CITTA' METROPOLITANA DI GENOVA
DIREZIONE TERRITORIO E MOBILITA'
Servizio Programmazione e Coordinamento Viabilità
Ufficio Lavori Pubblici

C.C. 07/17-PG

OGGETTO:

SP 82 DI SANT'ALBERTO. Lavori di sistemazione e consolidamento del corpo stradale a tratti saltuari tra le prog.ve km 2+000 e km 6+000 in Comune di Bargagli.

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA

REDATTO DA:	PROGETTISTI: (ING. FRANCESCA VILLA)		ALLEGATO 2 TAVOLA N°
ASSISTENZA ALLA PROGETTAZIONE (in caso di professionista esterno)	IL RESPONSABILE D'UFFICIO: (Ing. Stefano Belfiore)		SCALA
	IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO: (Ing. Stefano Belfiore)		DATA 22 GIU. 2018
CONTROLLATO	DATA 22 GIU. 2018	AGGIORNATO	DATA
APPROVATO	DATA 22 GIU. 2018	AGGIORNATO	DATA

La strada oggetto di interventi è la S.P. n. 82 di Sant'Alberto alle prog.ve km 2+600 e km 3+600 e ricadono nel territorio comunale di Bargagli, ed è individuabile nella C.T.R. n. 214144 "Bargagli".

Gli interventi da realizzarsi comprendono opere di sistemazione e consolidamento del corpo stradale, di disciplinamento acque e di sistemazione delle delimitazione marginali, finalizzati al ripristino delle condizioni di sicurezza della viabilità.

In particolare sono previste le seguenti opere:

- All'altezza delle prog.va km 2+600 è previsto il consolidamento della struttura di attraversamento della strada esistente, che presenta vistose lesioni sui paramenti in pietrame sul lato di valle. Si andrà a realizzare una paratia provvisionale con micropali (Ø = 220 mm) che dovrà andare a toccare il substrato roccioso rappresentato dai CALCARI DI M. ANTOLA, lungo le spalle del ponticello per garantire le lavorazioni in sicurezza, e successivamente verrà realizzata una nuova tombinatura in c.a. di dimensioni adeguate (larghezza interna 2,50 m e altezza minima 4.00 m); nel contempo è previsto il consolidamento del ciglio di valle in modo da adeguare la protezione marginale. Sarà inoltre necessario realizzare un tratto di muro di controripa di circa 17,00 m in corrispondenza di un dissesto del corpo stradale avvenuto diversi anni fa. La lunghezza totale dell'intervento è di 150 m circa.
- All'altezza delle prog.va km 3+600, per risanare una situazione di dissesto del corpo stradale, è prevista la realizzazione di un tratto di circa 98,00 m di cordolo in c.a. lungo il ciglio di valle, in parte fondato su micropali (Ø = 220 mm) che dovranno essere saldamente ammorsati nei litotipi del substrato roccioso rappresentato dalla FORMAZIONE DI VAL LAVAGNA per una lunghezza complessiva dell'interventi di 100 m.

I lavori saranno infine completati con il ripristino e/o esecuzione di opere di regimazione delle acque provenienti sia dal versante che dalla sede viabile e con

l'installazione sulle nuove cordolature di adeguata barriera metallica di sicurezza e di idonea ringhiera lungo il nuovo marciapiede. Infine si procederà al ripristino e/o formazione della sede viabile mediante la stesa di conglomerato bituminoso (strato chiuso di usura).

La presente relazione viene redatta secondo quanto previsto dalle seguenti normative vigenti in materia, ed in particolare dal D. M. LL. PP. dell'11.03.1988, dal Decreto Legislativo n. 50 del 18.04.2016 e s.m.i. e dal D. M. Infrastrutture del 14.01.2008. Ai sensi della L.R. n.4 del 22.01.1999 tutti gli interventi previsti sono soggetti a vincolo idrogeologico.

INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

La stratigrafia dei terreni presenti nelle aree interessate dai lavori è caratterizzata da affioramenti di litotipi appartenenti ora ai CALCARI DI M. ANTOLA alla prog.va km 2+600 ed alla FORMAZIONE DI VAL LAVAGNA al alla prog.ve km 3+600; sulle Formazioni costituenti il substrato roccioso si rinvengono coltri detritiche che si presentano discontinue e di potenza variabile.

Con riferimento al Foglio n° 83 "Rapallo" della Carta Geologica d'Italia ed alla Carta Geologica Regionale (CARG), le caratteristiche litologiche e granulometriche dei terreni attraversati dagli interventi sono le seguenti:

- I CALCARI DI M. ANTOLA sono costituiti da una potente e monotona sovrapposizione di sequenze gradate torbiditiche i cui intervalli litologici sono rappresentati da calcareniti, marne ed argilloscisti; lo spessore di ogni sequenza varia localmente tra valori compresi da 0,4 m ca. fino ad oltre 3m.
- La FORMAZIONE DI VAL LAVAGNA è localmente costituita da argilliti scistose grigio scure o nerastre ad elevata componente siltosa; molto

frequenti le intercalazioni di sottili livelli di siltiti e di arenarie granulometricamente fini. ALBIANO – CRETACICO SUPERIORE.

