

Regione Veneto

Provincia di Verona

COMUNE DI TORRI DEL BENACO

PIANO URBANISTICO ATTUATIVO
PER L'URBANIZZAZIONE DI UN'AREA
IN LOCALITA' "LE SORTE"

Relazione di Compatibilità Idraulica

Relazione Idrogeologica

Redatto da :

Timbro e Firma:

Dott. Geol. Annapaola Gradizzi

Circonvallazione Bran, 828

37013 Caprino (VR)

Tel: 045-9815565

e-mail: geologo.gradizzi@gmail.com



**PIANO URBANISTICO ATTUATIVO PER L'URBANIZZAZIONE DI UN'AREA
IN LOCALITA' "LE SORTE" NEL COMUNE DI TORRI DEL BENACO (VR)**

**RELAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA
E RELAZIONE IDROGEOLOGICA**

INDICE

1. PREMESSA	2
2. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO E GEOLOGICO	4
3. ANALISI DEI VINCOLI GRAVANTI SUL SITO.....	5
4. ASSETTO IDROGEOLOGICO E VALUTAZIONE DELLA CRITICITA' IDRAULICA.....	6
5. DETERMINAZIONE DELLA PORTATA DI PIENA METEORICA NELLA CONDIZIONE ATTUALE E IN QUELLA FUTURA	7
6. ANALISI DEL PROGETTO E VERIFICA DELLE PROBLEMATICHE DI ORDINE IDROGEOLOGICO.....	11
7. VALUTAZIONE DEGLI INTERVENTI COMPENSATIVI.....	15

Anno 2020



**PIANO URBANISTICO ATTUATIVO PER L'URBANIZZAZIONE DI UN'AREA
IN LOCALITA' "LE SORTE" NEL COMUNE DI TORRI DEL BENACO (VR)**

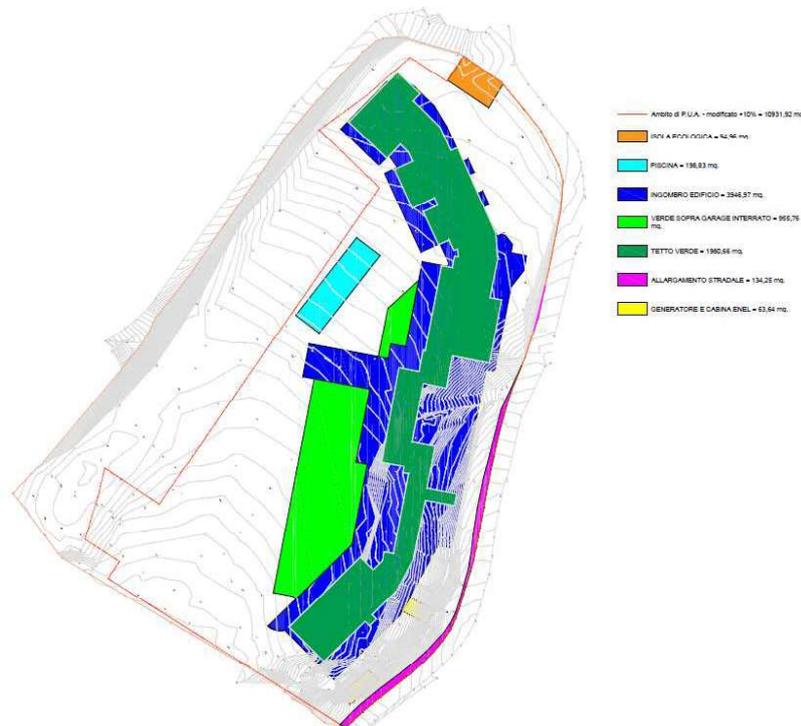
**RELAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA
E RELAZIONE IDROGEOLOGICA**

1. PREMESSA

Su incarico degli Arch. De Santi Alessandro e Arch. Pace Marco e per conto della Ditta ALPIANA SRL è stato eseguito uno studio idrogeologico a supporto del progetto per del Piano Urbanistico Attuativo per l'urbanizzazione di un'area sita in Loc. Le Sorte nel Comune di Torri del Benaco (VR).

La zona è destinata all'insediamento delle sole strutture ricettive alberghiere definite nell'art. 24 della legge regionale 14 giugno 2013, n. 11 "Sviluppo e sostenibilità del turismo veneto". Trattasi di fabbricati adibiti ad attrezzature turistiche quali alberghi e pensioni.

