

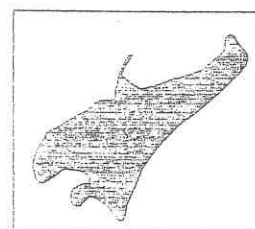
REGIONE AUTONOMA FRIULI VENEZIA GIULIA  
PROVINCIA DI UDINE

COMUNE DI LIGNANO SABBIADORO



PIANO REGOLATORE GENERALE  
COMUNALE

RELAZIONE GEOLOGICA



COMUNE DI LIGNANO SABBIADORO  
Per copia conforme all'originale.  
Adottato con delib. Consiliare  
n. 63 del 14.07.2003

RELAZIONE  
ILLUSTRATIVA



ALL.1

dott. geol. Gianni Lenarduzzi  
Studio di Geologia - via Muratti Moretti, 5 - Udine

## INDICE

<b>1.</b>	<b>PREMESSA</b>	<b>2</b>
<b>2.</b>	<b>METODOLOGIA DEL LAVORO SVOLTO</b>	<b>3</b>
<b>3.</b>	<b>UBICAZIONE GEOGRAFICA</b>	<b>4</b>
<b>4.</b>	<b>LA SUCCESSIONE STRATIGRAFICA</b>	<b>5</b>
4.1	<i>Dune sabbiose litoranee</i>	5
4.2	<i>Terreni spesso organici sovrastanti depositi di fondo lagunare (zona perilagunare di bonifica)</i>	5
4.3	<i>Depositi alluvionali del Fiume Tagliamento</i>	6
<b>5.</b>	<b>GEOMORFOLOGIA</b>	<b>6</b>
5.1	<i>Simboli base</i>	6
5.1.1	<i>Area di litorale emerso</i>	7
5.1.2	<i>Area antropizzata per intensa edificazione</i>	7
5.1.3	<i>Area antropizzata a campi coltivati</i>	7
5.1.4	<i>Aree boscate</i>	7
5.1.5	<i>Aree di pertinenza fluviale</i>	8
5.2	<i>Simboli di dettaglio</i>	8
5.2.1	<i>Dune</i>	8
5.2.2	<i>Delta del Fiume Tagliamento</i>	8
5.2.3	<i>Argine di fiume</i>	8
5.2.4	<i>Argine di canale (Bevazzana)</i>	8
5.2.5	<i>Argine di laguna</i>	8
5.2.6	<i>Muri, pennelli, moli e porti turistici</i>	9
5.2.7	<i>Direzione di deflusso delle acque superficiali, collettori principali e direzione del canale principale Lovato</i>	9
<b>6.</b>	<b>CONSIDERAZIONI GEOLITOLOGICHE</b>	<b>10</b>
<b>7.</b>	<b>IDROGEOLOGIA E IDROGRAFIA</b>	<b>11</b>
	<i>Falda acquifera</i>	12
<b>8.</b>	<b>INDIVIDUAZIONE DEI RISCHI</b>	<b>14</b>
<b>8.1</b>	<b>Rischio geostatico e geomorfologico</b>	<b>14</b>
<b>8.2</b>	<b>Rischio idraulico</b>	<b>14</b>
	<i>Eventi calamitosi ed esondativi</i>	14
<b>8.3</b>	<b>Verifiche idrauliche</b>	<b>16</b>
8.3.1	<i>Verifica di inondazione ed esondazione</i>	16
8.3.2	<i>Verifica di tracimazione per effetto dell'Acqua Alta</i>	18
8.3.3	<i>Allagamenti e ristagni d'acqua</i>	25
<b>9.</b>	<b>CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE</b>	<b>29</b>
	<b>CARTA DI SINTESI</b>	
<b>9.1</b>	<b>Aree edificabili</b>	<b>29</b>
<b>9.2</b>	<b>Aree non edificabili</b>	<b>31</b>

## 1. PREMESSA

L'Amministrazione Comunale di Lignano ha incaricato lo scrivente della stesura della Relazione Geologica per la Variante Generale al P.R.G.C. (Piano Regolatore Generale Comunale).

Per la realizzazione del lavoro geologico ci si è attenuti alle norme delle Leggi Regionali 52/91, 27/88 nonché alle rispettive circolari e regolamenti di esecuzione.

Per la cartografia di base è stata utilizzata la Carta Tecnica Regionale a scala 1:5000.

Come previsto dalle Norme Regionali, la finalità del presente lavoro è indirizzata alla valutazione della vocazione urbanistica delle aree urbanizzate od urbanizzabili presenti nell'area, sulla base di un'indagine dettagliata svolta su tutto il territorio comunale.

Esulano dalla valutazione dinanzi detta le indicazioni particolareggiate per i singoli interventi di edificazione, fondazioni, scavi, difesa e consolidamento del suolo che formano oggetto di perizie geologico-geotecniche specifiche, da attuare di volta in volta per le singole opere che si intendono realizzare (D.M. 11 marzo 1988).

Nell'ambito dello studio geologico-tecnico del territorio comunale di Lignano è stato eseguito un rilevamento geologico dell'area suffragato dall'esame delle foto aeree allo scopo di definire le caratteristiche litologiche e strutturali dei terreni affioranti, con particolare attenzione rivolta alle loro caratteristiche di comportamento meccanico, al fine di definire le aree geologicamente omogenee, non soggette a dissesto o a rischi ed idonee ai fini pianificatori ed edificatori.

Il presente studio geologico comprende:

• relazione geologica descrittiva		
• carta geologica	TAV. 1	Scala 1:12500
• carta geomorfologica con elementi di idrologia	TAVV. 2.1 - 2.2	Scala 1:7500
• carta delle indagini geognostiche e rappresentazione quota 2.0 m slmm	TAVV. 3.1 - 3.2	Scala 1:7500
• carta litologica	TAVV. 4.1 - 4.2	Scala 1:7500
• carta della profondità della falda	TAVV. 5.1 - 5.2	Scala 1:7500
• carta di sintesi	TAVV. 6.1 - 6.2	Scala 1:7500
• carta del rischio idraulico	TAVV. 6.1a - 6.2a	Scala 1:7500

## 2. METODOLOGIA DEL LAVORO SVOLTO

L'esame bibliografico ha costituito la fase iniziale del lavoro.

Dall'esame dei lavori e studi in calce riportati <sup>1</sup>, si sono attinti gli elementi di base utili per la conoscenza delle caratteristiche geomorfologiche, geolitologiche ed idrogeologiche dell'intero territorio comunale.

Attenzione particolare è stata riservata ai dati geologici che rivestono un interesse diretto per la finalità del lavoro; durante il rilievo di campagna sono stati raccolti gli elementi necessari per la valutazione geologico-tecnica, sia ai fini urbanistici, che per la conoscenza particolareggiata delle aree soggette a rischio e dissesti.

L'esame delle foto aeree, integrato da un'interpretazione dettagliata, ha permesso di tracciare un panorama sulla morfologia, litologia e idrologia della zona nonché la delimitazione planimetrica delle aree maggiormente interessate da fenomeni di dissesto.

I dati raccolti in campagna, integrati da quelli bibliografici, sono stati assemblati nella carta tematica di sintesi (zonizzazione).

---

<sup>1</sup> Studi e lavori consultati:

- "Verifica di compatibilità geologica dello strumento urbanistico in vigore di cui art.12 bis della L.R.15/92" - 1994 - dott.Menchini Gianni - Amm. Com. Lignano Sabbiadoro (Ud)
- "Relazione geologica per il piano di lottizzazione dell'Autostazione di Lignano Sabbiadoro" - 1991 - GEOS Snc - Dott. Gerdol Santo - Roveto Srl Latisana
- "Enciclopedia monografica del Friuli Venezia Giulia - Il paese Vol.1 - 1971 Istituto per l'Enciclopedia del Friuli V.Giulia - Udine
- "Progetto di ripristino e rafforzamento delle arginature a laguna e fiume" - 1970 - Consorzio per la bonifica e lo sviluppo agricolo della bassa friulana - Udine
- "Relazione geologico-tecnica per l'ampliamento del Campeggio Pino Mare di Lignano Riviera" - 1990 - dott.Menchini Gianni - S.I.L. Pordenone
- "Sedimentazione recente nelle lagune di Marano e di Grado (adriatico Settentrionale)" - A. Brambati - Studi Trentini - Rivista del "Museo di Scienze Naturali". Sez.A Vol.XLVI - n.1 - Trento 1969
- "Approccio alla cartografia geomorfologica costiera esempio sul litorale di Lignano - Isola di S.Andrea (Alto Adriatico)" - L.Carobene, G. Catani - estratto Atti Convegno Cartografia Tematica Regionale - Catania -sett.1979
- "Caratteristiche morfologiche e sedimentologiche della Costa Adriatica da Venezia a Monfalcone" - A. Brambati - Edizione del Museo Tridentino di Scienze Naturali". Sez.A Vol.XL - n.2 - Trento 1968
- "Caratteristiche granulometriche dei depositi eolici del delta del Fiume Tagliamento" - A. Brambati - Estratto Atti dell'Accademia Roverentana degli Agiati An. Acc. 216 Serie Vi Vol. Vi Fasc.B - 1966
- "Prime osservazioni stratigrafico-penetrometriche sui terreni di Lignano Sabbiadoro (Udine)" - A. Brambati, G.P. Fanzutti - Estratto Atti del Convegno Scientifico Nazionale Progetto Finalizzato Oceanografia e Fondi Marini - Roma 1979
- "Stato delle conoscenze dei litorali dell'alto Adriatico e criteri di intervento per la loro difesa" - A. Brambati, R. Marocco, G. Catani, L. Carobene, G.Lenardon - Mem. Soc. Geol. It. 19 - 1978
- "Il ripascimento artificiale di spiagge in erosione nell'Adriatico Settentrionale" - A. Brambati, - Estratto Rassegna Tecnica del Friuli V. Giulia - n.1 Gen - Feb 1971
- Varie relazioni geologiche e geologico-tecniche