- Le coltri detritiche si identificano con suoli eluviali-colluviali originatisi per disfacimento del "cappellaccio" d'alterazione del substrato roccioso a cui si sono aggiunti locali contributi di detrito di falda ed accumuli impostatisi per frana; granulometricamente rivelano la presenza, in abbondante frazione fine, di numerosi frammenti litici e di isolati piccoli trovanti stratiformi.

I CALCARI DI M. ANTOLA risultano deformati secondo una piega anticlinale rovesciata vergente a NNE smantellata nella zona di cerniera dove, se non fosse per la presenza continua di coltri detritiche eluviali – colluviali, sarebbe visibile il suo nucleo costituito dalle ARGILLITI DI MONTOGGIO; tale ricostruzione è stata possibile sulla base della polarità della stratificazione (in serie diritta lungo la S.P. n. 13 a sud della località Colletta ed in serie rovesciata subito a monte della S.P. n. 226).

La FORMAZIONE DI VAL LAVAGNA, invece, risulta essere stata interessata da una intensa fase deformativa a prevalente carattere compressivo; l'ammasso roccioso si rivela infatti notevolmente laminato con superfici di scistosità separate da alcuni millimetri di distanza l'una dall'altra. Le strutture plicative di tipo subisoclinale, di ordine di grandezza da decimetrica a metrica, indicano un forte raccorciamento crostale riconducibile alla più antica delle fasi de formative a cui si ricollegano importanti modificazioni della struttura della roccia, sia attraverso le deformazioni meccaniche che ricristallizzazioni. Gli sforzi compressivi hanno infine trovato sfogo in dislocazioni di porzioni rocciose che risultano separate da evidenti discontinuità tettoniche riconoscibili in faglie inverse caratterizzate da superfici di scorrimento a basso angolo d'inclinazione.

Le situazioni geomorfologiche sono condizionate dal contesto geologico su cui ricadono gli interventi previsti:

- Nell'area entro cui rientra la prog.va km 2+600, la strada si sviluppa in una

porzione di versante molto antropizzato, che si presenta piuttosto acclive e caratterizzato da un sistema di vallecole in cui scorrono rivi il cui sviluppo si presenta rettilineo. È proprio la struttura di attraversamento della strada su uno di questi rii che presenta vistose lesioni sui paramenti in pietrame sul lato di valle e necessita di interventi. Verrà inoltre ripristinata una situazione di dissesto avvenuta diversi anni fa che ha coinvolto la zona immediatamente a monte della strada ed il ciglio di monte della stessa.

- Anche nell'area entro cui rientra la prog.va km 3+600 i versanti si presentano piuttosto acclivi e molto rimaneggiati da abitazioni e altre opere antropiche. Qui la strada presenta una situazione di dissesto del ciglio di valle che risulta franato per la mancanza di adeguate strutture di sostegno e di regimazione delle acque di ruscellamento.

Le caratteristiche idrogeologiche variano notevolmente in funzione dell'Unità litostratigrafica che si considera:

- Il substrato roccioso presenta una permeabilità per fessurazione che varia da punto a punto in funzione delle condizioni di degrado della porzione più superficiale alterata, dello stato di fratturazione dell'ammasso roccioso e della esistenza sia di orizzonti cataclastici che delle superfici di scistosità solo parzialmente ricementati.
- Le coperture detritiche, sempre permeabili per porosità, sono caratterizzate da valori estremamente variabili della permeabilità in funzione del contenuto percentuale in minerali argillosi; inoltre possono svolgere la duplice funzione di tampone e di diffusore delle eventuali venute d'acqua dal sottostante substrato roccioso. Nelle zone di contatto con i depositi alluvionali terrazzati alimentano direttamente, e talvolta in modo considerevole, la falda in essi contenuta.

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI

Al fine del dimensionamento delle strutture da realizzarsi vengono presi in considerazione quattro tipi di terreno: materiale di riporto per rilevato, coltre detritica eluviale-colluviale, ed il substrato roccioso rappresentato dalla FORMAZIONE DI VAL LAVAGNA e dalla FORMAZIONE DEI CALCARI DI M. ANTOLA. Tutti i terreni dovranno sopportare le tensioni ad essi trasmesse attraverso le fondazioni dirette delle varie strutture mentre il materiale di riporto per rilevato e la coltre detritica saranno nel contempo contenuti dalle opere di sostegno. La FORMAZIONE DI VAL LAVAGNA e quella dei CALCARI DI M. ANTOLA dovranno inoltre resistere alle pressioni indotte dai micropali di fondazione.

Il terreno di riporto per rilevato, essendo costituito almeno in parte da materiali qualitativamente e granulometricamente selezionati, si ritiene presenti i seguenti valori:

- Peso di volume: $\gamma_R = 1{,}8 t/m^3$
- Angolo di attrito interno: $\varphi_R = 35°$
- Coesione: $C_R = 0 t/m^2$

COLTRE DETRITICA ELUVIALE - COLLUVIALE

- Peso di volume: $2{,}14 t/m^3 \leq \gamma_C \leq 2{,}35 t/m^3$
- Angolo di attrito interno: $32{,}22° \leq \varphi_C \leq 32{,}78°$ (valori che tengono conto anche del contributo derivante dal grado di consolidazione e dalla coesione, ricavati attraverso il diagramma NAVDOCK–DM–7 [1967] - *Design Manual: Soil Mechanics, Foundations and Earth Structures. Dept. of Yards and Docks, Washington D. C.*, essendo gli indici di plasticità I_p compresi tra 11,86% e 13,35%)

