delle indicazioni fornite per la classe a caratteristiche più scadenti; in tali situazioni le verifiche da effettuare a supporto della progettazione saranno volte a dimostrare che le opere in progetto non influiscano in maniera peggiorativa sulla situazione esistente.
- Per tutte le Classi si dovrà comunque predisporre una modellazione geologica del sito sede degli interventi, come previsto dal D.M. 14/01/2008 mediante relazione geologica di fattibilità orientata alla ricostruzione dei caratteri stratigrafici, litologici, geomorfologici, idrogeologici e ad una caratterizzazione geotecnica preliminare dei terreni; più in generale ad una valutazione della pericolosità geologica del territorio ed alla compatibilità delle opere in progetto con i siti circostanti. Tale modello geologico deve essere sviluppato in modo da costituire un elemento di riferimento, per i progettista, delle problematiche geotecniche a piccola e grande scala. Il modello geologico dovrà essere validato e supportato da indagini specifiche in funzione dell'importanza dell'opera.
- Per tutte le Classi si dovrà predisporre una caratterizzazione e modellazione geotecnica specifica del sito in funzione del tipo di opera e dell'intervento in progetto e delle caratteristiche meccaniche del terreno mediante relazione geotecnica che porti alla definizione del modello geotecnico del terreno; i parametri fisici e meccanici da attribuire ai terreni, espressi attraverso valori caratteristici, devono

essere desunti da specifiche prove ed analisi geognostico-geotecniche eseguite in sito ed eventualmente in laboratorio su campioni rappresentativi di terreno.

- Per l'edificato esistente nelle Classi di Fattibilità 2 e 3 sono consentiti gli interventi così come definiti dall'art 27 lettere a), b), c), d) ed e) della Legge regionale 12/2005
- Per l'edificato esistente nella Classe di Fattibilità 4 sono consentiti gli interventi così come definiti dall'art 27 lettere a), b), c) della Legge regionale 12/2005
- Per le Classi 2 e 3 ( e per la Classe 4 nei casi previsti) le aree di ristrutturazione e /o riqualificazione urbanistica, in caso di cambio di destinazione d' uso dei siti, da artigianale/produttivo/industriale a residenziale/verde pubblico (verde pubblico per la classe 4), oltre alle indagini previste per le classi di fattibilità di appartenenza dovranno necessariamente essere prodotte indagini di tipo ambientale volte a caratterizzare i terreni ed individuare l'eventuale presenza di contaminazione delle aree causata dalle attività produttive preesistenti (industrie, laboratori artigiani, discariche ecc). Le fasi di indagine dovranno essere condotte in accordo e con la supervisione dell'Ente di controllo (ARPA Lombardia) secondo quanto previsto dal D.Lgs 152/2006. In caso di accertata contaminazione dei terreni si dovrà procedere alla messa in sicurezza o alla bonifica secondo le indicazioni del D.Lgs. 152/2006. Una volta che i requisiti ambientali saranno conformi a quanto previsto dalla normativa si potrà procedere al rilascio del permesso di costruire ed alla realizzazione delle opere in progetto. Il controllo delle operazioni di indagine e la certificazione dell'avvenuta bonifica dovrà essere espletato dagli Enti preposti così come indicato nel D.Lgs 152/2006

### **Salvaguardia delle acque destinate al consumo umano**

- In tutte le Classi vale quanto previsto dal D.Lgs 258 del 18 Agosto 2000 art 5 sulla definizione delle aree di salvaguardia delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano. Queste zone devono avere un'estensione di *raggio pari a 200 m rispetto al punto di captazione che si estende idrogeologicamente a monte dell'opera di presa ed è delimitata verso valle dall'isoipsa passante per la captazione* (optando per l' adozione del criterio geometrico); tale estensione può essere variata in relazione alla locale situazione di vulnerabilità e rischio delle risorse e/o in funzione delle caratteristiche idrogeologiche dell'acquifero captato nonché dell'area di captazione. Nel caso di captazioni importanti, buona parte del bacino idrogeologico a

monte della sorgente andrebbe protetto; in questi casi sarebbe opportuno e consigliabile uno studio preliminare finalizzato alla definizione dei percorsi di filtrazione delle acque o perlomeno delle principali zone di ricarica. La legge definisce anche una *zona di tutela assoluta* che è adibita esclusivamente ad opere di presa ed a costruzioni di servizio; tale zona deve essere recintata e provvista di canalizzazioni per le acque meteoriche e deve avere un'estensione *di raggio non inferiore a 10 m. rispetto al punto di captazione* e, dove sia possibile, adeguatamente ampliata in relazione alla situazione locale di vulnerabilità e rischio delle risorse idriche.

