



Comune di Pianoro  
Bologna



UNIONE DEI COMUNI  
SAVENA - IDICE



CITTÀ  
METROPOLITANA  
DI BOLOGNA

# COMUNE DI PIANORO

CITTA' METROPOLITANA DI BOLOGNA

## PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PERCORSO CICLOPEDONALE NEL PARCO FLUVIALE DEL TORRENTE SAVENA

### PROGETTISTI:

Ing. Pierpaolo Freo



Via San Donato 85  
40127 Bologna  
tel +39 051 331037  
studio@saperetecnico.it

### COLLABORATORI:

Dott. Ing. Ettore Volta Beccadelli Grimaldi

Via Carlo Goldoni 16  
40033 Casalecchio di Reno, Bologna  
+39 051 18899096  
evbg@fastwebnet.it - etторе.volta@unibo.it

Ing. Michela Campesato

Via del Piano 2758  
40059 Medicina, Bologna  
+39 333 8963201  
michela.campesato@gmail.com

Ing. Francesca Ricchiuto

Via San Donato 85  
40127 Bologna  
tel +39 051 331037  
studio@saperetecnico.it

Ing. Matteo Emmi

Via Cracovia 17/C  
40139 Bologna  
+39 347 2583580  
ing.emmi@fastwebnet.it

### COMMITTENTE:

Comune di Pianoro  
Piazza dei Martiri 1  
40065 Pianoro (BO)

### IL SINDACO:

Gabriele Minghetti

RESPONSABILE UNICO  
DEL PROCEDIMENTO:  
Arch. Loredana Maniscalco

COLLABORATORE:  
Geom. Fabio Guidetti

ELABORATO N.

PD\_GT

Relazione geotecnica

DATA:

MARZO 2018

SCALA:

-

### AGGIORNAMENTI

Data			
Tecnico			

Sostituisce dis.:

Sostituito da:

<b>I N D I C E</b>
--------------------

01 – INTRODUZIONE .....	2
02 – CONSIDERAZIONI GEOTECNICHE SUI MATERIALI DELL'INTERVENTO .....	4
03 – INDICAZIONI PER LE SOVRASTRUTTURE DEL PERCORSO CICLOPEDONALE .....	8
03.01 – TIPOLOGIA “ A “ .....	8
03.02 – TIPOLOGIA “ B “ .....	10
03.03 – TIPOLOGIA “ C “ .....	12
03.04 – TIPOLOGIA “ D “ .....	14
04 – RILEVATI DELLE RAMPE DI ACCESSO ALLA PASSERELLA SUL SAVENA .....	15

## 01 – INTRODUZIONE

La realizzazione della pista ciclabile si fonda sull'interconnessione tra un percorso esistente in località Rastignano, via Bellini e passerella sul torrente Savena, ed uno nuovo sino a raggiungere l'area della vecchia stazione di Pianoro percorrendo un tratto di via della Ferrovia.

L'intervento va ulteriormente a realizzare un nuovo percorso fluviale recuperando porzioni di aree appartenenti all'alveo del torrente Savena.

Esistono tratti di percorsi già realizzati e quindi la finalità è quella di ricucire questi segmenti isolati, o poco strutturati, per dare origine ad un percorso completo ed organico.

Questo progetto oltre che a dare un contributo di valenza ambientale e naturalistica ha come obiettivo quello far riscoprire nuove zone del territorio sconosciute alla maggioranza delle persone e rivitalizzare aree che sono isolate, parzialmente abbandonate e progressivamente in via di degrado.

In aggiunta a quanto esposto l'intento è anche quello di promuovere gli spostamenti utilizzando la bicicletta sia per attività ludica e sportiva ma anche per alleggerire il traffico veicolare privato per raggiungere i luoghi delle attività lavorative attraverso un percorso protetto con pochissime interferenze con quello su strade pubbliche.

Il cammino permette poi di raggiungere anche il luogo dove sono installate varie attività sportive in località Rastignano via Serrabella.

Il progetto consente di rendere percorribile e dare una sistemazione definitiva ad un tratto per una lunghezza di circa 6500 m.

La realizzazione della pista ciclabile si basa sostanzialmente sul recupero superficiale di zone in ambito fluviale, di zone esterne e ricucitura con tratti già esistenti.

Il condizionamento economico non consente di applicare quanto riportato nel D.M. n° 557 del 30.11.1999 “ *Regolamento per la definizione delle caratteristiche tecniche delle piste ciclabili* ”.