Per la caratterizzazione geotecnica dei CALCARI DI M. ANTOLA si fa riferimento ai risultati delle prove in laboratorio effettuate durante la perforazione di altri sondaggi in località limitrofe (Aprile 2002 all'altezza della prog.va km 7+000 ca. della S.P. n° 13 di Creto e nel Marzo 1990 all'altezza delle prog.ve km 3+790 e km 4+400 della S.P. n° 43 della Torrazza):

CALCARI DI M. ANTOLA

- Peso di volume: $2{,}65 t/m^3 \leq \gamma_{CMA} \leq 2{,}81 t/m^3$ (valore medio: $\gamma_{CMAmed} = 2{,}736 t/m^3$)
- I P.L.S.T. eseguiti hanno fornito la seguente resistenza alla rottura per compressione monoassiale: 17,90 MPa ($182{,}529 kg/cm^2$) $\leq \sigma_{CMA} \leq$ 115,00MPa ($1.172{,}678 kg/cm^2$); valore medio: σ_{CMAmed} = 74,025MPa ($754{,}847 kg/cm^2$).
- La classificazione geomeccanica dell'ammasso roccioso è stata ulteriormente definita attraverso i metodi convenzionali di Barton N., Lien R., Lunde J. (1973) – *Engineering Classification of Rock Masses for the Design of Tunnel Support – Rock Mechanics, Vol. 6* e di Bieniawsky Z. T. (1976) – *Rock Mass Classification in Rock Engineering – Proc. of Symposium on Exploration for Rock Engineering, Rotterdam* per la cui applicazione ci si è serviti anche dell'esame degli affioramenti limitrofi alla zona d'intervento; tale classificazione ha evidenziato una qualità "scadente" dell'ammasso roccioso a cui compete un angolo di attrito interno φ_{CMA} di 31° ed una coesione C_{CMA} di $11 t/m^2$.

Per la caratterizzazione geotecnica dei litotipi della FORMAZIONE DI VAL LAVAGNA si fa riferimento, alla indagine geognostica ed alle prove di laboratorio eseguite durante i sondaggi nel 2006 lungo la S.P. 225 all'altezza della prog.va km 30+190 ed anche a quelli effettuati nel 2002 lungo la stessa S.P. n° 82 di Sant'Alberto di Bargagli:

FORMAZIONE DI VAL LAVAGNA:

- Peso di volume: $2{,}68 t/m^3 \leq \gamma_{FVL} \leq 2{,}78 t/m^3$
- I P.L.S.T. eseguiti hanno fornito una resistenza alla rottura per compressione monoassiale σ_{FVLmed} = 31.584,6KPa = 322,074kg/cm^2 con valore minimo σ_{FVLmin} = 6.424,8KPa = 65,515kg/cm^2
- La classificazione geomeccanica dell'ammasso roccioso è stata ottenuta attraverso i metodi convenzionali di Barton N., Lien R., Lunde J. (1973) – *Engineering Classification of Rock Masses for the Design of Tunnel Support – Rock Mechanics, Vol. 6* e di Beniawsky Z. T. (1976) – *Rock Mass Classification in Rock Engineering – Proc. of Symposium on Exploration for Rock Engineering, Rotterdam* per la cui applicazione ci si è serviti anche dell'esame degli affioramenti limitrofi alla zona d'intervento; tale classificazione ha evidenziato una qualità "molto scadente" della parte più superficiale ed alterata dell'ammasso roccioso a cui compete un angolo di attrito interno $\varphi_{FVL} < 30°$ ed una coesione $C_{FVL} < 10 t/m^2$.

Relativamente alla Deliberazione n. 216 del 17 Marzo 2017 della Giunta Regionale della Liguria, avente ad oggetto *"OPCM 3519/2006 Aggiornamento classificazione sismica del territorio della Regione Liguria"* con la quale è stata approvata la nuova zonazione sismica ligure, il Comune di Bargagli ricade in zona sismica 3 avendo valori di picco dell'accelerazione (Pga) pari a 0,15 g.

Sulla base del Piano di Bacino Stralcio del Torrente Bisagno e facendo riferimento alla Carta della franosità reale risulta che:

- L'intervento alla prog.va km 2+600 ricade in un'area classificata come deformazione gravitativa profonda di versante (FP) ed è interessata da erosione concentrata di fondo;
- L'intervento alla prog.va km 3+600 ricade in un'area perimetrata come frana complessa quiescente (FC).

Dalla Carta della suscettività al dissesto risulta che gli interventi ricadono in un'area caratterizzata da suscettività al dissesto elevata (Pg3b) alla prog.va km 2+600, e variabile da media (Pg2) a elevata (Pg3a) alla prog.va km 3+600.

Dalla Carta del rischio geologico risulta che gli interventi ricadono in un'area caratterizzata da rischio geologico lieve o trascurabile (R0) alla prog.va km 2+600 e variabile da medio (R2) ad elevato (R3) alla prog.va km 3+600; lungo questo ultimo tratto il sedime della strada è caratterizzato da rischio geologico molto elevato (R4).