- Le norme relative alle aree di rispetto e di tutela assoluta devono essere adeguate alle disposizioni previste dalla D.g.r. 10 aprile 2003 n° 7/12693 “Direttive per la disciplina delle attività all’interno delle aree di rispetto, art. 21 comma 6 del D.Lgs. 152/99 e succ. modificazioni”

### **Normativa sismica generale**

- Nel territorio comunale di Alserio, ricadente nella zona sismica 4, i livelli di approfondimento 2 e 3 devono essere applicati, esclusivamente nel caso di costruzioni strategiche e rilevanti ai sensi della d.g.r. n° 14964/2003 – D.d.u.o 26 Ottobre 2003 - n° 18016, ferma restando la facoltà del Comune di estenderlo anche alle altre categorie di edifici.
- Nelle classi di fattibilità 2 e 3 , esclusivamente in caso di costruzione di edifici strategici e/o rilevanti( d.d.u.o. n°19904/2003), qualora il valore del fattore di amplificazione sismica  $F_{a \text{ calcolato}}$  superi il valore del fattore di amplificazione sismica  $F_{a \text{ comunale}}$  stabilito dalla Regione Lombardia per ogni singolo comune si dovrà procedere con gli approfondimenti di 3° livello, propedeutici alla progettazione, in adempimento a quanto previsto dal D.M. 14 Gennaio 2008 “Norme tecniche per le costruzioni” e dall’ O.P.C.M. n° 3274 del 20 marzo 2003. In alternativa si dovranno utilizzare, nella progettazione, i parametri di progetto previsti dalla normativa nazionale per la zona sismica immediatamente superiore (zona sismica 3).

- Nelle classi di fattibilità 2 e 3, qualora il valore del fattore di amplificazione sismica  $F_a$  <sub>calcolato</sub> sia inferiore al valore del fattore di amplificazione sismica  $F_a$  <sub>comunale</sub> stabilito dalla Regione Lombardia per ogni singolo comune, in fase di progettazione, si dovranno utilizzare i parametri di progetto previsti dalla normativa nazionale per la relativa zona sismica di appartenenza (zona sismica 4) .

### **Fini procedurali**

- Le Norme geologiche di piano devono essere riportate integralmente nel Piano delle Regole oltre che nel Documento di Piano del P.G.T
- Per le Classi di fattibilità 2, 3 e 4 in fase di presentazione della domanda di concessione edilizia (limitatamente agli ambiti in cui la stessa può essere accordata) dovrà essere presentata la relazione geologica di fattibilità attestante la compatibilità tra progetto e caratteristiche geologiche dell' ambito d' intervento e settore ad esso circostanti, conforme in ogni caso con quanto previsto D.M. 14 Gennaio 2008 “ Norme tecniche per le costruzioni”
- Per le Classi di fattibilità 2, 3 e 4 (limitatamente ai casi consentiti) la relazione geologica e di caratterizzazione geotecnica e copia delle indagini eseguite deve essere consegnata congiuntamente alla restante documentazione in sede di presentazione dei Piani Attuativi (L.R. 12/05 art. 14) o in fase di ritiro del permesso di costruire (L.R. 12/05 art. 38)
- Si specifica che le indagini e gli approfondimenti prescritti per le Classi di fattibilità 2, 3 e 4 (limitatamente ai casi consentiti) devono essere realizzati prima della progettazione degli interventi in quanto propedeutici alla pianificazione dell'intervento ed alla progettazione dello stesso.