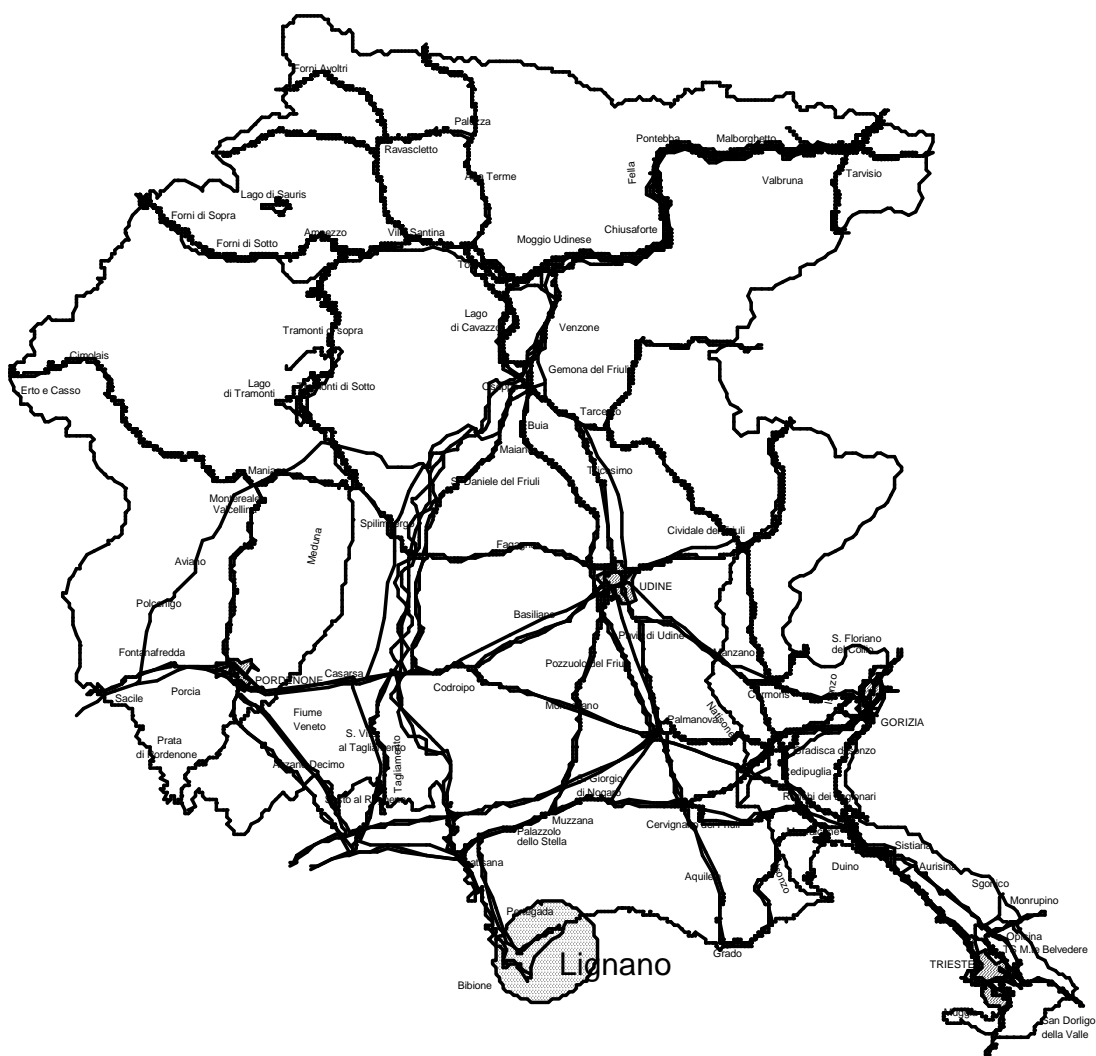
### 3. UBICAZIONE GEOGRAFICA

Il Comune di Lignano si colloca nella parte meridionale della provincia di Udine e si estende su una superficie di circa 14 Km<sup>2</sup> ai limiti della laguna di Marano e il mare Adriatico.

Geograficamente il territorio appartiene alla Bassa Pianura Friulana

I confini sono determinati a Nord dal Canale di Bevazzana e la laguna di Marano, ad Ovest dal Fiume Tagliamento, a Sud ed a Est dal Mare Adriatico .

La via di comunicazione principale è rappresentata dalla S.S. 354 di Lignano.



#### **4. LA SUCCESSIONE STRATIGRAFICA**

Per la stesura del P.R.G.C. del comune di Lignano è stata compilata una carta geologica in scala 1:12500, ottenuta da rilevamento in campagna di dettaglio, integrato con dati bibliografici di lavori o studi già effettuati nell' area in esame.

Per la compilazione di tale carta è stata data particolare attenzione ad una differenziazione dei litotipi, definendo le caratteristiche strutturali delle formazioni ed il loro comportamento meccanico.

I numerosi studi geologici e le diverse indagini dirette ed indirette (vedi ALL. 2), che sono state condotte nel Comune di Lignano Sabbiadoro permettono di delineare la situazione della geologia dell' area in esame.

Il sottosuolo è caratterizzato da un sedime quaternario limoso-argilloso, con intercalazioni di orizzonti sabbioso-limosi, localmente torbosi.

In superficie i depositi hanno subito l' influenza di diversi fattori quali la deposizione del Fiume Tagliamento, il trasporto eolico, il fenomeno di subsidenza del bacino dell' Alto Adriatico e non per ultima l' intervento antropico dell' intensa edificazione e opera di bonifica effettuate in tutto il territorio comunale.

Questi diversi fattori portano ad una situazione geologica molto variabile, determinando fenomeni di eteropia sia verticale che orizzontale.

La Tav.1 compilata in scala 1:12500 per comodità di rappresentazione, definisce tre litologie quaternarie:

- dune sabbiose litoranee
- terreni spesso organici sovrastanti depositi di fondo lagunare (zona perilagunare di bonifica)
- depositi alluvionali del Fiume Tagliamento.

##### **4.1 Dune sabbiose litoranee**

Tali depositi sono costituiti da sabbia fina e limo in percentuali variabili passanti a limo sabbioso, di colore grigio nocciola con locali abbondanti resti conchigliari e vegetali. Le dune in stato attivo presentano una modesta percentuale di materiale fino (limo e argilla), mentre in quelle fossili, stabilizzate da copertura vegetale, tale percentuale è maggiore.

Questo litotipo interessa la parte meridionale del territorio comunale di Lignano Sabbiadoro, partendo dalla linea costiera del Mare Adriatico e arrivando fino alla Strada "Via Tarvisio".

##### **4.2 Terreni spesso organici sovrastanti depositi di fondo lagunare (zona perilagunare di bonifica)**

Al di sopra della suddetta strada statale, nella zona di bonifica, i terreni sono costituiti, per quel che riguarda gli spessori più superficiali, da terreno agricolo di natura limo argillosa.

Al di sotto di tale copertura si trovano depositi di fondo lagunare, costituiti da fitte alternanze di livelli limo argillosi e sabbia fina con presenza di resti conchigliari e vegetali.

#### **4.3 Depositi alluvionali del Fiume Tagliamento**

Il Fiume Tagliamento che costituisce il confine del territorio comunale nel settore occidentale si presenta nella fase terminale di foce. I depositi che esso ha formato e forma sono di natura sabbiosa e nelle zone di ripascimento (zone interne di ansa) di natura limosa.

### **5. GEOMORFOLOGIA**

Per compilare la Carta Geomorfologica in scala 1:7500 (Tavole 2.1 e 2.2) è stato effettuato un rilevamento di campagna e uno studio della morfologia sulla base tecnica regionale in scala 1:5000.

Le carte tematiche sono state compilate con dei simboli divisi in classi e raggruppamenti, definiti secondo un criterio di priorità; sono stati definiti infatti dei simboli di rango superiore, cioè simboli base che andranno a coprire l'intera superficie, ai quali si andranno a sovrapporre simboli di rango inferiore, cioè simboli di dettaglio.

I simboli base competono alle aree più vaste per omogeneità di aspetto e di significato, o nelle quali predomina sulle altre una ben determinata caratteristica. Tali aree sono rappresentate da colorazioni diverse.

I simboli di dettaglio consistono in disegni grafici che si sovrappongono ai simboli base per evidenziare e definire meglio caratteri e morfologie, secondarie o particolari.

#### **5.1 Simboli base**

I simboli base corrispondono, nel presente studio, a cinque differenti tipi di aree che hanno un notevole sviluppo nel territorio del Comune di Lignano Sabbiadoro. Essi sono:

- area di litorale emerso;
- area antropizzata, che si suddivide in
  - area antropizzata per intensa edificazione
  - area antropizzata a campi coltivati (bonifica)
- area boschiva;
- area di pertinenza fluviale.

### **5.1.1 Area di litorale emerso**

La superficie in questione interessa tutta la costa sud occidentale della penisola di Lignano e rappresenta il limite con il Mare Adriatico. L'area ha una superficie mutevole per forma e ampiezza in quanto strettamente dipendente con l'azione erosiva che il mare e il vento hanno su di essa. Tale superficie è comunque tenuta sotto controllo, soprattutto nella stagione invernale, in quanto fonte di attrazione turistica per la stazione balneare; potrebbe quindi venire ad essere raggruppata nelle aree antropizzate di cui si parlerà di seguito. L'area di litorale emerso, che corrisponde alla parte di territorio destinato a spiaggia, è di circa 0.74 kmq.

### **5.1.2 Area antropizzata per intensa edificazione**

Sono cartografate in lilla chiaro le aree che sono state intensamente modificate e controllate dall'opera dell'uomo. L'intervento di quest'ultimo è stato prevalentemente edificatorio, con una copertura pressoché totale del terreno nella zona meridionale della penisola di Lignano Sabbiadoro, zona retrostante al litorale emerso. L'area antropizzata ha una estensione di circa 5.8 kmq.

### **5.1.3 Area antropizzata a campi coltivati**

Tutta la zona a Nord dell'area edificata fino agli argini del Fiume Tagliamento e della Laguna di Marano è stata interessata da un intervento di bonifica dei terreni, una volta paludosi, ed ora destinati a coltura di cereali e alberi da frutta. L'area, di cui fa parte la Bonifica Lovato, ha un'estensione di circa 5.1 kmq, è sotto il controllo umano, sia come territorio, sia come controllo della superficie del pelo freatico sotterraneo (vedi Cap. 8); controllo di fondamentale importanza in quanto notevole è la porzione dell'area in esame che si trova al di sotto della quota 0 m slm.

### **5.1.4 Aree boscate**

Tali aree distribuite per lo più nella zona meridionale del territorio comunale corrispondono a superfici interessate da vegetazione marittima come: il pino nero, in misura minore da pino domestico e marittimo, da latifoglie come il leccio, la roverella e, in prossimità dell'arenile, da tamerici. Le località più importanti interessate dalle aree boscate sono: Riviera Nord, l'area della Colonia Elioterapica ed alcuni tratti di territorio retrostanti l'arenile di Lignano Pineta e Lignano Riviera. La superficie interessata da vegetazione si estende per 2.5 kmq.

### **5.1.5 Aree di pertinenza fluviale**

La superficie che corrisponde a queste aree è situata completamente oltre gli argini del Fiume Tagliamento, nel settore occidentale del territorio comunale di Lignano Sabbiadoro. In queste aree, in cui sono già presenti delle realtà edificatorie come diversi approdi e strutture di divertimento, si possono verificare delle espansioni libere delle acque senza controllo.



## **5.2 Simboli di dettaglio**

Sempre nelle tavole 2.1 e 2.2 sono riportati, al di sopra dei simboli areali su descritti, anche i simboli di dettaglio che meglio descrivono e localizzano morfologie tipiche presenti nel territorio comunale.

### **5.2.1 Dune**

Lungo la linea di Costa Adriatica della penisola di Lignano sono presenti dune di dimensioni e sviluppo variabili; solo alcune di quelle adiacenti all'arenile sono attive, mentre quelle più interne sono fossili e fissate da una buona copertura vegetale. Queste morfologie possono arrivare ad un'altitudine di circa 7-8m slm.

E' stato appurato che la frazione argillosa è presente solo dove c'è vegetazione, mentre nelle dune litorali è presente solo nel fianco sottovento.

### **5.2.2 Delta del Fiume Tagliamento**

Una imponente morfologia che caratterizza la costa di Lignano è la foce del Fiume Tagliamento. Il delta condiziona il litorale adiacente alternando momenti di erosione a momenti di ripascimento.