Relativamente ai vincoli per scopi idrogeologici i lavori previsti migliorano, anche se solo puntualmente, le condizioni di stabilità del versante e richiederanno l'abbattimento di un numero estremamente limitato di essenze arboree ed arbustive.

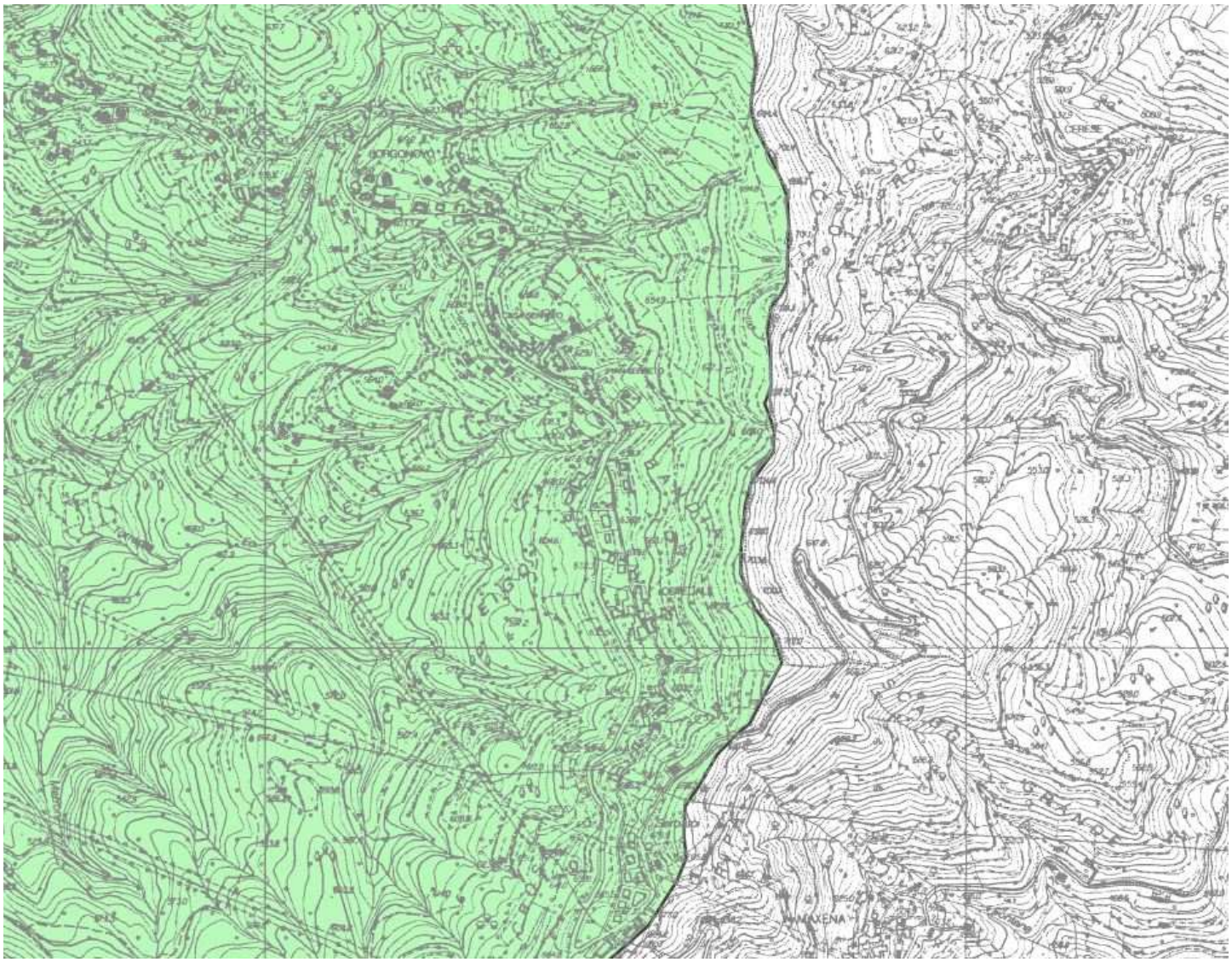
Alla prog.va km 2+600 il tombino previsto potrebbe andare ad interferire, seppur in modo marginale, con il corso d'acqua esistente. Per questo si rimanda alla relazione idraulica allegata al progetto.