Si riporta il progetto in esame:



Il presente studio ha lo scopo di verificare la compatibilità idraulica degli interventi previsti rispetto alle caratteristiche stratigrafiche ed idrogeologiche dell'area in esame e in accordo con quanto previsto dal DGR n. 1841 del 19 giugno 2007, dal D. Lgs. 152/2006, dalla DGRV N° 2948 del 06-10-2009 e dalle indicazioni riportate nella Relazione di Compatibilità Idraulica allegata al PAT Comunale.

In particolare lo studio idraulico ha verificato l'ammissibilità delle previsioni del progetto in esame prospettando soluzioni che mitigino la variazione indotta nell'assetto idraulico del territorio esaminato.

2. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO E GEOLOGICO

L'area in esame è ubicata a sud-est dell'abitato di Torri del Benaco, in corrispondenza della località Le Sorte, per l'inquadramento geografico si rimanda all'estratto tratto dalla Carta Tecnica Regionale, di cui un estratto è riportato in Figura 1 mentre per l'inquadramento geologico si fa riferimento alla Figura 2 che riporta un estratto del Foglio geologico "Peschiera del Garda".

La zona è adibita ad area residenziale e agricola.

Dal punto di vista geomorfologico l'area è delimitata ad Ovest dal lago stesso ed è inserita nell'anfiteatro morenico del Garda, costituito in questa porzione centro-settentrionale dalle ultime tracce dei cordoni morenici wurmiani che coprono parzialmente le pendici del Monte Baldo.

L'area in esame si trova in corrispondenza del medio versante occidentale del Lago di Garda, alla quota di circa 300 m slm.

La morfologia locale è a bassa pendenza.

Dal punto di vista geologico locale il rilevamento condotto in campagna ha permesso di evidenziare la presenza di un substrato roccioso calcareo, sovrastato da una copertura morenica.

La copertura morenica è costituita da ghiaie calcaree in abbondante matrice sabbiosa leggermente limosa con ciottoli di dimensioni di diametro variabile da 1-4-15 cm. Lo spessore è variabile ed in corrispondenza del terrazzo antropico su cui sorge l'attuale fabbricato è di circa 3 m.

3. ANALISI DEI VINCOLI GRAVANTI SUL SITO

Sulla base della Tavola delle Fragilità l'area in esame ricade in termini di compatibilità edificatoria in area idonea.

Area idonea



LEGENDA



Area di studio

Le opere in progetto non prevedono scavi significativi, non andranno quindi a modificare sostanzialmente l'assetto morfologico del versante, ne' la sua stabilita' globale. Non si ravvedono ostative alla realizzazione del progetto.

4. ASSETTO IDROGEOLOGICO E VALUTAZIONE DELLA CRITICITA' IDRAULICA

Dal punto di vista idrogeologico il sito in esame si trova in corrispondenza del medio alto versante che delimita la sponda di sinistra idrografica del Lago di Garda.

Il ruscellamento superficiale non costituisce tracce particolarmente definite e presenta direzione circa WNW-ESE.

La circolazione idrica superficiale, legata soprattutto agli eventi meteorici, scorre lungo le linee di massima pendenza.

La media pendenza del versante esclude problematiche di ristagno delle acque superficiali.

Per quanto riguarda la circolazione idrica sotterranea la superficie freatica appartenente all'acquifero principale, legato al richiamo del livello idrico imposto dal Lago di Garda, si trova a profondità superiori a quelle preventivate dal progetto in esame.

Per quanto riguarda la circolazione idrica sotterranea la superficie freatica appartenente all'acquifero principale, legato al richiamo del livello idrico imposto dal Lago di Garda, si trova a profondità superiori a quelle preventivate dal progetto in esame.

Per quanto riguarda la permeabilità dei materiali presenti nel sottosuolo dell'area in esame, per i depositi ghiaiosi il grado di permeabilità è medio - alto pari a circa $1 \cdot 10^{-4}$ m/sec.

5. DETERMINAZIONE DELLA PORTATA DI PIENA METEORICA NELLA CONDIZIONE ATTUALE E IN QUELLA FUTURA

La valutazione del contributo meteorico al deflusso urbano e nel reticolo idrografico principale dell'area indagata, è stata condotta attraverso la preliminare elaborazione statistica delle piogge intense registrate al pluviografo di Verona, prossimo all'area indagata e caratterizzato da una serie di registrazioni pluviometriche sufficientemente ampia ed aggiornata, rispetto all'intervallo temporale delle elaborazioni da effettuare.