### **5.2.3 Argine di fiume**

Lungo tutta la sponda sinistra del Fiume Tagliamento è presente un rilevato di altezza variabile da 3.0 a 4.0 m slm; si tratta di una struttura senza interruzioni lineari, che va da Marina Uno fino alla confluenza con il Canale di Bevazzana mantenendo le quote suddette per uno sviluppo di circa 4.2 km.

### **5.2.4 Argine di Canale (Bevazzana)**

Il Canale di Bevazzana segna il confine nord occidentale del territorio comunale; esso è delimitato da un argine continuo, con altezza che si aggira sui 2.5 m slm, che va dalla Località Pantanel alla confluenza con il Fiume Tagliamento; la lunghezza della struttura è di circa 3.6 km.

### **5.2.5 Argine di Laguna**

Dalla località Pantanel fino alla Darsena in Località Punta Faro si erige un rilevato, alto mediamente 2.8 - 3.0 m slm, che costituisce il limite settentrionale del territorio, con continuità, per uno sviluppo di circa 4.3 km.

### **5.2.6 Muri, pennelli, moli e porti turistici**

Sono stati riportati in carta, con diverse simbologie, strutture artificiali, adibite a salvaguardare la spiaggia della località turistica o atte a raccogliere il turismo estivo. Nel primo caso sono da inserire i pennelli e i muri che si incontrano lungo l'arenile; nel secondo caso abbiamo le Marina Uno, Marina Punta Verde, Marina Azzurra (non attiva), Darsena di Lignano Sabbiadoro e Marina Punta Faro.

### **5.2.7 Direzione di deflusso delle acque superficiali, collettori principali e direzione del canale principale Lovato**

Le Tavv. 2.1 e 2.2 riportano con simbologie molto semplici lo scorrimento delle acque superficiali, indicando con frecce piccole la direzione di deflusso delle acque nelle scoline dei campi, con frecce medie la direzione di deflusso nei collettori principali e infine con frecce grandi la direzione di deflusso dell'acqua nel Canale Lovato.

## 6. CONSIDERAZIONI GEOLITOLOGICHE

Nel presente studio sono state eseguite ulteriori prove geognostiche (prove penetrometriche statiche e scavi) e dai dati delle prove in possesso e quelli desunti dal rilevamento di dettaglio vedi le TAVV. 3.1 -3.2 "Carta dell'ubicazione delle prove" e ALL.2- "Indagini geognostiche" (protocolli d'indagine), nelle TAVV. 4.1 - 4.2 "Carta litologica", compilata in scala 1:7500, si riporta la tutto il territorio comunale oggetto della verifica urbanistica, in termini di associazioni litologiche che rispecchiano le caratteristiche geologico-tecniche.

Con l'aiuto dei protocolli d'indagine (ALL.2) in cui sono riportate tutte le prove eseguite nel territorio comunale (si sono tralasciate alcune che, eseguite a gruppo con altre presentano la stessa profondità di esecuzione e stessa ricostruzione stratigrafica - Arena Estiva), sono state scelte per convenzione due simbologie qui di seguito riportate, ponendo particolare attenzione alle caratteristiche meccaniche dei litotipi incontrati:

<i>Associazione litologica (simbolo):</i>	<b>MS</b>
<i>Litologia:</i>	si tratta di sedimenti limosi-argillosi organici anche con torbe, limi sabbiosi,
<i>Caratteristiche meccaniche:</i>	le caratteristiche meccaniche di questi terreni sono molto scadenti, sia per quanto riguarda la portanza sia per quanto riguarda la deformabilità; la compressibilità dei terreni è da considerarsi elevata. L'acqua influisce determinatamente sulle proprietà fisico-meccaniche.
<i>Stabilità geostatica:</i>	i bassi valori di resistenza meccanica (resistenza al taglio) possono favorire la perdita di stabilità dei terreni di fondazione

<i>Associazione litologica (simbolo):</i>	<b>SM</b>
<i>Litologia:</i>	si tratta di sedimenti sabbiosi con limo ed argilla
<i>Caratteristiche meccaniche:</i>	le caratteristiche meccaniche di questi terreni sono scadenti, sia per quanto riguarda la portanza sia per quanto riguarda la deformabilità; la compressibilità dei terreni è da considerarsi da media ad elevata
<i>Stabilità geostatica:</i>	il sedimento, non avendo buone caratteristiche meccaniche, presenta dei problemi in termini di stabilità geostatica

## 7. IDROGEOLOGIA E IDROGRAFIA

L'idrografia superficiale è costituita da:

- parte terminale e delta del corso del Fiume Tagliamento
- canale di Bevazzana (Litorale Veneta)
- il mare
- la laguna
- canali di bonifica

### *Fiume Tagliamento*

Scorre nella sua parte terminale sfociando a delta nel mare Adriatico lungo il confine comunale occidentale.

In questo tratto ha una lunghezza di circa 6 Km e larghezza intorno ai 150-200 m.

La sua profondità varia da pochi metri (2- 3) alla foce, in quanto il trasporto solido è sempre abbondante con avanzamento del delta verso Ovest, a qualche metro nel suo corso interno.

E' navigabile e scorre senza problemi nel suo alveo mantenendo il livello di quota acqua sempre costante con le modeste variazioni dovute a marea normale e apporto d'acqua dopo le normali precipitazioni meteoriche.

Nella sua parte finale lascia un meandro abbandonato che racchiude un isolotto "Isola Pingherli" adibita esclusivamente a verde ambientale.

Nell'area oggetto di studio, sinistra idrografica, è costeggiato da un argine maestro che si erge mediamente a quota 3 - 4 metri slmm, mentre nella fascia di pertinenza fluviale, tra argine e riva del fiume, si ergono argini secondari ed arginelli a difesa di colture e realtà edificatorie.

### *Canale di Bevazzana*

Il canale di Bevazzana, porzione della Litoranea Veneta con quota fondo canale (fonte Genio Civile) fissata a -3.50m, sotto il livello medio mare, costituisce il limite estremo settentrionale e quindi confine comunale del territorio di Lignano Sabbiadoro.

### *Il mare*

Lo specchio di mare che bagna il territorio di Lignano Sabbiadoro fa parte dell'estrema propaggine settentrionale del Mare Adriatico.

Nell'ultimo secolo risulta la tendenza all'erosione del tratto del litorale che va dalla foce del Tagliamento a Lignano Riviera.<sup>2</sup> Questa tendenza, confermata negli ultimi anni, si è invertita in prossimità della zona di foce dove attualmente è in corso un processo, se pur lieve, di recupero della spiaggia.

Ad Est di Lignano Riviera sino al porto di Lignano, si nota una forte progressione della spiaggia che tocca, a livello secolare, valori superiori ai 100 m.

Importante a livello di pianificazione sono da considerarsi i fattori legati alle maree e non meno ai fenomeni di oscillazioni del bacino (sesse).

### *La laguna*

---

<sup>2</sup> "Studio sedimentologico e marittimo-costiero dei litorali del Friuli V.Giulia" 1987- A. Brambati - Reg. Aut. Friuli V.Giulia - Direzione Reg. dei Lavori Pubblici - Servizio dell'Idraulica - Trieste

Costituisce allo stato attuale i resti di una estesa serie di bacini che formavano il grande Estuario Adriatico. La situazione odierna è la diretta conseguenza della lunga serie di trasformazioni morfologiche operate dai diversi e numerosi corsi d'acqua che, scendendo dalla catena alpina vengono a sfociare in questa parte di costa.

Tali trasformazioni sono avvenute principalmente a causa dell'interrimento di estese aree lagunari in seguito al protendersi verso mare delle foci dei principali corsi d'acqua.

### *Bonifica*

Trattasi di una fascia perilagunare a scolo meccanico confinata fra fiume e laguna da un cordone arginale la cui sommità è posta a quota di 3 metri al disopra del medio mare che vede garantito lo sgrondo delle acque dalla presenza di impianti di sollevamento artificiali.

La giacitura dei terreni in questa zona è a quota inferiore a quella del medio mare.

Le grandi opere di bonifica ebbero inizio nel 1923 con Biancure II e III Recinto (oggi bacino di Val Lovato).

La conservazione e lo sviluppo di queste terre fertili abbisognano di quotidiano e costante lavoro di sgrondo ed il sollevamento delle acque meteoriche che altrimenti non potrebbero essere scaricate a mare.

La rete di bonifica interessa la zona settentrionale del territorio comunale e trattasi di canali a varia sezione e di limitata profondità (vedi Tavv. 2.1 - 2.2 - Carta Geomorfologica, indicati con frecce) e il livello dell'acqua viene controllato da idrovore.

## **LA FALDA ACQUIFERA**

La falda superficiale è posta subito sotto il piano campagna e poco al di sopra del livello marino.

La superficie piezometrica ha modeste oscillazioni e risulta condizionata dal livello di marea solo nelle porzioni più vicine alla linea di costa o del margine lagunare, anche in funzione della permeabilità dei terreni.

Bisogna tener conto, specie per i manufatti in cemento, che le acque di falda possono contenere percentuali di sale (acqua salmastra) per le interconnessioni ed intrusioni di acqua marina.

Con l'ausilio delle prove geognostiche ed il riconoscimento di una quota di falda riscontrata durante le fasi sondaggio si è potuto ricostruire una carta della profondità di falda.

Nelle TAVV. 5.1 -5.2 "Carta della profondità della falda", si è voluto rappresentare a diverse tonalità di colore e quindi per diversi livelli la posizione della superficie piezometrica media rispetto al piano campagna.

I dati disponibili della piezometrica, circoscritti ad aree limitate, non coprono in maniera omogenea tutto il comprensorio comunale; si è ritenuto pertanto di interpolare fra questi gruppi, ponendo il livello freatico a quota + 0.70 m slmm su tutto il territorio, ritenendo che la falda non possa subire variazioni di quota significativa e facendola

combaciare con la quota "0" dove questa matematicamente ha valori negativi (aree agricole soggette a scolo meccanico).

La rappresentazione grafica è stata elaborata tenendo conto di tutti i punti quotati a livello di terreno della Carta Numerica Regionale e dei punti di rilievo della superficie piezometrica.

L'elaborazione è stata ottenuta con l'interpolazione a maglia di definizione di 40 metri.

## **8. INDIVIDUAZIONE DEI RISCHI**

Con questa carta si vuol definire e verificare che i diversi processi di urbanizzazione riguardino zone geologicamente idonee e non soggette a dissesti o a rischi.

Per queste finalità sono stati presi in considerazione i seguenti rischi:

- geostatico, geomorfologico
- idraulico

### **8.1 - Rischio geostatico e geomorfologico**

Il territorio del comune di Lignano è nella totalità pianeggiante escludendo le forme di dune che in alcuni punti possono erigersi fino a 8 - 9 m slmm.

Il rischio geostatico pertanto si configura esclusivamente nell'eventuale intervento di rimodellamento delle dune che si mantiene sempre localizzato e circoscritto a piccole aree.

### **8.2 - Rischio idraulico**

Importanza primaria se non vitale è la salvaguardia nei confronti del pericolo idraulico.