PIANO DI BACINO STRALCIO PER LA TUTELA DAL RISCHIO IDROGEOLOGICO

AMBITO 14

TORRENTE BISAGNO

Carta dei principali vincoli territoriali

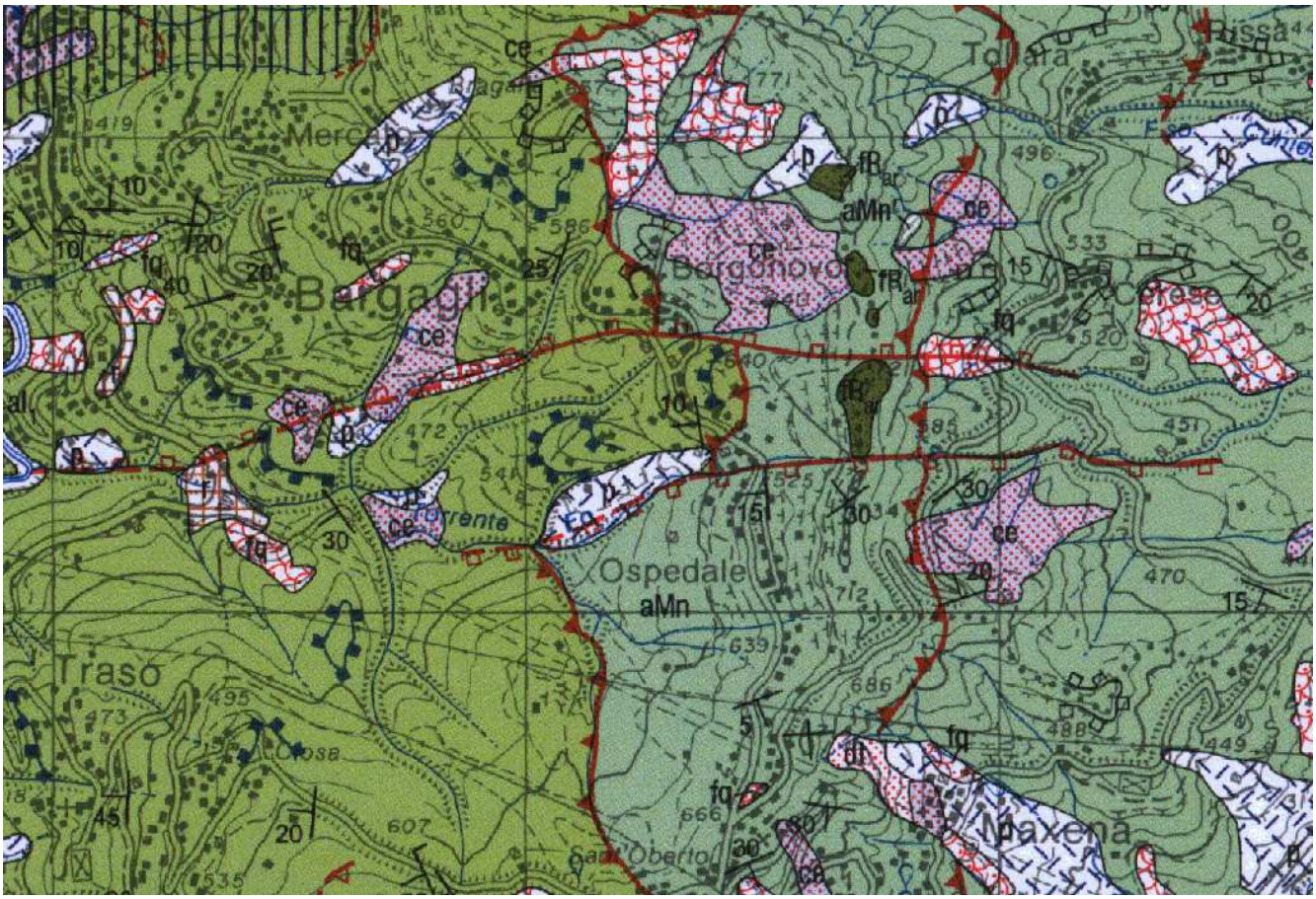


LEGENDA

- aree sottoposte a vincolo idrogeologico
- aree classificate "abitati da consolidare" (L. 64/1974)
- siti di interesse comunitario pSIC (D.G.R. 646/2001)
- parchi naturali regionali
- limite di bacino

CARTA GEOLOGICA REGIONALE CON ELEMENTI DI GEOMORFOLOGIA (CGR)

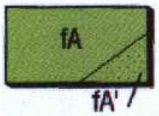
Tav. 214.3 - Bargagli



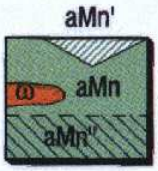
Detrito di falda (sia mobile che stabilizzato) in fasce e coni detritici al piede di scarpate naturali. *Quaternario.*

Coltri colluviali ed eluviali significative, talora interessate da diffusi e locali sintomi di instabilità in atto o pregressa. *Quaternario.*

Corpi di paleofrana in roccia o in materiali sciolti e collassi gravitativi (simbologia sul colore del substrato ove conservato e riconoscibile). *Quaternario.*



FLYSCH DEL M. ANTOLA. Torbiditi marnose e marnoso-calcaree a base calcareo-arenacea in strati medi e spessi (da submetrici a plurimetrici) con giunti argillitici neri; diffuse tracce di *Helminthoides e Chondrites* ("Icnofacies a Nereites"); talora frequenti intercalazioni di strati di calcilutiti di spessore medio (**fA**). Livello di torbiditi siltoso-arenacee fini in strati medio-sottili alla base (areali di Davagna-Morànego e M. di Traso) (**fA'**). *Maastrichtiano-Campaniano superiore.*



ARGILLITI DI MONTÀNESI. Argilliti emipelagiche nere ferromanganesifere dotate di diffusa fissilità lastroide e con intercalazioni di arenarie torbiditiche quarzose fini molto tenaci ("quarzareniti" AUCT.) in strati da sottili a medi (**aMn**); al sommo, livelli discontinui di argilliti franche varicolori (di frequente grigio-verdi e raramente rosso vinaccia) (**aMn'**) e lenti e grugni di brecce a elementi ofiolitici (in prevalenza serpentiniti) con cemento carbonatico (ω; M.Lavagnòla); alla base, sporadiche intercalazioni di strati di spessore vario, isolati o in piccoli gruppi, di calcari micritici tipo "palombino" ("pseudopalombini" AUCT.), calcari arenacei, marne fissili e marnosiltiti (**aMn"**). *Cretaceo superiore? (Turoniano?-Cenomaniano?)*

Frane in atto o recenti.