## 11.2 CLASSI DI FATTIBILITA' – NORME GEOLOGICHE DI ATTUAZIONE

Di seguito vengono riportate:

- Le definizioni delle Classi di fattibilità come da normativa vigente
- Le norme geologiche di attuazione e le prescrizioni da adottare in ogni singola classe e sottoclasse

Per quanto riguarda le norme geologiche di attuazione, nelle pagine seguenti si forniscono indicazioni in merito alle relazioni tecniche da produrre ed alle indagini da eseguire in relazione alle differenti problematiche di rischio geologico riscontrato; gli approfondimenti previsti per le singole classi non sostituiscono, anche se possono comprendere, le indagini previste dal D.M. 14 Gennaio 2008 “Norme tecniche per le costruzioni” per ciò che concerne la necessità di caratterizzazione geotecnica dei terreni in fase di progettazione di interventi nelle stesse aree né in aree diverse anche se contigue.

### **CLASSE 2 – Fattibilità con modeste limitazioni**

*Aree in cui sono state riscontrate modeste limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso, che possono essere superate mediante approfondimenti di indagine ed accorgimenti tecnico – costruttivi senza l'esecuzione di opere di difesa.*

#### ***Prescrizioni***

1. Relazione geologica di fattibilità contenente una caratterizzazione geologica, idrogeologica e geomorfologica generale e del sito ed una caratterizzazione geotecnica dei siti attestante la compatibilità opera/territorio che faccia riferimento al D.M. 14/01/2008..
2. Relazione di caratterizzazione e modellizzazione geotecnica dei siti supportata da puntuali indagini di terreno adeguate alle dimensioni ed all'importanza delle opere finalizzata alla parametrizzazione geotecnica dei terreni che definisca il modello

geotecnico da utilizzare nella progettazione e fornisca i valori della capacità portante dei terreni di fondazione. I parametri fisici e meccanici da attribuire ai terreni, espressi attraverso valori caratteristici, devono essere desunti dall'elaborazione di specifiche ed adeguate prove eseguite in sito ed in laboratorio.

3. Ai sensi della D.g.r. n° 14964/2003, in fase di progettazione, si dovranno utilizzare i parametri di progetto in termini di spettro di risposta elastica previsti dalla normativa nazionale per la relativa zona sismica di appartenenza (Classe 4)
4. Le aree di ristrutturazione e /o riqualificazione urbanistica, in caso di cambio di destinazione d'uso dei siti da artigianale/produttivo/industriale a residenziale/verde pubblico, dovranno essere oggetto, prima del rilascio della concessione edilizia, di indagini di tipo ambientale volte a caratterizzare i terreni naturali ed individuare eventuali contaminazioni causate da attività produttive precedenti (industrie, laboratori artigiani, discariche ecc). secondo quanto previsto dal D.Lgs 152/2006. Il permesso di costruire dovrà essere rilasciato dopo la certificazione dell'Ente di controllo circa la salubrità dei terreni o dopo la certificazione sempre da parte dell'Ente di controllo dell'avvenuta messa in sicurezza e bonifica dei siti.

### **CLASSE 3 – Fattibilità con consistenti limitazioni**

*Aree nelle quali sono state riscontrate consistenti limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso per le condizioni di pericolosità/vulnerabilità individuate, per il superamento delle quali potrebbero rendersi necessari interventi specifici o opere di difesa.*

#### ***Prescrizioni***

1. Relazione geologica di fattibilità contenente una caratterizzazione geologica, idrogeologica e geomorfologica generale e del sito ed una caratterizzazione geotecnica dei siti attestante la compatibilità opera/territorio che faccia riferimento al D.M. 14/01/2008. La relazione dovrà contenere inoltre specifici approfondimenti di carattere geologico, idrogeologico e geotecnico riguardo la compatibilità delle opere in progetto nei confronti del rischio specifico della classe o della sottoclasse.
  - **Sottoclasse 3a**: la relazione di fattibilità dovrà contenere, se il comparto d'intervento è ubicato in zone mediamente acclivi, oltre a quanto già previsto al

punto 1 per la Classe 3, almeno una verifica di stabilità che attesti la compatibilità delle opere in progetto con la stabilità dei siti. Lo studio della stabilità del pendio dovrà porre particolare attenzione alla determinazione delle caratteristiche idrogeologiche delle coperture, degli spessori delle coltri dei depositi sciolti superficiali e dei rapporti stratigrafici e geometrici tra depositi superficiali e, dove presente, substrato roccioso. In caso di proposta e progettazione di interventi di stabilizzazione la relazione dovrà contenere una descrizione completa dell'intervento e verifiche di stabilità che attestino e dimostrino l'efficacia degli interventi di mitigazione del rischio.