Il territorio comunale di Lignano Sabbiadoro, in parte anche con quote sotto il livello 0.00 m del medio mare, è praticamente circondato dall'acqua e da questa situazione è in costante pericolo in quanto potrebbero verificarsi delle ingressioni di acqua marina, fenomeni di allagamenti e ristagni d'acqua.

Non meno è il pericolo di esondazione proveniente dal Fiume Tagliamento che però in questi ultimi anni trova le misure di salvaguardia connesse con il "*Piano stralcio del medio e basso bacino del Tagliamento*" con le competenze dell'Autorità di Bacino di Venezia che ne segue lo sviluppo sia in fase di progettazione che di esecuzione.

## **EVENTI CALAMITOSI E FENOMENI ESONDATIVI**

In occasione dell'alluvione del 1966 alcune aree del territorio comunale sono state esondate sia da nord con ingressione da parte delle acque di laguna sia da mare per la forte mareggiata in località Riviera e Pineta.

Le opere di difesa all'epoca erano costituite da un argine di laguna alto sul medio mare di 1.50 - 2.00 m mentre non esistevano opere di difesa nel tratto del litorale a mare.

A nord le acque lagunari provocarono allagamenti con ingressioni in corrispondenza della Val Lovato e del Cimitero di Lignano. Queste acque scavalcarono in parte gli antichi argini defluendo naturalmente verso aree interne poste a quote topografiche prossime allo zero.

Queste calamità furono provocate da una eccezionale marea unitamente al vento di scirocco.

Alcuni anni dopo<sup>3</sup> gli argini perilagunari sono stati rinforzati ed innalzati a quota 3.00m s.l.m.m. corrispondente alla "**quota 13**", quota di riferimento fissata dal Magistrato alle Acque come vincolo di quota minima per le opere di difesa spondale e quindi limite di sicurezza per i fenomeni di esondazione.

Nell'area del litorale marino è stato costruito un muro in c.a., di altezza media 4.00 m (*quota 14*) che, sostituendo il cordone delle dune naturali erose, parte dalla duna residua di punta Tagliamento e raggiunge l'edificio delle Terme, interrotto esclusivamente da alcuni passaggi per l'ingresso in spiaggia.

Nella porzione di territorio interessata dal corso del Fiume Tagliamento (canale di Bevazzana - Idrovora consortile - Marina Uno), in relazione a pericoli derivanti da invasioni di acque fluviali, prendendo a riferimento gli eventi più disastrosi di questi ultimi 90 anni<sup>4</sup>, si è rilevato che il fiume non ha prodotto episodi di esondazione in sponda sinistra idrografica; nonostante ciò, in riferimento agli eventi di esondazione, la quota degli argini fluviali è stata sopraelevata oltre *quota 13* fino, in alcuni punti, a raggiungere *quota 14 e 15*.

Dalla Darsena di Maria Uno fino alla foce non sono state previste opere di difesa spondale in quanto è stata ritenuta sufficiente, dagli Uffici Responsabili in materia di opere marittime, la quota della sommità arginale nei confronti del piano delle acque del fiume anche in concomitanza di acqua alta che, in casi eccezionali si può innalzare di circa 2.00m sopra la quota di livello medio mare (vedi dati dell'Istituto Talassografico).

---

<sup>3</sup> "Progetto di ripristino e rafforzamento delle arginature a laguna ed a fiume". 1970 - Consorzio di Bonifica Bassa Friulana - Udine

<sup>4</sup> "Studio per la definizione dei pericoli naturali nella Regione Friuli - V.Giulia" - 1979- Assessorato Reg. Agricoltura e Foreste



### 8.3 Verifiche Idrauliche

Al fine di pervenire ad una zonizzazione del territorio in termini di rischio idraulico, considerando l'intrusione dell'acqua nelle forme di pioggia, di marea, di fiume, si sono eseguite delle verifiche per valutare le aree soggette a tale fenomeno.

#### 8.3.1 Verifica di inondazione ed esondazione

L'intero territorio comunale risulta circondato da una cintura di opere di difesa (argini, muri e muretti) atti a contrastare eventuali ingressioni di acque.

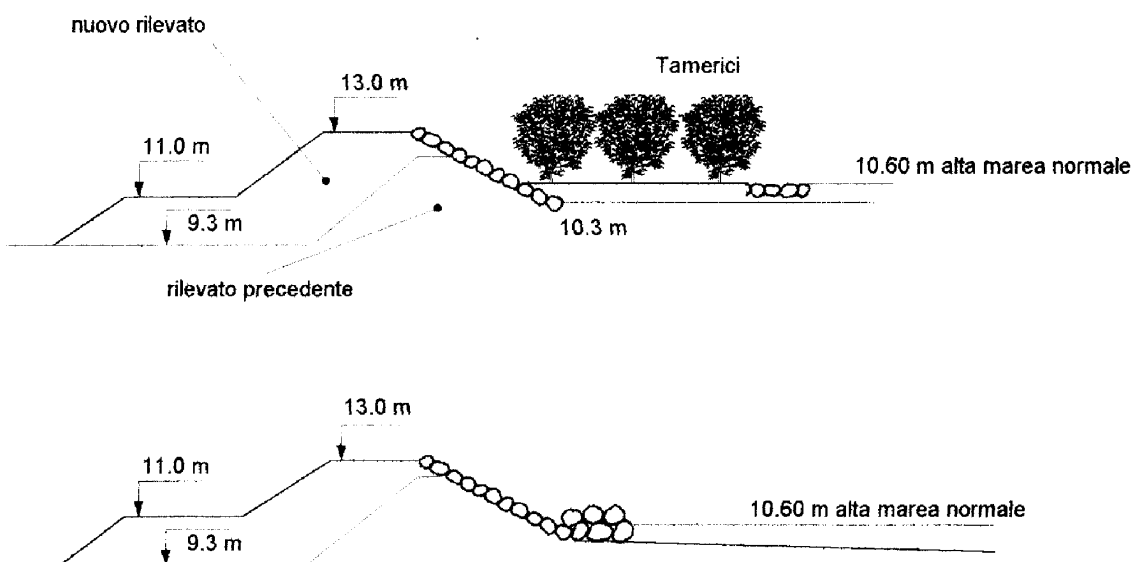
Si sono evidenziati tre tipi di argini: a laguna, a canale e a fiume e nel litorale marino un muro in c.a.

#### *Argine a laguna*

E' costituito da un rilevato in terra che si sviluppa dalla Darsena di Lignano Sabbiadoro fino alla località Pantanel congiungendosi con l'argine del canale di Bevazzana.

Negli anni settanta l'argine è stato rialzato fino a quota 13 e attualmente solo in un breve tratto si presenta a quote leggermente inferiori.

La scarpata lato laguna è protetta da una scogliera antierosione frangiflutti e lungo il tratto in corrispondenza dell'abitato di Lignano Sabbiadoro sono state messe a dimora piante a stabilizzare il rilevato e con funzione antivento (vedi figura in calce).



### *Argine a canale*

Da località Pantanel, in continuità con l'argine a laguna, si snoda l'argine a canale che costeggia, fino all'argine a fiume, il canale di Bevazzana (litoranea Veneta).

La sua altezza non è mai inferiore a 2.5 m slmm e il suo culmine è stato trasformato in sede stradale asfaltata a sezione allargata.

### *Argine a fiume*

Si snoda con continuità dalla congiunzione con l'argine del canale di Bevazzana fino all'Idrovora consortile "Punta Tagliamento". Si eleva mediamente fino a *quote 13 e 14*.

All'interno dell'argine maestro si ritrovano alcune realtà edificatorie come : il Parco Zoo, Marina Punta Verde e Marina Azzurra quest'ultima non terminata.

La sistemazione idrologica del bacino del Tagliamento riveste un aspetto di estrema importanza anche a causa della notevole quantità di materiale alluvionale trasportata. Questo proprio per le frequenti e notevoli piene che hanno provocato catastrofiche esondazioni, specialmente nella parte bassa del corso d'acqua.

Il problema, di duplice aspetto, vede prima la necessità di trattenere nella zona montana di maggior piovosità le masse d'acqua affluite per poi regolare il deflusso compatibilmente con la capacità di smaltimento dell'alveo a valle e poi la possibilità di sistemare opportunamente la parte inferiore del corso in modo tale che il deflusso possa aver luogo anche nelle condizioni difficili quali quelle di alta marea in corrispondenza della foce.

Pur non avendo subito tracimazioni o rotture degli argini nel tratto di pertinenza del Comune di Lignano Sabbiadoro, per la sicurezza idraulica del medio e basso Tagliamento, dall'Autorità di Bacino di Venezia, responsabile e competente per territorio in materia idraulica, vengono proposte soluzioni che prevedono l'esecuzione di:

- casse di espansione situate subito a valle della stretta di Pinzano nell'alveo del Tagliamento atte ad una laminazione della piena di 4000 mc/sec
- la sistemazione del tratto terminale del Tagliamento e la ricalibratura del Cavrato (canale posto a valle di Latisana che porta in mare a Porto Baseleghe - Ve) in modo da ripartire la portata di piena laminata tra i due tronchi a partire da 1500 mc/sec
- il completamento della calibratura del fiume Tagliamento a valle di Latisana fino all'incile del Cavrato

Con l'adozione (aprile 1998) delle norme di attuazione del "Piano Stralcio per la sicurezza idraulica del medio e basso Tagliamento" da parte dell'Autorità di Bacino di Venezia, sono state avviate le procedure per la progettazione di cui ai punti precedenti.

### *Muro lungo il litorale marino*

A seguito delle forti mareggiate, durante l'alluvione di 1966, che hanno asportato parte delle dune naturali costiere che difendevano l'entroterra, è stato costruito un muro in c.a., di altezza media 4.00 m (*quota 14*) che, sostituendo il cordone delle dune naturali erose, parte dalla ex caserma della Finanza e raggiunge l'edificio delle Terme, interrotto esclusivamente da alcuni passaggi per l'ingresso in spiaggia.

La quota a terra di detto muro generalmente si pone a *quota 12*, limite di soglia per la massima marea registrata; pertanto le funzioni del muro sono principalmente quelle di intercettare eventuali onde di forti mareggiate.

Dall'edificio delle Terme fino all'area della Colonia elioterapica, la sommità del muro è sostituita per quasi tutto il tratto, escluse le entrate alla spiaggia, da una passeggiata.

La base di questo lungo cordone si posa sempre a quote superiori ai 2.5 m slmm, ben proteggendo l'entroterra da ingressioni di acqua di mare.

Il muro e la passeggiata viene sostituito da un cordone di dune naturali, alte 6 - 8 metri, nell'area della Colonia fino all'inizio del lungomare Trieste, il quale proseguendo con il lungomare Marin, ed entrambi con livella posta sempre a quota superiore ai 3.0 m slmm, raggiungono la Lanterna di Punta Faro e poi il complesso di Terra Mare.

### **8.3.2 Verifica di tracimazione per effetto dell' Acqua Alta**

Com'è noto, le maree dei mari interni, che sono in comunicazione con mari più ampi e profondi, sono diverse da quelle previste dalla teoria.