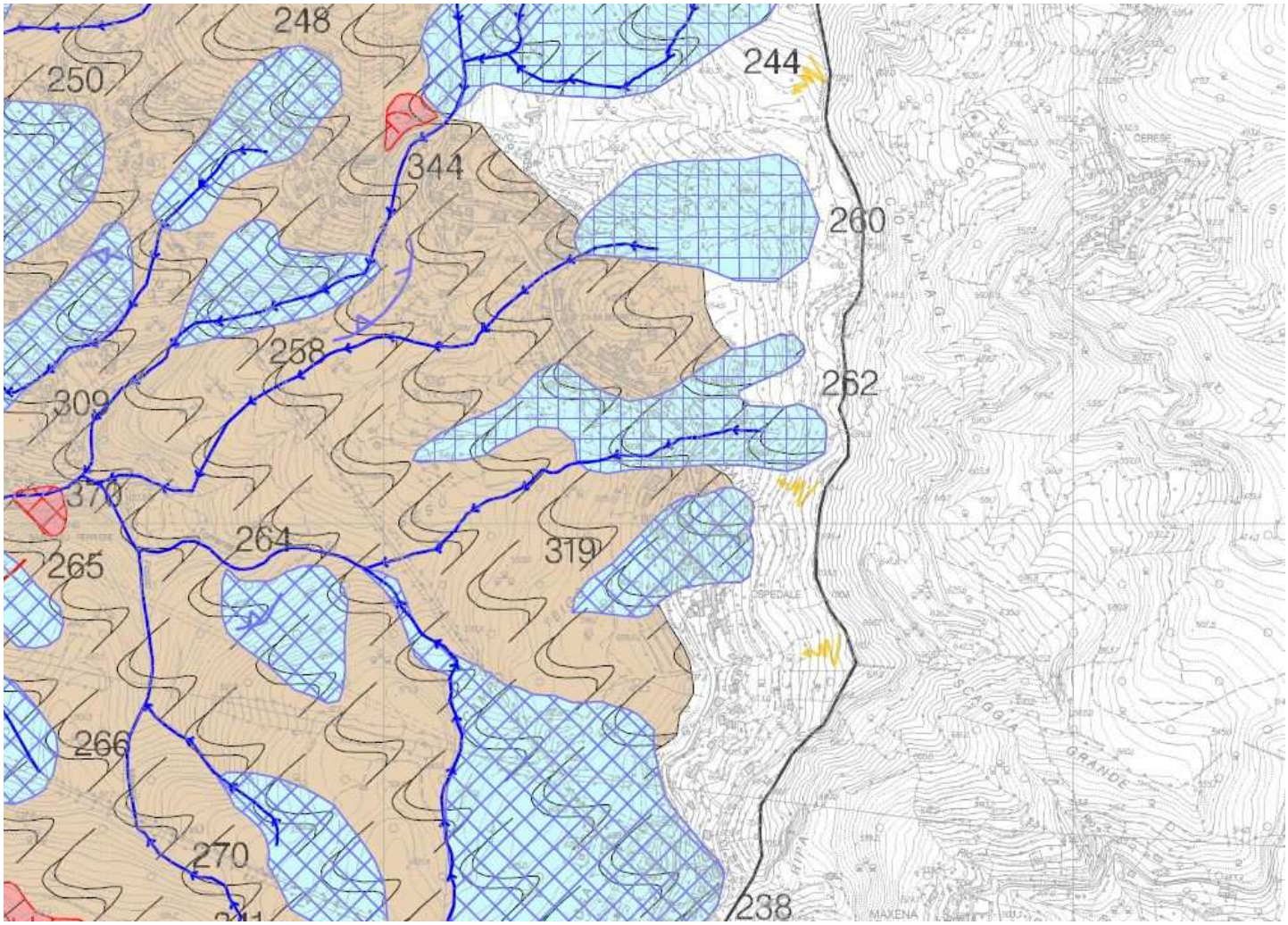
Frane quiescenti.