- **Sottoclasse 3b**: la relazione di fattibilità dovrà contenere, oltre a quanto già previsto al punto 1 per la Classe 3, approfondimenti di tipo stratigrafico, con individuazione e descrizione della successione stratigrafica locale, e di tipo geotecnico con una valutazione diretta dei principali parametri geotecnici.
  - **Sottoclasse 3c**: la relazione di fattibilità dovrà contenere, oltre a quanto già previsto al punto 1 per la Classe 3, approfondimenti dal punto di vista idrogeologico per la determinazione diretta dei caratteri di permeabilità dei terreni superficiali.
2. Relazione di caratterizzazione e modellizzazione geotecnica dei siti supportata da puntuali indagini dirette di terreno adeguate alle dimensioni ed all'importanza delle opere da realizzare, finalizzata alla parametrizzazione geotecnica dei terreni con individuazione dell'eventuale falda superficiale che definisca il modello geotecnico da utilizzare nella progettazione. I parametri fisici, meccanici ed elastici da attribuire ai terreni, espressi attraverso valori caratteristici, devono essere desunti dall'elaborazione di specifiche prove eseguite in sito (prove penetrometriche, sondaggi geognostici, indagini geofisiche) e mediante analisi di laboratorio. La relazione geotecnica dovrà contenere inoltre specifici richiami agli approfondimenti eseguiti per la valutazione della compatibilità delle opere in progetto con lo specifico rischio della sottoclasse.
- **Sottoclasse 3a** La relazione geotecnica dovrà contenere oltre a quanto già previsto al punto 2 per la Classe 3, i seguenti approfondimenti :
    - calcolo della capacità portante dei terreni di fondazione

- stima dei potenziali cedimenti in funzione dei carichi applicati ai terreni di fondazione
- **Sottoclasse 3b.** La relazione geotecnica dovrà contenere oltre a quanto già previsto al punto 2 per la Classe 3, i seguenti approfondimenti :
  - discretizzazione ed attribuzione dei parametri geotecnica principali ai terreni di fondazione
  - definizione della classe sismica di appartenenza dei terreni naturali –  $V_{S30}$
  - calcolo della capacità portante dei terreni di fondazione
  - stima dei potenziali cedimenti in funzione dei carichi applicati ai terreni di fondazione
- **Sottoclasse 3c.** La relazione geotecnica dovrà contenere oltre a quanto già previsto al punto 2 per la Classe 3, i seguenti approfondimenti :
  - richiami delle caratteristiche idrogeologiche del sito individuate nella precedente fase di fattibilità
  - calcolo della capacità portante dei terreni di fondazione
  - stima dei potenziali cedimenti in funzione dei carichi applicati ai terreni di fondazione

Nelle porzioni di territorio comunale comprese in due sottoclassi la relazione di fattibilità e la relazione di caratterizzazione e modellazione geotecnica dovranno comprendere tutti gli approfondimenti richiesti per ogni singola classe/sottoclasse

3. Le aree di ristrutturazione e /o riqualificazione urbanistica, in caso di cambio di destinazione d'uso dei siti da artigianale/produttivo/industriale a residenziale/verde pubblico, dovranno essere oggetto, prima del rilascio della concessione edilizia, di indagini di tipo ambientale volte a caratterizzare i terreni naturali ed individuare eventuali contaminazioni causate da attività produttive precedenti (industrie, laboratori artigiani, discariche ecc). secondo quanto previsto dal D.Lgs 152/2006. Il permesso di costruire dovrà essere rilasciato dopo la certificazione dell'Ente di



controllo circa la salubrità dei terreni o dopo la certificazione sempre da parte dell'Ente di controllo dell'avvenuta messa in sicurezza e bonifica dei siti.