Tale è il caso del Mare Adriatico, in cui, se pure i periodi delle maree astronomiche coincidano con quelli previsti dalla teoria, non altrettanto si verifica per i valori delle ampiezze e le posizioni di fase. Questi valori vengono infatti anche notevolmente alterati per cause determinate dalle caratteristiche geometriche del bacino. Le massime escursioni di marea si hanno in corrispondenza delle estremità N e S dell'Adriatico e presentano un carattere semidiurno, mentre nella parte centrale, all'altezza di Ancona e Zara, le oscillazioni hanno valore minimo e sono del tipo diurno. La propagazione dell'onda di marea avviene con andamento rotatorio in senso antiorario attorno ad un punto (punto anfidromico) con marea costantemente nulla. Questo fenomeno di rotazione antioraria viene interpretato come effetto risultante della composizione dell'oscillazione in senso longitudinale, per effetto della marea astronomica, con una oscillazione trasversale, dovuta alla rotazione della terra. Si genera in conseguenza una corrente di marea che, in particolare lungo le coste dell'Adriatico settentrionale, presenta un movimento con direzione EO.

Alle oscillazioni del livello del mare, provocate dalle cause astronomiche descritte qui sopra, si aggiungono nell'Adriatico oscillazioni libere a periodo determinato, dipendenti principalmente dalla forma del bacino e chiamate **sesse**.

Tali fenomeni si manifestano in tutti gli specchi d'acqua, ma presentano ampiezze più accentuate se i bacini acquei possiedono forme allungate.

Essi vengono generati quando, per cause diverse, si produce una temporanea differenza di livello in una qualche zona del mare. Tra le cause determinanti possono venire ricordate le variazioni della pressione barometrica e l'azione del vento.

In particolare, nell'Adriatico, l'oscillazione principale ha luogo in senso longitudinale, attorno ad una linea nodale disposta trasversalmente all'asse maggiore del bacino. Quindi ne deriva che sulle coste dell'Alto Adriatico hanno luogo le escursioni di maggior ampiezza dovute a tali fenomeni di sessa.

E' evidente che se queste ultime oscillazioni vengono a coincidere con quelle di marea, si ha un'esaltazione del fenomeno. Esso però può venire ulteriormente accentuato da un altro fattore molto importante dovuto all'afflusso dei venti da SE, i quali, oltre a generare un vivace moto ondoso in conseguenza della lunghezza notevole del percorso (fetch) che compiono, ingolfano pure ingenti masse di acqua sulla parte più settentrionale dell'Adriatico, innalzandone così temporaneamente il livello medio. La limitata profondità di tale zona, di cui è caratterizzata l'area settentrionale del bacino dell'Adriatico, impedisce che si sviluppi un'adeguata corrente di ritorno lungo il fondo, in grado di scaricare le masse d'acqua così accumulate. Le frequenti e disastrose acque alte, che si verificano a Venezia e su tutta la costa della regione Friuli-Venezia sono dunque il risultato dell'azione concomitante dei tre fenomeni sopra descritti e cioè delle maree astronomiche, delle sesse, dell'ingolfamento dell'acqua ad opera dei venti meridionali, a cui purtroppo ancora si può sovrapporre talvolta l'effetto della bassa pressione barometrica.

Con termine di Acqua Alta si identifica la sommatoria di diversi fattori<sup>5</sup>

- alta marea astronomica
- bassa pressione atmosferica
- ingorgo determinato da venti meridionali
- oscillazione forzata del mare Adriatico (sessa)

Il fenomeno riguarda l'intero cordone arginale.

Sono stati fatti dei calcoli per determinare le possibilità teoriche delle massime Acque Alte per l'Adriatico settentrionale, per l'eventualità che tutti i fattori qui esposti vengano a coincidere. Risulta in tal modo che l'escursione di marea in sizigie può raggiungere i 60 cm sopra il livello medio del mare, l'innalzamento per sessa 60 cm, quello per ingolfamento da venti sciroccali 40 cm, per bassa pressione atmosferica 30 cm. Si ottiene così il valore complessivo di 230 cm. Come termine di confronto si può riportare il valore della marea massima verificatasi la notte del 26-11-1969 a Trieste (vedi foto a pag.20) e che ha raggiunto i 200 cm slm, valore massimo finora registrato. E' interessante ancora notare che l'acqua alta del 4-11-96 a Venezia, che ha raggiunto i 195 cm, si è avuta il giorno precedente alla quadratura, quando cioè le maree astronomiche hanno il valore minimo.

---

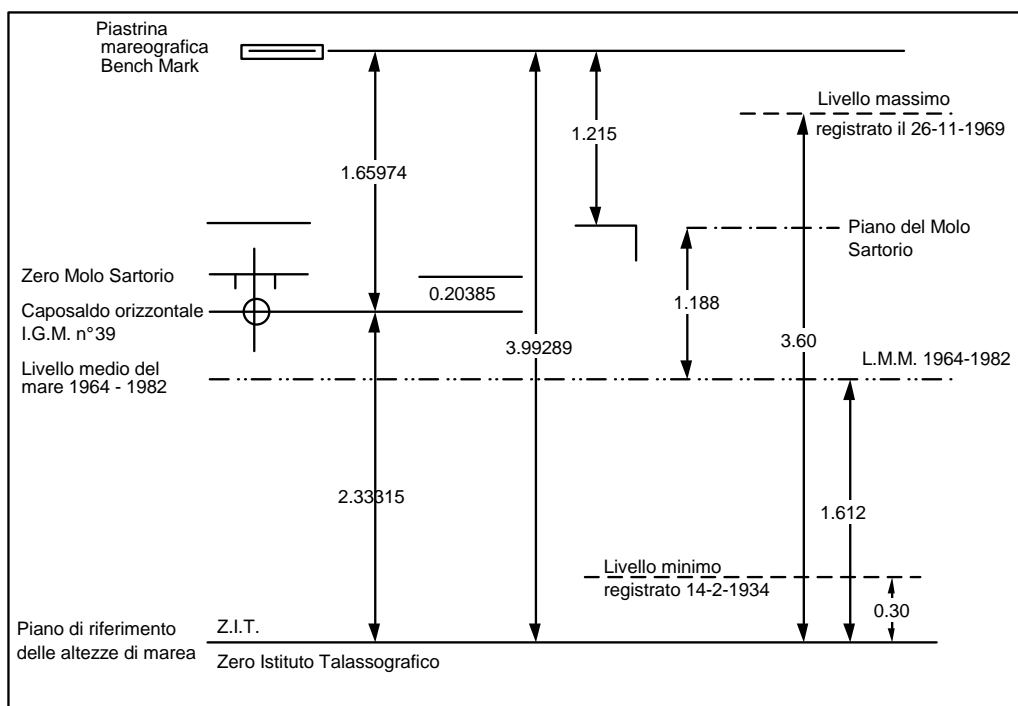
<sup>5</sup>"Il Rischio litorale nell'area circumlagunare del Friuli -Venezia Giulia" - 1995 - Gortania - Atti del Museo Friulano di Storia nat. - Udine



Il fenomeno dell'acqua alta a Trieste verificatosi il 26 novembre 1969

(foto da : "Enciclopedia monografica del Friuli Venezia Giulia". 1971)

Dalla raccolta dei dati meteomarini<sup>6</sup> (tabelle a pag. 22-23 -24) e dalla loro elaborazione si è potuto constatare che la quota massima raggiunta dall'alta marea in 89 anni è stata quella di 360 cm, riferita allo ZIT (Zero Istituto Talassografico), il 26.11.1969 e pertanto il riferimento alla quota 0.0 m slmm risulta pari a 199 cm, definito poi **200 cm**.



Applicando la statistica di Gumbel per la determinazione della frequenza degli eventi estremi si ottengono i seguenti tempi di ritorno (Stravisi, 1993)

- livello del mare superiore a 110 cm 1.5 anni
- livello del mare superiore a 150 cm 30 anni
- livello del mare superiore a 200 cm 70 anni

Secondo altri calcoli l'acqua alta del 26 nov 1969 a Trieste (206 cm) considerando i valori annuali nell'arco di tempo dal 1944 al 1988 presenta un ritorno di 195 anni, i quali posso diventare 112 se si filtra opportunamente i valori mensili.

Quindi, con rilievi a terra e carta numerica regionale, si è verificata l'efficienza delle arginature con questo valore e si è riscontrato che il cordone di difesa spondale porta, all'estremità superiore, sempre quote di 3.0 m ed oltre slmm ovvero, in mancanza di arginature, la quota topografica del terreno è sempre a quota superiore a 2.50 m, garantendo pertanto la sicurezza nei riguardi di tracimazioni.

<sup>6</sup> Dati dell' Istituto Tassalografico di Trieste

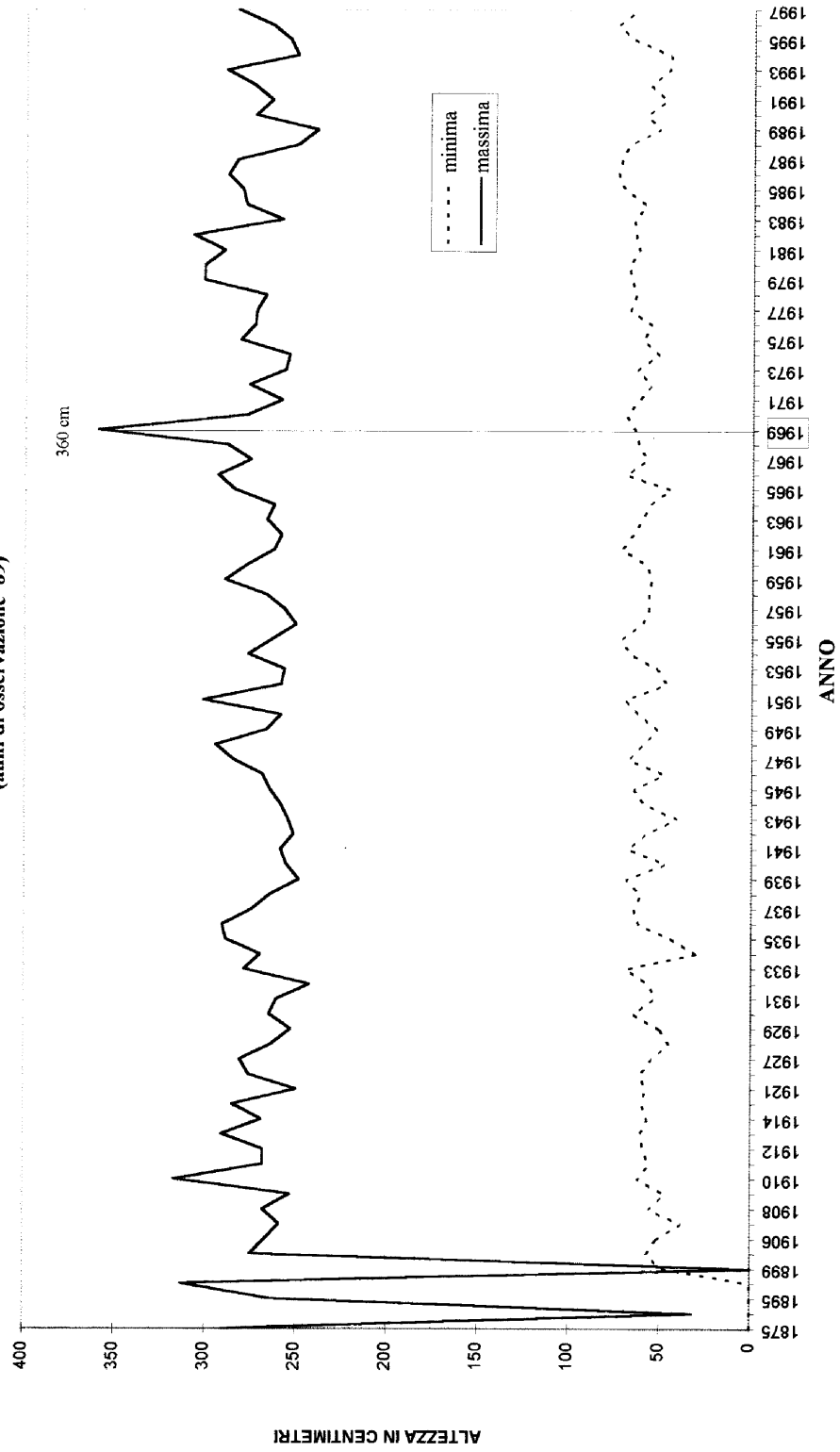
LIVELLI ESTREMI DI MAREA  
REGISTRATI A TRIESTE