Per le citate stazioni sono state, infatti, raccolte le serie storiche dei massimi annuali delle precipitazioni intense osservate, alle durate di 1, 3, 6, 12 e 24 ore, per serie storiche di 41 anni di osservazioni.

Il regime delle piogge intense è stato sintetizzato attraverso la determinazione delle curve di possibilità pluviometriche. Tali curve sono espresse in forma monomia:

$$h(T_R) = a(T_R) t^n$$

dove:

$h(T_R)$ altezza massima probabile di precipitazione (mm) associata ad un tempo di ritorno T_R (anni),

relativa ad un evento meteorico di durata t (ore);

$a(T_R)$ e $n(T_R)$ parametri costanti della curva associati ad un tempo di ritorno T_R .

Per la determinazione delle costanti $a(T_R)$ e $n(T_R)$ sono stati elaborati i dati pluviometrici della stazione selezionata. In particolare, il campione delle massime precipitazioni disponibile per la stazione di riferimento è stato elaborato statisticamente al fine di stimare la relativa legge di distribuzione di probabilità, secondo la legge di Gumbel, adottata generalmente per descrivere la distribuzione di una grandezza idrologica.

I risultati di tale elaborazione sono stati riportati nell'*Allegato 1* della presente relazione.

Gli eventi meteorici di riferimento indagati sono associati a tempi di ritorno di 10, 20, 30, 50 e 100 anni.

I risultati di tali elaborazioni sono state riportate nella Tabella seguente estrapolata dalla relazione di Compatibilita' Idraulica allegata al PAT del Comune di Torri del Benaco.

Si estrapola la curva pluviometrica relativa al territorio di Torri del Benaco, identificato nella zona interna "Adige Garda" con tempo di ritorno cinquantennale e duecentennale così come previsto dalla D.G.R.V: 1841/2006.

$$h = at^n \quad 8)$$

essendo h la precipitazione in mm e t la durata della pioggia in ore, a et n come sotto:

Tr 50		Adige Garda					
<i>Intervallo di tempo</i>		5' - 45'	10' - 1 ora	15' - 3 ore	30' - 6 ore	45' - 12 ore	1 ora - 24 ore
Tempo centrale [min]		15	30	45	60	180	360
a [mm min ⁻ⁿ]		7,18	10,87	18,70	29,45	31,26	31,01
n [-]		0,559	0,429	0,271	0,165	0,156	0,159

Tabella 8: Coefficienti a ed n relativi alla zona Adige Garda

Sulla base della tabella sopra riportata, adottando un tempo di ritorno di 50 anni, un intervallo di tempo di un'ora e sostituendo nella formula si ricava un'altezza della pioggia pari a 46,76 mm, parametro da utilizzare nei calcoli di seguito riportati e finalizzati al dimensionamento della vasca di laminazione e dei sistemi disperdenti al suolo.

La scelta della portata meteorica di progetto delle reti e/o dei manufatti di drenaggio urbano generalmente si basa su un'attenta analisi del cosiddetto rischio d'insufficienza, del rischio, cioè, che occasionalmente si possano manifestare eventi estremi più intensi di quelli compatibili con le caratteristiche

idrauliche della rete, quindi con portate maggiori di quelle previste.

Discende da ciò che nei calcoli di verifica o dimensionamento delle reti meteoriche e dei relativi manufatti occorre preliminarmente stabilire quale rischio di insufficienza si voglia accettare; in altri termini occorre fissare il valore del tempo di ritorno TR di progetto, definito come il numero di anni che mediamente intercorre tra due eventi che generano portate superiori a quella di progetto.

In accordo con quanto previsto dal DGR 1841 del 19/06/07 si assume TR pari a 50 anni.

A partire dalla curva pluviometrica di riferimento così ottenuta si è proceduto alla generazione della pioggia di progetto (sintetica) che costituisce il dato di sollecitazione o di input del modello di trasformazione afflussi-deflussi.

Con ietogramma di progetto s'intende un evento pluviometrico generato sinteticamente, con l'obiettivo di pervenire ad un corretto dimensionamento o alla verifica di una parte di una rete di drenaggio; esso viene normalmente dedotto con analisi statistiche, più o meno complesse, sulla base di informazioni pluviometriche disponibili.