PIANO DI BACINO STRALCIO PER LA TUTELA DAL RISCHIO IDROGEOLOGICO

AMBITO 14

TORRENTE BISAGNO

Carta della Franosità reale



LEGENDA

TIPOLOGIA DI FRANA

Attiva	Quiescente	Relitta o stabilizzata o paleofrana	
			(SS) Frana superficiale – Soil slip
			(DF) Frana per colamento – Debris flow
			(SC) Frana per scorrimento o scivolamento
			(SCr) Frana per scorrimento o scivolamento rotazionale
			(SCp) Frana per scorrimento o scivolamento planare
			(CL) Frana per crollo o ribaltamento
			(FC) Frana complessa
			(FD) Area a franosita' diffusa

Fenomeni idrogeologici conseguenti agli eventi alluvionali 2014

(FP) Deformazione gravitativa profonda di versante

(CR) Area interessata da movimenti gravitativi lenti superficiali – solifluso, reptazione, creep

Frana non cartografabile attiva/quiescente

CIGLI DI FRANA

Attiva

Quiescente

DIREZIONE DI MOBILIZZAZIONE MATERIALI SCIOLTI

CONOIDI DETRITICHE ED ALLUVIONALI ATTIVE

CONOIDI DETRITICHE ED ALLUVIONALI QUIESCENTI

ROTTURE DI PENDIO

Scarpata fino a 5 m di H

Scarpata fino a 10 m di H

Scarpata oltre 10 m di H

FORME DI EROSIONE

EROSIONE CONCENTRATA DI FONDO

EROSIONE SPONDALE

RUSCELLAMENTO DIFFUSO

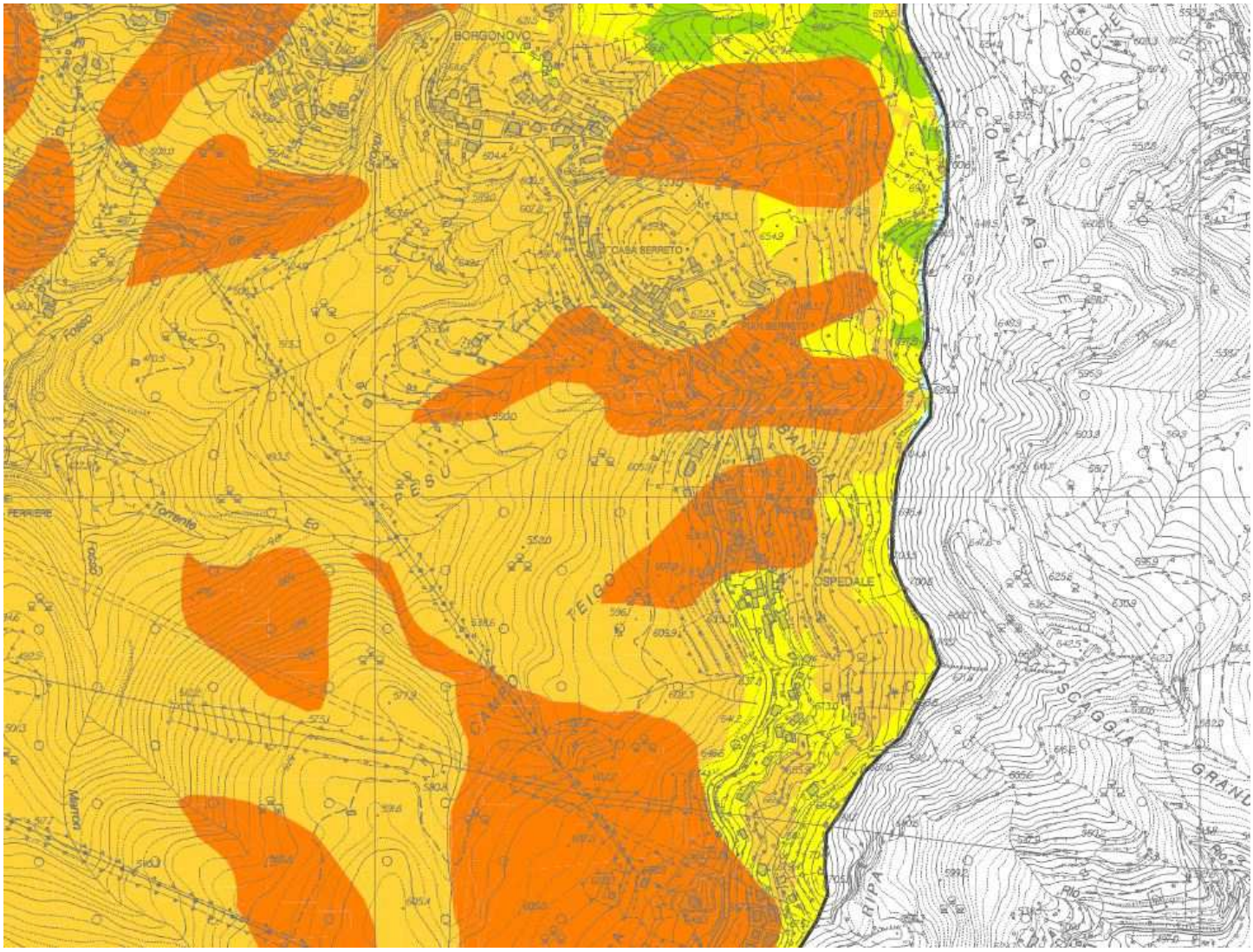