Anno	altezza massima			altezza minima		
	altezza	giorno	mese	altezza	giorno	mese
1875	290	14	10	0	0	0
1879	32	25	11	0	0	0
1895	264	12	3	0	0	0
1898	313	27	11	0	0	0
1899	0	0	0	48	3	1
1905	275	16	11	57	18	11
1906	267	10	11	52	17	12
1907	259	17	10	38	15	1
1908	268	7	6	56	17	5
1909	253	16	11	47	21	2
1910	317	15	11	62	13	1
1911	268	19	11	56	15	6
1912	268	2	2	59	3	1
1913	291	13	11	61	8	1
1914	269	31	10	57	26	3
1920	285	2	1	60	6	11
1921	250	4	8	58	21	2
1922	276	22	3	61	12	11
1927	281	10	11	55	5	1
1928	264	28	10	45	23	2
1929	253	18	11	50	18	12
1930	265	3	9	65	10	10
1931	261	17	11	53	25	12
1932	243	15	10	56	23	1
1933	279	15	12	69	24	7
1934	270	16	12	30	14	2
1935	289	18	11	44	30	3
1936	291	16	4	62	26	12
1937	275	258	2	65	11	1
1938	265	23	12	61	16	1
1939	249	6	12	69	7	1
1940	256	30	10	47	21	11
1941	259	16	1	68	31	12
1942	252	6	11	58	2	6
1943	255	25	11	41	18	6
1944	259	15	11	59	27	1
1945	265	20	12	65	28	2
1946	269	9	12	48	16	1
1947	285	29	11	68	5	1
1948	295	0	1	60	0	2
1949	267	0	11	52	0	1
1950	259	0	12	62	0	2
1951	302	0	11	70	0	11
1952	259	0	12	47	0	7
1953	257	1	1	52	15	3
1954	277	7	12	67	19	1
1955	264	14	9	72	26	1
1956	251	2	11	61	18	12

Anno	altezza massima			altezza minima		
	altezza	giorno	mese	altezza	giorno	mese
1957	257	11	11	57	16	1
1958	267	17	12	57	4	2
1959	290	15	11	56	6	8
1960	278	5	11	58	26	4
1961	263	12	11	72	19	1
1962	259	10	11	66	14	2
1963	267	7	1	61	29	12
1964	263	28	12	57	28	1
1965	285	20	11	45	27	7
1966	294	4	11	70	5	1
1967	276	5	11	58	6	8
1968	289	3	11	63	1	1
1969	360	26	11	65	3	1
1970	278	26	12	70	13	12
1971	259	1	12	63	17	12
1972	277	13	2	56	20	12
1973	257	26	12	64	5	1
1974	255	6	2	52	30	12
1975	282	18	11	61	26	2
1976	274	30	10	56	16	1
1977	273	21	11	68	2	6
1978	268	3	10	65	7	1
1979	302	22	12	67	26	2
1980	302	25	10	69	10	12
1981	291	27	10	63	7	1
1982	308	6	10	65	31	12
1983	259	22	12	66	28	1
1984	279	20	5	59	15	2
1985	281	13	11	71	8	3
1986	289	1	2	75	2	12
1987	284	24	11	73	28	4
1988	251	6	12	69	16	2
1989	240	3	3	52	6	2
1990	274	10	12	59	12	1
1991	265	10	10	48	30	1
1992	275	8	12	57	4	9
1993	290	2	10	47	7	2
1994	251	11	1	46	29	1
1995	255	1	1	66	15	1
1996	265	22	11	75	29	7
1997	284	6	5	64	7	5
1992	275	8	12	57	4	9
1993	290	2	10	47	7	2
1994	251	11	1	46	29	1
1995	255	1	1	66	15	1
1996	265	22	11	75	29	7
1997	284	6	5	64	7	5

Le altezze sono espresse in cm e sono riferite allo ZIT (= Zero Istituto Tassalografico)  
N.B. : Lo "0" indica dato mancante

**ALTEZZA MAREA**  
(anni di osservazione 89)





## FREQUENZA DEI MESI IN CUI SI SONO AVUTI I LIVELLI DI MASSIMA MAREA

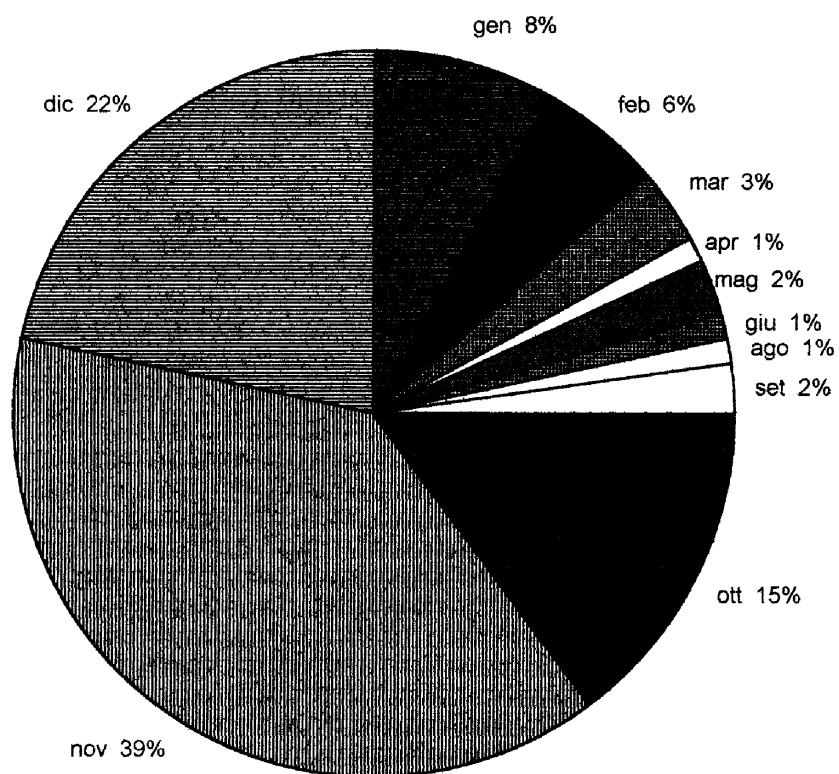


TABELLA 2 - ELABORAZIONI STATISTICHE - METODO DI GUMBEL

N <sub>s</sub>	38	38	38	38	39
$M = \frac{\sum h_i}{N}$	30.26	41.96	52.26	66.25	82.91
$\sum X^2$	4531.61	9430.71	21279.13	36584.43	54935.63
$\sigma = \sqrt{\frac{\sum X^2}{N-1}}$	11.07	15.97	23.98	31.44	38.02
$\alpha = 1,283 / \sigma$	0.12	0.08	0.05	0.04	0.03
$\beta = M - 0,5772 / \alpha$	25.28	34.78	41.47	52.10	65.80

Tempo di ritorno		1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
10 anni	hmax=	44.70 mm	62.78 mm	83.54 mm	107.25 mm	132.49 mm
20 anni	hmax=	50.90 mm	71.74 mm	96.99 mm	124.90 mm	153.83 mm
30 anni	hmax=	54.48 mm	76.89 mm	104.73 mm	135.05 mm	166.10 mm
50 anni	hmax=	58.94 mm	83.33 mm	114.41 mm	147.73 mm	181.44 mm
100 anni	hmax=	64.96 mm	92.02 mm	127.46 mm	164.84 mm	202.13 mm
200 anni	hmax=	70.96 mm	100.68 mm	140.46 mm	181.89 mm	222.75 mm
500 anni	hmax=	78.88 mm	112.10 mm	157.62 mm	204.39 mm	249.95 mm