Per la presente verifica è stato adottato lo ietogramma detto Chicago, sviluppato da Keifer e Chu nel 1957 con riferimento alla fognatura di Chicago. La principale caratteristica di questo tipo di ietogramma consiste nel fatto che per ogni durata, anche parziale, l'intensità media della precipitazione dedotta dal suddetto ietogramma è congruente con quella definita dalla curva di possibilità pluviometrica.

Analiticamente, lo ietogramma può essere descritto dalle seguenti equazioni relative all'andamento $i(t)$ delle intensità di pioggia nel tempo prima e dopo il

picco:

$$i(t) = n \cdot a \cdot \left(\frac{\theta_b}{r} \right)^{n-1}$$

$$i(t) = n \cdot a \cdot \left(\frac{\theta_a}{1-r} \right)^{n-1}$$

Prima del picco

Dopo il picco

dove:

- θ_b : è il tempo intercorrente tra l'inizio della pioggia e l'istante corrispondente al picco;
 θ_a : è il tempo intercorrente tra l'istante corrispondente al picco e la fine della pioggia;
 r : è il rapporto tra il tempo prima del picco e la durata totale q della pioggia e definisce la posizione del picco di pioggia;
 a e n : sono i parametri della curva di possibilità pluviometrica.

La durata totale dello ietogramma è stata assunta pari a 1 ora, valore che, come si evince nel proseguo della trattazione, risulta superiore al tempo di corrivazione del bacino urbano indagato. A tale durata corrisponde un'altezza di pioggia complessiva di 46,76 mm, per una precipitazione con tempo di ritorno di 50 anni.

6. ANALISI DEL PROGETTO E VERIFICA DELLE PROBLEMATICHE DI ORDINE IDROGEOLOGICO

Il progetto consiste nel Piano Urbanistico Attuativo per l'urbanizzazione di un'area sita in Loc. Le Sorte nel Comune di Torri del Benaco (VR).

La zona è destinata all'insediamento delle sole strutture ricettive alberghiere definite nell'art. 24 della legge regionale 14 giugno 2013, n. 11 "Sviluppo e sostenibilità del turismo veneto". Trattasi di fabbricati adibiti ad attrezzature turistiche quali alberghi e pensioni.

L'area interessata dal progetto in esame e che sarà resa impermeabile è pari a circa 4,144.86 mq (vedi planimetrie progettuali).

Sulla base della classificazione delle classi di intervento riportata nell'Allegato A del DGR n° 1841 del 19/06/2007 e nella DGRV N° 2948 del 06-10-2009 e nelle schede tecniche della relazione di Compatibilità Idraulica allegata al PAT comunale, l'area in esame rientra quindi nella classe "Modesta Impermeabilizzazione Potenziale", per la quale andranno adottati i seguenti criteri "il dimensionamento dei volumi compensativi cui affidare funzioni di laminazione delle piene, le luci di scarico non dovranno eccedere le dimensioni di un tubo di diametro pari a 200 mm e i tiranti idrici ammessi nell'invaso non dovranno eccedere il metro".

La viabilità interna realizzata nel sito in esame andrà realizzata con del ciottolato e/o con altro materiale drenante e quindi non varieranno sostanzialmente e soprattutto non verranno aggravate le condizioni idrauliche del terreno naturalmente presente.

L'area totale del Lotto e' pari a circa 10.931,92 mq.

Di seguito è riportata una tabella di valutazione di massima dell'invaso idrico del lotto su cui verranno realizzati i fabbricati e la piscina in esame, sulla

cui base sono stati scelti i metodi di mitigazione proposti nei capitoli successivi. In particolare per l'altezza della pioggia tenuta in considerazione si rimanda a quanto esposto nel capitolo 5.

Con riferimento alle planimetrie progettuali si riportano le misure delle aree del lotto che verranno interessate da coperture e pavimentazioni e per le quali si dovranno considerare gli apporti idrici delle acque meteoriche, che in loro corrispondenza tenderanno a scorrere e a non infiltrarsi.