EROSIONE DIFFUSA

PIANO DI BACINO STRALCIO PER LA TUTELA DAL RISCHIO IDROGEOLOGICO

AMBITO 14

TORRENTE BISAGNO

Carta della suscettività al dissesto



LEGENDA

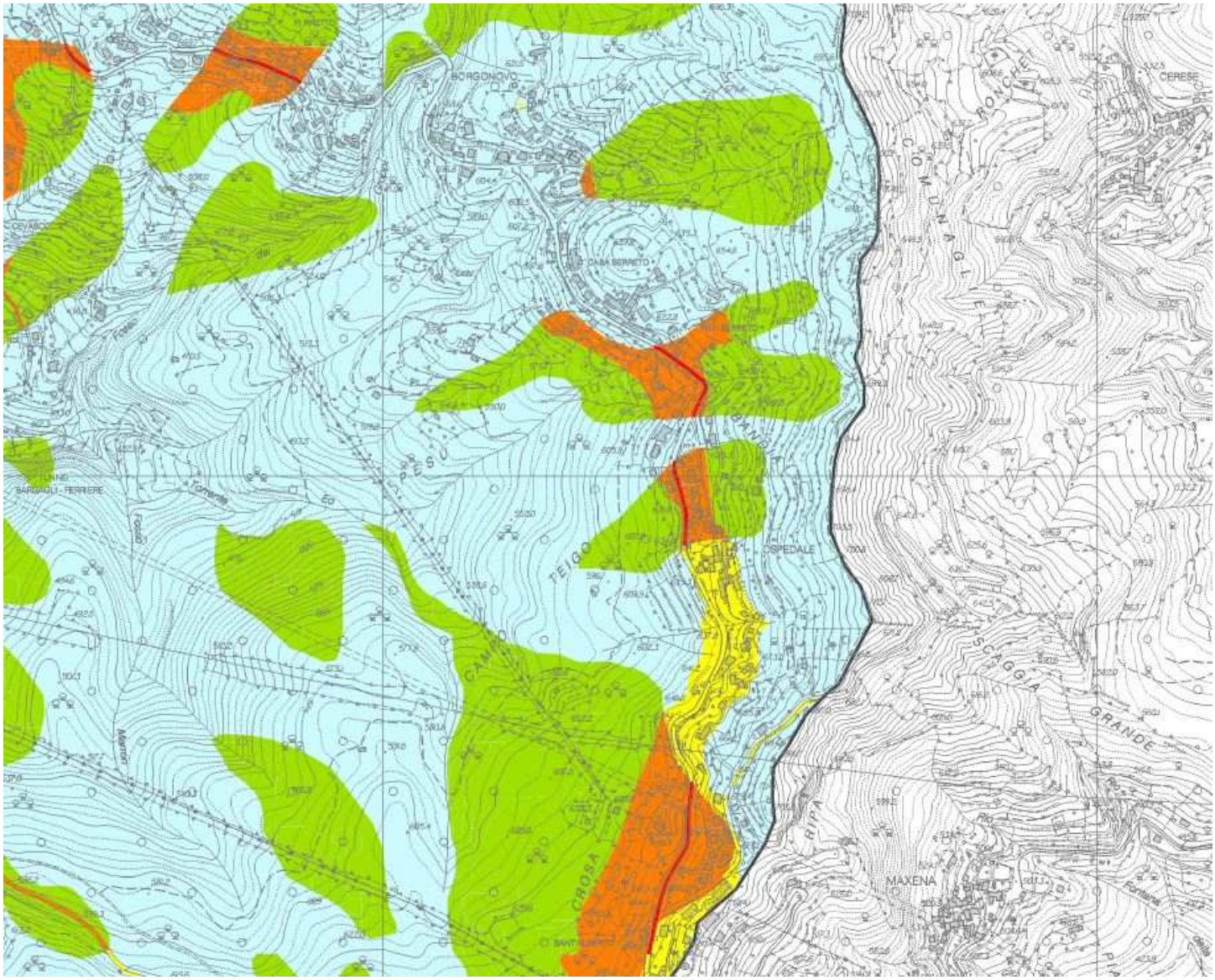
CLASSI DI SUSCETTIVITA' AL DISSESTO			NORME DI ATTUAZIONE
	MOLTO ELEVATA	Pg4	Art. 16, c. 2 Art. 16ter
	ELEVATA	Pg3a	Art. 16, c. 3 Art. 16ter
	ELEVATA	Pg3b	Art. 16, c. 3-ter Art. 16ter
	MEDIA	Pg2	Art. 16, c. 4 Art. 16ter
	BASSA	Pg1	Art. 16, c. 4 Art. 16ter
	MOLTO BASSA	Pg0	Art. 16, c. 4 Art. 16ter
	Fenomeni idrogeologici lungo gli alvei torrentizi		Art. 16ter
CLASSI SPECIALI			
	TIPO A - Cave attive, miniere attive e discariche in esercizio		Art. 16bis, c. 2
	TIPO B_1 - Cave inattive e miniere abbandonate		Art. 16bis, c. 3
	TIPO B_2 - Discariche dismesse e riporti antropici		Art. 16bis, c. 5

PIANO DI BACINO STRALCIO PER LA TUTELA DAL RISCHIO IDROGEOLOGICO

AMBITO 14

TORRENTE BISAGNO

Carta del rischio geologico



LEGENDA

CLASSI DI RISCHIO GEOLOGICO

	RISCHIO MOLTO ELEVATO	R4
	RISCHIO ELEVATO	R3
	RISCHIO MEDIO	R2
	RISCHIO MODERATO	R1
	RISCHIO LIEVE O TRASCURABILE	R0

CLASSI SPECIALI

CAVE ATTIVE, MINIERE ATTIVE
E DISCARICHE IN ESERCIZIO

LIMITE DI BACINO