In particolare non è al momento possibile fornire le dotazioni tecniche ivi previste, seppur auspicabili in futuro per aumentare l'appetibilità del percorso al di fuori dell'utenza locale.

Anche sul tema degli standards progettuali per le piste ciclabili ci s'è dovuti limitare a considerarne solo alcuni ed essenzialmente i seguenti.

1. – Larghezza della pista ciclabile a doppio senso di marcia: *m 2.50.*
2. – Pendenza longitudinale delle singole livellette: *inferiore al 5%.*
3. – Pendenza longitudinale su base chilometrica: *inferiore al 2%.*
4. – Raggio di curvatura planimetrico: *non inferiore a m 5.00 misurato dal ciglio interno.*
5. – Raggio di curvatura planimetrico in punti singolari: *non inferiore a m 3.00 misurato dal ciglio interno.*
6. – Barriere protettive laterali: *non inferiori a m 1.50 di altezza.*
7. – Velocità di percorrenza: *25 Km/h.*

Per quanto riguarda la regolarità superficiale della pista ciclabile anche questo parametro può essere assicurato nella maggior parte del tracciato in quanto la pavimentazione superficiale è costituita da un tappeto d'usura in c.b.

Unicamente nel tratto della zona del “ *Centro anfibi* ” e sino alla microcentrale elettrica si sfrutta in parte il percorso esistente e si crea il prolungamento sino al predetto impianto produttivo realizzando un percorso in terra battuta.

Questo percorso di circa m 500 rappresenta una frazione residuale dell'intero sviluppo e comunque esiste un'alternativa con pavimentazione in conglomerato bituminoso.

Avere per tutto il percorso, benché una sua parte sia inserito in ambito fluviale, una pavimentazione legata e superficialmente regolare rappresenta una condizione necessaria per permetterne la fruibilità da parte di alcune categorie di persone diversamente abili.

Diversamente ci sarebbe stata una forte limitazione, se non addirittura l'impossibilità, per l'utilizzo della pista per le persone non normodotate.

## 02 – CONSIDERAZIONI GEOTECNICHE SUI MATERIALI DELL'INTERVENTO

La larghezza della pista ciclopedonale è di m 2.50 individuata da strisce orizzontali di margine laterale dove la pavimentazione è in conglomerato bituminoso.

Per realizzare la sovrastruttura si opera quindi su di una larghezza di circa m 3.25 quando il piano viabile è praticamente alla stessa quota di quello di campagna.

La larghezza di scavo però è variabile in relazione all'altezza del rilevato che si deve ottenere ed a quanto il territorio può offrire per eseguire le lavorazioni, come di seguito esposto.

In varie aree, soprattutto ricadenti nell'alveo del torrente, è presente della vegetazione arbustiva e cespugliata spontanea che va tagliata rimuovendo l'apparato radicale per permettere l'inserimento del tracciato ciclopedonale.

La vegetazione spontanea non viene del tutto eliminata ma in un primo momento, per permettere le lavorazioni di cantiere, è prevista un'apertura per una larghezza di circa m 6.00.

In seguito verrà lasciata ricrescere sino ai margini della pista in modo che costituisca una schermatura laterale e si ricostruisca un luogo il più naturalistico possibile.

Di seguito si riporta la descrizione dettagliata con indicazione dei materiali previsti per ogni tipologia che è stata individuata.

La volontà adottata sui materiali è stata quella di rispettare, in modo integrale, quanto previsto dalla successiva legge.

L'aggregato per il cassonetto è un inerte C&DW; è stato deciso di perseguire l'impiego di materiali di recupero finalizzato verso l'applicazione del Decreto 8 maggio 2003, n. 203 - Ministero dell'Ambiente e della tutela del Territorio – “ *Norme affinché gli uffici pubblici e le società a prevalente capitale pubblico coprano il fabbisogno annuale di manufatti e beni con una quota di prodotti ottenuti da materiale riciclato nella misura non inferiore al 30% del fabbisogno medesimo* “. G.U. 5 agosto 2003, n. 180.

Gli strati della sottofondazione e della di fondazione in esame sono costituiti da aggregati provenienti dagli scarti delle attività di costruzione e demolizione (C&DW) che possono essere considerati equivalenti alle terre di origine naturale ai fini della costruzione di sovrastrutture viarie.

Come indicato nella normativa UNI 11531-1/2014, “ Dalle attività di costruzione e demolizione sono generati materiali assortiti di varia natura, comunemente noti come materiali da C&D o C&D waste, suscettibili di essere reimpiegati come aggregati, anche in miscela con aggregati naturali e con materiali minerali per i quali sia ammesso il recupero nelle costruzioni stradali per effetto della vigente legislazione ”.