STAZIONE DI LATISANA

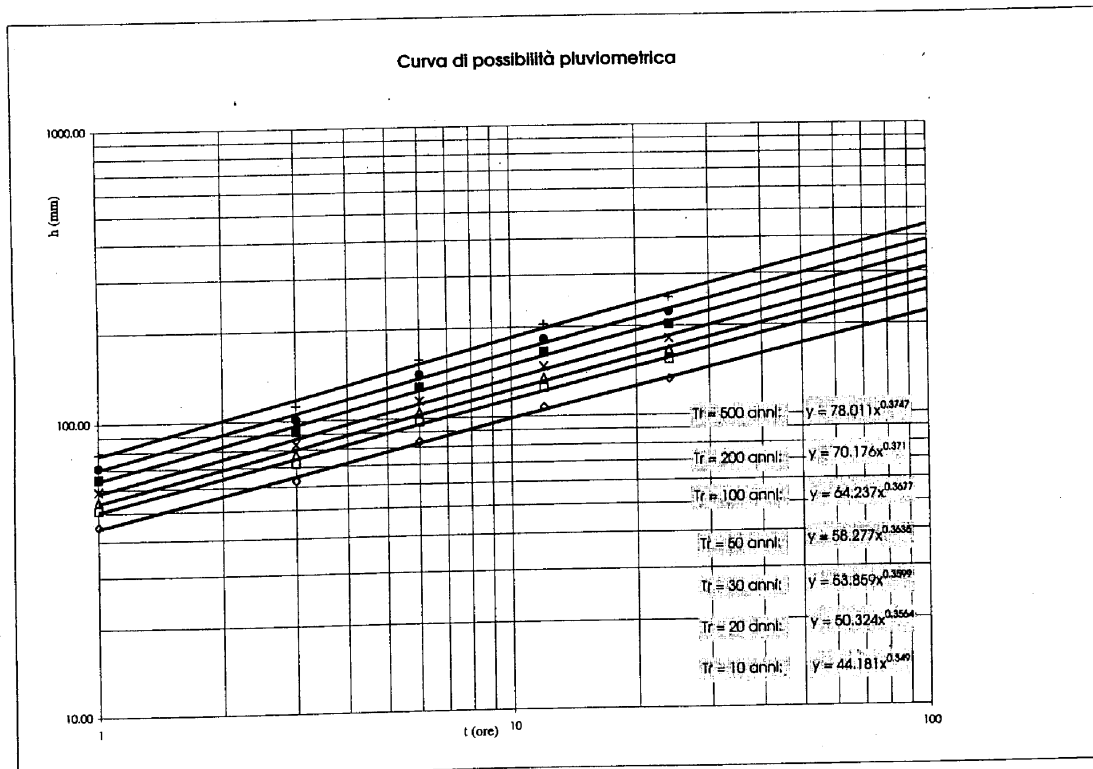
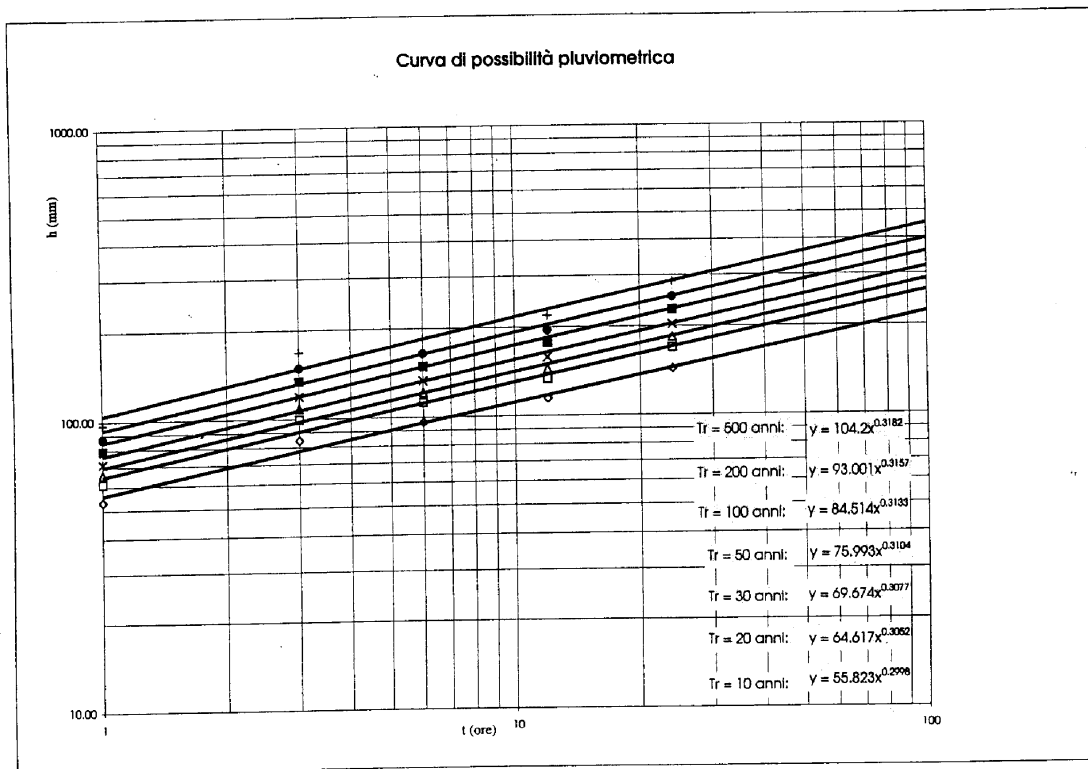


TABELLA 2 - ELABORAZIONI STATISTICHE - METODO DI GUMBEL

N=	16	16	16	16	16
$M = \frac{\sum h_i}{N}$	34.66	49.01	58.36	70.36	83.78
$\sum X^2$	3010.54	10960.28	12365.34	17101.94	31413.03
$\sigma = \sqrt{\frac{\sum X^2}{N-1}}$	14.17	27.03	28.71	33.77	45.76
$\alpha = 1,283 / \sigma$	0.09	0.05	0.04	0.04	0.03
$\beta = M - 0,5772 / \alpha$	28.29	36.85	45.44	55.17	63.19

Tempo di ritorno	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
10 anni	hmax= 53.14 mm	84.26 mm	95.80 mm	114.40 mm	143.45 mm
20 anni	hmax= 61.09 mm	99.43 mm	111.91 mm	133.34 mm	169.13 mm
30 anni	hmax= 65.66 mm	108.15 mm	121.17 mm	144.24 mm	183.90 mm
50 anni	hmax= 71.37 mm	119.06 mm	132.76 mm	157.86 mm	202.36 mm
100 anni	hmax= 79.08 mm	133.77 mm	148.38 mm	176.24 mm	227.27 mm
200 anni	hmax= 86.77 mm	148.43 mm	163.95 mm	194.55 mm	252.08 mm
500 anni	hmax= 96.90 mm	167.76 mm	184.49 mm	218.70 mm	284.82 mm

STAZIONE DI LIGNANO SABBIAORO



### 8.3.3 Allagamenti e ristagni d'acqua.

Constatati i requisiti e l'efficienza di tutte le opere di difesa riguardo a tracimazioni ed esondazioni, di seguito si verifica la possibilità di allagamenti e ristagni d'acqua dovuti a forti e continue precipitazioni meteoriche.

Generalmente la porzione di territorio più a rischio si identifica con quella confinata tra la strada statale, fiume Tagliamento e laguna, adibita generalmente a colture e soggetta a scolo meccanico.

Sono stati presi in esame gli impianti che specificatamente assolvono a questo compito e si sono omesse le idrovore in gestione ai Comuni in quanto esse scaricano direttamente su canali e fiumi a scolo naturale od in laguna le acque di piena fognaria e solo in alcuni casi specifici hanno anche una funzione di dreno di terreni agrari. Si tratta comunque di impianti le cui potenzialità al fini agricoli e di bonifica sono di esigua entità

Gli impianti presenti nell'area in esame sono:

Nome Impianto	Campilunghi	Punta Tagliamento	Val Lovato
Bacino	Lignano Nord	Lignano Sud	Biancure 3°
Superficie	108 ha	391 ha	636 ha
Portata massima	4200 l/s	2050 l/s	8060 l/s

Mentre Campilunghi e Punta Tagliamento gestiscono aree che ora sono diventate maggiormente urbanizzate e quindi il rischio di allagamenti e ristagni è controllato, rimane ancora l'area a vocazione agricola (val Lovato) che, generalmente posta a quote sotto il livello 0.00 m slmm e in prospettiva di urbanizzazione può presentare rischi di allagamenti e ristagni d'acqua in concomitanza di abbondanti precipitazioni meteoriche.

#### *Indagini pluviometriche ed elaborazione statistica dei dati*

In genere per i comprensori di bonifica si fa riferimento alle osservazioni pluviometriche relative alle durate giornaliere (1, 2, 3, 4 e 5 giorni). Per bacini di ridotta estensione può far riferimento alle durate orarie (1, 3, 6, 12 e 24 ore consecutive) che risultano essere critiche per tali bacini. Nel caso di dati rilevati da diverse stazioni pluviometriche è necessario procedere alla costruzione della serie di valori costituita dalle precipitazioni medie sul comprensorio oggetto di studio rilevate nelle varie stazioni procedendo ad esempio secondo il metodo dei poligoni di Thiessen (nel caso di pluviometri situati all'interno del bacino in esame o in zone contigue)

Per la determinazione dell'altezza della pioggia critica sono stati elaborati i dati pluviometrici delle stazioni di rilevamento meteo di Lignano e Latisana<sup>7</sup>, quest'ultima più significativa esistente nell'area in esame, ed inoltre con i dati per lo studio relativo

---

<sup>7</sup> "Curve di possibilità pluviometrica della Provincia di Udine" – Provincia di Udine - Servizio Tutela Ambientale - 2001

alla rete di scolo meccanico<sup>8</sup> è possibile definire per l'area a campi coltivati la pericolosità riguardo eventuali allagamenti.

I dati osservati<sup>9</sup> interessano piogge della durata di 15 min, 30 min, ed 1 - 3 - 6 - 12 - 24 ore (vedi tabella pag.27) e con il metodo Gumbel sono state calcolate le altezze, per le piogge di cui sopra, per un tempo di ritorno pari a 10 - 20 - 30 e 50 anni

I dati ottenuti sono stati interpolati con il metodo dei minimi quadrati per ottenere una curva di possibilità pluviometrica rappresentativa dell'evento meteorico in esame.

Le curve di possibilità pluviometrica risultano essere:

tempo di ritorno 10 anni	$h = 55.823 \times t^{0.2998}$
tempo di ritorno 20 anni	$h = 64.617 \times t^{0.3052}$
tempo di ritorno 30 anni	$h = 69.674 \times t^{0.3077}$
tempo di ritorno 50 anni	$h = 75.993 \times t^{0.3014}$

con  $h$  in mm, e  $t$  in ore.

Il tempo di corrivazione rappresentativo del bacino in esame calcolato con

#### Soil Conservation Service

$$t_c = 0.00227(1000L_a)^{0.8} [(1000/CN) - 9]^{0.7} i_b^{-0.5} = 11.26 \text{ ore}$$

#### Giandotti

$$t_c = \frac{4\sqrt{A_b} + 1.5L_a}{0.8\sqrt{z_m - z_0}} = 18.23 \text{ ore}$$

dove

$A_b$  = area bacino [km<sup>2</sup>]

$L_a$  = lunghezza dell'asta principale del bacino [km]

$z_m$  = quota media del bacino [m.s.l.m.]

$z_0$  = quota della sezione di chiusura del bacino [m.s.l.m.]

$i_b$  = pendenza media percentuale del bacino [-], perciò compresa fra 0 e 100

$CN$  = Curve Number del Soil Conservation Service [-], compreso fra 0 e 100

e il carico d'acqua calcolato alla chiusura del bacino (mandracchio dell'idrovora) per un'altezza critica corrispondente al tempo di corrivazione risulterà per i vari tempi di ritorno

$$Q_{\max} = \frac{c * h_c * A}{3.6 * t_c}$$

<sup>8</sup> "Progetto di sistemazione, adeguamento ed automazione degli impianti idrovori". 1990 - Consorzio di Bonifica Bassa Friulana - Udine

<sup>9</sup> "Dati editi dalla Regione Friuli V.Giulia - Direzione dell'Ambiente

tempo di ritorno 10 anni	$h_c = 115.36 \text{ mm}$	$Q (\text{m}^3/\text{sec}) = 4.52 \text{ m}^3/\text{s}$
tempo di ritorno 20 anni	$h_c = 135.29 \text{ mm}$	$Q (\text{m}^3/\text{sec}) = 5.30 \text{ m}^3/\text{s}$
tempo di ritorno 30 anni	$h_c = 146.76 \text{ mm}$	$Q (\text{m}^3/\text{sec}) = 5.75 \text{ m}^3/\text{s}$
tempo di ritorno 50 anni	$h_c = 157.65 \text{ mm}$	$Q (\text{m}^3/\text{sec}) = 6.18 \text{ m}^3/\text{s}$

Il volume di invaso del mandracchio di arrivo, considerando la soglia di avviamento delle pompe a quota 7.50m (- 2.5 m slmm), è di 1400 m<sup>3</sup> circa.

Si deduce, anche in riferimento all'alta probabilità di inondazione (Tr 20 –50 anni), che le pompe hanno un tempo più che ragguardevole entro il quale dovranno essere a regime.