SUPERFICIE COPERTA DA EDIFICI – SUPERFICIE RESA IMPERMEABILE (ingombro edificio + generatore e cabina enel + strada allargamento)= 4144,86 mq

SUPERFICIE DRENANTE (piscina, isola ecologica, verde tetto e garage) = 3230,21 mq

Al fine di raccogliere le acque di deflusso meteorico che interesseranno le diverse aree del sito in esame si è scelto di realizzare delle canalette di scolo in corrispondenza dei tetti degli edifici in progetto e lungo le aree perimetrali delle superfici drenanti che andranno dapprima convogliate a due vasche di raccolta di volume pari a 100 mc ciascuna collegate a due trincee drenanti alte 2 m, lunghe 30 m e larghe 1-1,5 m.

Gli scoli realizzati verranno convogliati a delle tubazioni e di seguito a una vasca di raccolta delle acque in accordo con quanto previsto dalla DGRV N° 2948 del 06-10-2009.

In particolare si è scelto di posizionare due vasche di raccolta. La singola vasca di raccolta avrà un volume pari a 100 mc e sarà collegata a 2 trincee.

Per la stima dei coefficienti di deflusso superficiale (Φ) si è fatto riferimento ai valori riportati nell'Allegato A della DGRV n 1841 del 19 giugno 2007 e nella DGRV N° 2948 del 06-10-2009, riassunti di seguito:

edifici – tetti	0,90
superfici drenanti	0,60

L'altezza di pioggia critica scelta sulla base di quanto riportato nel capitolo 5 per un tempo di ritorno di 50 anni è pari a 46,76 mm.

	S_i [m ²]	Φ_i	$(S_i \times \Phi_i)$	h	v_i [m ³]
TETTI	4144,86	0,90	3730,37	46,76	174,43
DRENANTI	3230,21	0,60	1938,13	46,76	90,63
VERDE	0,00	0,10	0,00	46,76	0,00
superficie totale lotto S_{tot}: 7375,07				volume totale	265,06 m ³
					V_{tot}:

	S_i [m ²]	Φ_i	$(S_i \times \Phi_i)$	u	Q
TETTI	4144,86	0,90	3730,37	0,0130	48,45
DRENANTI	3230,21	0,60	1938,13	0,0130	25,17
VERDE	0,00	0,10	0,00	0,0130	0,00
superficie totale lotto S_{tot}: 7375,07				portata totale	73,63 l/s
					Q_{tot}:

La portata totale da smaltire, derivante dall'attuale progetto è pari a 73,63 l/sec , il volume di acqua da laminare inerente il progetto in esame è pari a 265,06 mc.

Con riferimento a quanto esposto nei capitoli precedenti e con riferimento a quanto previsto dal DGR n° 1841 del 19 giugno 2007 e relativi allegati e dal DGRV N° 2948 del 06-10-2009, si ritiene che per l'area in esame: le condizioni del sottosuolo, la presenza di terreni ad elevata capacità di accettazione delle piogge, la presenza della falda a profondità superiori a quelle interessate dagli scavi in progetto, la media superficie completamente impermeabilizzata pari a un quinto del lotto in costruzione, permettano la realizzazione di sistemi di laminazione ed infiltrazione facilitata in cui convogliare i deflussi in eccesso prodotti dall'impermeabilizzazione.

In particolare si ritiene idoneo per il caso in esame la realizzazione di due vasche di raccolta di capacità adeguata a compensare i 265 mc di acqua sopra calcolata ed afferente al progetto in esame, si ritiene opportuno che le acque

raccolte dalle vasche di raccolta delle acque piovane vengano riutilizzate per l'irrigazione delle aree a verde private e comuni del sito in esame, le vasche andranno inoltre dotate di tubazioni in uscita che permettano la parziale dispersione al suolo delle acque raccolte.

Di seguito le due vasche andranno collegate a 4 trincee drenanti alte 2 m, lunghe 30 m, larghe 1-1,5.

Le vasche saranno ciascuna di 100 mc e i 65 mc di disavanzo si considerano compensati dai volumi delle trincee.

7. VALUTAZIONE DEGLI INTERVENTI COMPENSATIVI

In questo capitolo vengono valutate le misure compensative che andranno adottate in fase esecutiva di realizzazione del progetto in esame al fine di compensare l'impermeabilizzazione indotta dalla costruzione dei fabbricati.

Come calcolato nella tabella riassuntiva riportata sopra si tratta di 50 mc di pioggia eccedenti nella situazione futura, stimati sulla base dei dati planimetrici forniti dai progettisti, calcolati per un tempo di ritorno di 50 anni e per una pioggia intensa di durata pari a un'ora.