#### **CLASSE 4 – Fattibilità con gravi limitazioni**

*Aree nelle quali l'alta pericolosità/vulnerabilità comporta gravi limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso. Deve essere esclusa qualsiasi nuova edificazione se non opere tese al consolidamento o alla sistemazione idrogeologica per la messa in sicurezza dei siti. Per gli edifici esistenti sono consentite esclusivamente le opere relative ad interventi di demolizione senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro e risanamento conservativo come definito dall'art. 27, comma 1 lettere a, b, c della L.R. 12/05 senza aumento di superficie o volume e senza aumento del carico insediativo. Sono consentite le innovazioni necessarie per l'adeguamento alla normativa antisismica.*

Eventuali infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico possono essere realizzate se non altrimenti localizzabili; gli ambiti di pericolosità e di vulnerabilità omogenea dovranno comunque essere puntualmente ed attentamente valutati in funzione della tipologia di dissesto e del grado di rischio che determinano,. A tal fine, alle istanze per l'approvazione da parte dell'autorità comunale, dovrà essere allegata :

#### ***Prescrizioni***

1. Relazione geologica di fattibilità contenente una caratterizzazione geologica, idrogeologica e geomorfologica generale e di dettaglio del sito per un intorno significativo ed una caratterizzazione geotecnica puntuale del sito attestante la compatibilità dell'opera rispetto ai rischi specifici dell'area, con esplicito riferimento al D.M. 14/01/2008.
- Nel caso di localizzazione delle infrastrutture in zone di pertinenza idraulica la relazione di fattibilità dovrà contenere uno studio idraulico di dettaglio comprendente una valutazione delle condizioni del rischio idraulico presente

sull'area, la verifica della compatibilità idraulica delle aree da urbanizzare e delle opere da edificare in rapporto alla situazione di rischio locale, individuando e proponendo le misure e le opere per la mitigazione del rischio e la messa in sicurezza dei siti; la relazione dovrà contenere inoltre una ulteriore verifica dell'efficienza e della funzionalità delle opere di mitigazione previste nei confronti del rischio specifico.

Lo studio idraulico dovrà contenere almeno:

- Verifica della portata di massima piena con un tempo di ritorno pari ad almeno 100 anni e 200 anni
  - Verifica della capacità di smaltimento della piena da parte dell'alveo
  - Verifica della compatibilità delle aree e delle opere in progetto con la situazione idraulica locale
  - Indicazione e dimensionamento preliminare delle eventuali opere di sistemazione e mitigazione del rischio
  - Verifica della compatibilità delle aree e delle opere in progetto con la situazione idraulica locale a seguito dell'esecuzione delle opere di difesa
  - Eventuali sistemi di monitoraggio ed allarme di eventi eccezionali
- 2.** Relazione di caratterizzazione e modellizzazione geotecnica dei siti supportata da puntuali indagini di terreno adeguate alle dimensioni ed all'importanza delle opere finalizzata alla parametrizzazione geotecnica dei terreni con individuazione dell'eventuale falda superficiale che definisca il modello geotecnico da utilizzare nella progettazione I parametri fisici e meccanici da attribuire ai terreni, espressi attraverso valori caratteristici, devono essere desunti dall'elaborazione di specifiche ed adeguate prove eseguite in sito e in laboratorio.

La relazione geotecnica dovrà comprendere come minimo standard:

- descrizione litostratigrafica, con individuazione e descrizione della successione stratigrafica locale,

- parametrizzazione geotecnica dei terreni naturali desunta da prove penetrometriche, sondaggi geognostici, prove in foro, indagini geofisiche e prove di laboratorio
  - calcolo della capacità portante dei terreni di fondazione
  - definizione della classe sismica di appartenenza dei terreni naturali –  $V_{S30}$
  - stima dei potenziali cedimenti in funzione dei carichi applicati ai terreni di fondazione
- 3.** Le aree di ristrutturazione e /o riqualificazione urbanistica (nei casi consentiti), in caso di cambio di destinazione d'uso dei siti da artigianale/produttivo/industriale a verde pubblico, dovranno essere oggetto, prima del cambio di destinazione d'uso, di indagini di tipo ambientale volte a caratterizzare i terreni naturali ed individuare eventuali contaminazioni causate da attività produttive precedenti (industrie, laboratori artigiani, discariche ecc). secondo quanto previsto dal D.Lgs 152/2006.

Il cambio di destinazione d'uso dovrà essere rilasciato dopo la certificazione dell'Ente di controllo circa la salubrità dei terreni o dopo la certificazione sempre da parte dell'Ente di controllo dell'avvenuta messa in sicurezza e bonifica dei siti.

Luglio 2008

**Dr. Geologo Flavio Rossini**

**Dr. Geologo M.Cristina Locatelli**

**Dr. Geologo Samuele Azzan**