### *Ristagni*

In occasioni di precipitazioni critiche, risulta che tutta l'acqua in condizioni di assenza di infiltrazione e regolare deflusso, si raccoglie nelle aree più depresse.

Data la natura del terreno (terreno agrario) generalmente sabbie con limo ed argilla, a caratteristiche di scarsa permeabilità, potrebbe nella prima fase di precipitazioni meteoriche non assorbire perfettamente l'acqua creando così rischio di ristagni specie nelle parti a quote sotto il livello medio mare (0.0 m slmm).

Da un calcolo di volumetrie di queste aree risulta, mediante supporto informatico, che quelle fino a quota + 0.80m slmm verrebbero invase dalle acque non smaltite velocemente dalla bonifica e nelle TAV.6.1.a e TAV.6.2.a si riportano le aree a rischio.

E' necessario quindi prevedere una quota d'imposta, per il piano di calpestio degli edifici residenziali, quale quota di sicurezza nei confronti dell'altezza dell'acqua.

anno	15 min	30 min	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
1933	0.00	40.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1936	0.00	0.00	25.00	30.20	44.00	78.00	103.80
1941	23.80	0.00	29.60	32.00	51.00	69.00	88.00
1942	0.00	0.00	34.00	36.00	43.00	50.00	59.00
1943	20.00	0.00	25.80	39.80	42.60	65.00	95.60
1947	0.00	21.00	29.00	30.80	32.60	55.00	74.40
1948	0.00	19.00	25.40	26.20	34.60	44.60	64.20
1949	0.00	18.40	19.00	35.40	54.00	103.60	120.00
1950	0.00	24.20	25.20	25.20	25.80	43.60	50.20
1951	0.00	21.20	24.40	29.80	31.60	48.20	54.20
1952	0.00	22.20	28.80	56.20	96.00	96.80	117.00
1953	21.8	35.00	34.80	35.00	35.00	60.40	72.20
1954	0.00	17.40	22.00	28.40	29.20	32.40	40.80
1955	0.00	26.00	27.20	35.00	51.40	63.40	86.20
1956	0.00	0.00	19.80	27.00	35.00	37.40	46.80
1957	0.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1958	0.00	14.00	24.00	46.00	72.40	147.20	181.70
1959	13.60	8.60	27.40	40.00	42.00	63.20	98.70
1960	0.00	0.00	26.80	27.00	32.40	39.00	50.80
1961	20.00	0.00	27.60	41.00	46.40	57.80	78.40
1962	0.00	0.00	20.80	28.00	39.60	43.00	68.20
1963	0.00	0.00	26.00	45.40	77.40	89.20	105.40
1964	24.00	31.60	32.40	39.40	39.40	41.40	67.80
1965	26.40	30.60	41.60	65.60	65.80	70.40	89.20
1967	32.40	36.60	52.20	70.00	114.40	171.20	232.40
1968	24.60	30.60	37.80	44.40	53.40	76.00	83.80
1969	16.60	20.80	24.00	40.80	49.40	49.40	49.40
1970	18.60	26.60	28.40	33.40	42.00	45.80	49.80
1971	19.80	23.60	34.60	59.80	59.90	60.20	69.60
1972	11.00	15.20	22.20	39.20	43.00	44.00	70.20
1973	13.00	16.20	23.20	38.60	39.60	46.00	63.20
1974	23.00	26.00	33.00	44.40	45.20	50.40	78.60
1975	20.20	21.60	26.80	39.80	51.80	55.40	68.40
1976	26.20	31.40	33.60	40.80	41.00	55.60	56.00
1977	17.60	27.00	27.80	48.20	59.80	84.40	84.60
1978	19.80	25.80	42.40	67.20	105.00	111.20	127.60
1979	12.40	19.80	28.80	41.40	47.60	48.40	90.00
1980	0.00	0.00	27.80	38.60	52.80	70.40	83.20
1982	0.00	0.00	28.40	63.60	82.20	100.20	114.00
1983	0.00	0.00	26.20	43.40	45.40	45.40	52.20
1984	0.00	0.00	33.60	60.20	71.80	74.20	74.40
1986	0.00	0.00	42.60	45.20	63.80	83.60	92.60

Dati pluviometrici tratti dagli Annali idrologici del Magistrato delle Acque e da Regione autonoma Friuli -V.Giulia Servizio dell'Idraulica.

## **9 . CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE CARTA DI SINTESI**

Con la carta di sintesi si è inteso zonizzare il territorio di Lignano Sabbiadoro riproducendo informazioni sulla fattibilità geologica tenendo presente le valutazioni di pericolosità dei singoli fenomeni, dei rischi conseguenti e della componente geologico-ambientale

Per un maggior dettaglio nella delimitazione dei terreni a vocazione urbanistica è stata redatta le tavole a scala 1:7500 (TAVV. 6.1 - 6.2) che raggruppano le aree urbanizzate e i futuri insediamenti.

A seguito degli studi ed indagini effettuate si può concludere che le previsioni del piano sono compatibili con le condizioni geologiche e morfologiche e geostatiche del territorio in quanto non soggette a rischio per fenomeni naturali pericolosi, eccetto le aree di seguito elencate delle quali si riassumono le componenti geologiche di rischio naturale che direttamente le coinvolgono.

Sono state presi in considerazione i seguenti elementi:

- zone di insediamento urbano
- aree esondabili e/o allagabili
- zone di pertinenza fluviale

### **9.1 - AREE EDIFICABILI**

Nella carta litologica (TAVV. 4.1 - 4.2), vengono riportate le associazioni litologiche predominanti nelle aree di indirizzo urbanistico identificandole con la seguente simbologia:

- MS = associazione litologica caratterizzata da terreni tipicamente a grana fine con limi e argille
- SM = associazione litologica caratterizzata da sabbie e limi in percentuale maggiore del 25%

La distinzione viene fatta soprattutto rispettando l'omogeneo comportamento geomeccanico in quanto nelle nuove edificazioni si dovrà verificare che le fondazioni poggino su terreni a comportamento omogeneo per evitare i cedimenti differenziali.

Nella carta di utilizzo litologico-tecnico le stesse aree sono state riportate con retinatura differente al fine di un utilizzo tecnico e si può specificare quanto segue:

#### **Edificabile su terreni con associazioni di sabbie e limi (SM)**

Le facies descritte hanno notevole sviluppo nel territorio urbanizzato.

Questi terreni sono da considerarsi buoni per la maggior parte delle utilizzazioni tecniche per quanto riguarda la facies sabbiosa mentre le proprietà gradatamente peggiorano nella facies limosa



L'utilizzo tecnico sia nella fase di fattibilità che nella fase esecutiva, richiede sempre la verifica geologica e l'indagine geognostica approfondite in misura adeguata alle caratteristiche dimensionali e dell'importanza del progetto e delle sollecitazioni indotte, in conformità a quanto prescritto dalla normativa vigente. La stabilità globale dei terreni è legata all'angolo di attrito dei materiali e alle loro condizioni di addensamento.

### **Edificabile su terreni a caratteristiche geomeccaniche scadenti Associazioni di argille, limi e sabbie con torbe - (MS)**

Le facies descritte hanno generalmente sviluppo in località soggetta a scolo meccanico.

Questi terreni sono da considerarsi a caratteristiche geomeccaniche scarse per la maggior parte delle utilizzazioni tecniche

L'utilizzo tecnico sia nella fase di fattibilità che nella fase esecutiva, richiede sempre la verifica geologica e l'indagine geognostica approfondite in misura adeguata alle caratteristiche dimensionali e dell'importanza del progetto e delle sollecitazioni indotte, in conformità a quanto prescritto dalla normativa vigente. La verifica della profondità della falda va sempre eseguita tenendo conto della situazione geoidrologica, mentre la stabilità globale dei terreni è legata all'angolo di attrito dei materiali e alle loro condizioni di addensamento

### **Aree soggette ad allagamenti e ristagni**

Si identificano con l'area in località Pantanel e parte dell'area destinata a scolo meccanico.

Per i bacini a scolo meccanico le problematiche sono ovviamente più complesse in quanto l'unica possibilità di smaltimento delle acque viene data dal funzionamento delle idrovore.

Tali bacini tendono ad essere in condizioni critiche in occasione di intense e prolungate precipitazioni meteoriche (anche a causa di black out momentaneo dell'energia elettrica).

Verificato che le aree contornate dalla quota 0.80 m slmm possono essere soggette a tali fenomeni, anche per l'innalzamento della falda freatica, in dette aree è opportuno considerare prescrizioni tali da prevedere che i piani di calpestio degli edifici residenziali **debbano essere elevati a quota non inferiore di 0.80 m slmm** mentre nel caso di vani accessori seminterrati e interrati dovranno essere previsti gli opportuni accorgimenti tecnici di salvaguardia nella fattispecie tutte le aperture a detti vani dovranno avere un'imposta **a quota non inferiore di 0.80 m slmm**

## **9.2 - AREE NON EDIFICABILI**

Le aree ritenute non edificabili si identificano in:

### **alvei dei fiumi e aree di pertinenza fluviale**

A seguito della delibera (n.2 del 15.04.98) approvata dall'Autorità di Bacino di Venezia inerente l'adozione delle misure di salvaguardia connesse con il "*Piano stralcio del medio e basso bacino del Tagliamento*", si prevede che:

- fino alla data di approvazione dello stralcio del piano di bacino del Tagliamento e comunque per un periodo non superiore ai tre anni a decorrere dalla data di entrata in vigore del presente provvedimento, all'interno dell'area di pertinenza fluviale, così come individuata nelle tavole allegate, è fatto assoluto divieto di edificazione o di interventi antropici atti a modificare l'uso del territorio
- sono vietati inoltre la costruzione di rilevati secondari a protezione di zone adibite a colture e comunque gli interventi che possano essere d'impedimento al deflusso delle acque nelle aree di naturale espansione.
- sono altresì vietati l'asportazione di materiali litoidi e la movimentazione di inerti, se non appositamente autorizzate dalla Segreteria Tecnica dell'Autorità di Bacino secondo progetti esecutivi redatti ai sensi della legge n.37 del 05.01.94
- è vietata la posa in opera di strutture anche a carattere provvisorio e precario
- nelle aree adibite ad attività agricole sono consentite solo le colture che non ostacolano il deflusso delle acque con divieto di colture arboree.

Sono esclusi dal vincolo nel rispetto degli strumenti urbanistici e di tutela paesistica vigenti:

- le opere di salvaguardia ambientale, in particolare la manutenzione delle opere di regimazione idraulica e di difesa e consolidamento spondale a salvaguardia della rete viaria esistente e delle infrastrutture in genere.
- gli interventi di manutenzione ordinaria, straordinaria, di restauro o di risanamento conservativo di ristrutturazione edilizia (esclusa la demolizione ricostruzione) senza aumento di superficie coperta e di volume, di edifici e di infrastrutture che allo stato attuale risultino dotate di certificato di abitabilità o agibilità
- le opere pubbliche a condizione che non modificano i fenomeni idraulici naturali che possono aver luogo all'interno delle aree vincolate costituendo significativo ostacolo al deflusso e non limitino l'invaso. A tal fine i progetti devono essere corredati da uno studio di compatibilità idraulica, approvato dall'autorità idraulica competente, che documenti l'assenza delle suddette interferenze.