Gli interventi compensativi proposti sono la sistemazione di grigliati drenanti o altro sistema che non impedisca l'infiltrazione dell'acqua nel terreno in corrispondenza delle aree parcheggio esterne, dei vialetti, dei marciapiedi, delle strade che costituiranno la viabilità interna ecc. e la realizzazione di due vasche di raccolta delle acque alle quali convogliare le acque raccolte dalle tubazioni afferenti alle coperture di tutti i fabbricati.

Le tubazioni e le canalette di raccolta delle acque meteoriche andranno convogliate ad quattro trincee drenanti alte 2 m, lunghe 30 m e larghe 1-1,5 m.

Le acque raccolte nelle vasche di laminazione, trattandosi di acque bianche meteoriche, potranno essere riutilizzate per l'irrigazione delle aree a verde privato e comune della proprietà in esame.

Di seguito viene calcolata la capacità di dispersione di un singolo sistema perdente realizzato nei materiali ghiaiosi rilevati nel sottosuolo dell'area per i primi metri.

I sistemi di dispersione al suolo dovranno essere posti ad una distanza minima di 5 m dagli edifici presenti e futuri e alla distanza di 1.0 m da qualunque muro di fondazione.

Il coefficiente di permeabilità del deposito sciolto dove avverrà la dispersione è stato stimato sulla base della composizione granulometrica, per cui si assume un valore pari a $K = 1 * 10^{-4}$ m/sec.

Il sito scelto per il posizionamento del sistema di smaltimento si trova ad una distanza superiore ai 30 m dalle condotte dell'acquedotto da pozzi o

serbatoi utilizzati per uso potabile, è esterno alle aree di rispetto delle sorgenti (raggio di 200 m) e delle cavità carsiche (raggio di 300 m).

Si raccomanda di posizionare il sistema di dispersione al suolo ad una distanza minima da qualunque muro di fondazione di almeno un metro e di sistemare il sistema di dispersione al suolo nelle zone prative a valle della proprietà in esame.

Il tipo di dispersore che si è reputato più idoneo alle caratteristiche del problema in questione, è costituito da una trincea drenante costituita da due tubi di diametro pari a 2 m e di altezza pari a 30 m.

In particolare ogni vasca da 100 mc verrà collegata a 2 trincee.

Il piano di appoggio del dispersore sarà costituito da un tappeto di materiale arido dello spessore di circa 50 cm.

Deve essere osservata una distanza di almeno 50 m da qualunque condotta, serbatoio od altra opera destinata al servizio potabile.

La portata smaltibile da ciascun sistema di smaltimento così realizzato, nel caso di terreno insaturo sopra falda, può essere calcolata con la relazione empirica di seguito indicata:

$$Q = k \cdot \pi \cdot D \cdot h \quad (1)$$

dove:

Q = portata smaltibile nell'unità di tempo [m³/s]

k = coefficiente di permeabilità del terreno [m/s]

D = diametro della superficie circolare filtrante [m]

h = altezza media [m]

Il tratto filtrante del sistema di dispersione e' di altezza pari a 30 m con un diametro filtrante di 2 m.

Nel caso in esame il tratto filtrante del sistema di dispersione si può considerare pari a circa 30 m (h); imposto che lo scavo in cui saranno messi in opera le trincee abbia un diametro equivalente minimo pari a 2 m (D), sostituendo nella (1) si ottiene:

$$\underline{Q \cong 1.8 \text{ l/s}}$$

che rappresenta la portata massima smaltibile dal sistema drenante.

La presente relazione ottempera a quanto previsto dall'art. 50 delle NTO del Piano degli Interventi recentemente adottato dal comune di Torri del Benaco e valuta la compatibilita' idraulica del sito in esame progettando opportuni interventi di mitigazione.

La presente relazione ottempera a quanto previsto dall'art. 19 delle NTO del Piano degli Interventi recentemente adottato dal comune di Torri del Benaco e viene mantenuto un'areale verde e permeabile pari ad almeno il 50% di quello preesistente, la proprieta' presenta infatti un'areale di 10.931,92 mq e la nuova area completamente impermeabilizzata sara' pari a 4.144,86 mq.

VERONA, 13 Gennaio 2020

Dott. Geol. Annapaola Gradizzi