Lo strato dovrà essere interamente realizzato in materiali C&DW opportunamente selezionati e vagliati al fine di ottenere uno spessore omogeneo e compatto con sufficienti garanzie di portanza, stabilità ed insensibilità all’acqua e resistenza al gelo.

Si osservi altresì che i materiali C&DW, per loro natura, possono esibire risorse leganti, per effetto dei residui cementizi o di altri leganti idraulici ancora attivi.

La sostituzione di aggregati costituiti da inerti vergini con analoghi materiali provenienti dal recupero e cernita di scarti di attività edilizia presenta i seguenti VANTAGGI:

- *riutilizzo di materiali altrimenti conferiti in discarica e conseguente sostenibilità ambientale;*
- *riduzione del consumo di materiale vergine con limitazione dello sfruttamento delle risorse naturali non rinnovabili;*
- *esibire prestazioni fisiche e meccaniche non inferiori a quelle di analoghi aggregati vergini;*
- *ottenere una diminuzione dei costi di costruzione.*

Pertanto sia per l’aggregato della sottofondazione e sia per quello della fondazione s’è privilegiato il completo uso di materiale C&DW soddisfacente ai requisiti indicati nella normativa UNI 11531-1/2014.

Per l’aggregato lapideo della sottofondazione, dello spessore di cm 35, è stato deciso di adeguarsi ai requisiti del “ *sottofondo* “ mentre per quello della fondazione in misto cementato, dello spessore di cm 15, adottare quelli della “ *fondazione non legata* “.

Di seguito si riportano le tabelle con il riassunto delle prestazioni richieste per i due tipi di aggregato.

Miscele non legate di aggregati riciclati		Impieghi					
		Colmate/rinterri		Corpo del rilevato		Sottolondo	
Caratteristica	Norma di prova	Requisito	Frequenza minima di prova in fase di stesa	Requisito	Frequenza minima di prova in fase di stesa	Requisito	Frequenza minima di prova in fase di stesa
Designazione della miscela	UNI EN 13285	0/63	20 000 m <sup>3</sup>	0/63	5 000 m <sup>3</sup>	0/31,5	2 000 m <sup>3</sup>
Sopravaglio della miscela	UNI EN 933-1	OC <sub>75</sub>	20 000 m <sup>3</sup>	OC <sub>85</sub>	5 000 m <sup>3</sup>	OC <sub>75</sub>	2 000 m <sup>3</sup>
Contenuto massimo dei fini	UNI EN 933-1	-		UF <sub>35</sub>	5 000 m <sup>3</sup>	UF <sub>15</sub>	2 000 m <sup>3</sup>
Granulometria della miscela	UNI EN 933-1	G <sub>0</sub>	20 000 m <sup>3</sup>	G <sub>0</sub>	5 000 m <sup>3</sup>	G <sub>0</sub>	2 000 m <sup>3</sup>
Appiattimento dell'aggregato grosso	UNI EN 933-3	-		FI <sub>50</sub>	50 000 m <sup>3</sup>	FI <sub>35</sub>	2 000 m <sup>3</sup>
Qualità dei fini		-		MB <sub>5</sub>	5 000 m <sup>3</sup>	MB <sub>5</sub>	2 000 m <sup>3</sup>
Qualità dei fini (alternativo)		-		SE <sub>20</sub>	5 000 m <sup>3</sup>	SE <sub>30</sub>	2 000 m <sup>3</sup>
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	-		LA <sub>50</sub>	50 000 m <sup>3</sup>	LA <sub>45</sub>	20 000 m <sup>3</sup>
Solfato solubile in acqua	UNI EN 1744-1	-		SS <sub>0,2</sub>	5 000 m <sup>3</sup>	SS <sub>0,2</sub>	2 000 m <sup>3</sup>
Contenuto di frammenti di conglomerati cementizi, manufatti in calcestruzzo, matte, elementi lapidei naturali anche derivanti da murature, sfaldi di cava o pietrisco tolto d'opera, materiali legati idraulicamente, vetro.	UNI EN 933-11	R <sub>bug50</sub>	20 000 m <sup>3</sup>	R <sub>bug50</sub>	5 000 m <sup>3</sup>	R <sub>bug70</sub>	2 000 m <sup>3</sup>
Contenuto di vetro	UNI EN 933-11	-		A <sub>g5</sub>	5 000 m <sup>3</sup>	A <sub>g5</sub>	2 000 m <sup>3</sup>
Contenuto di materiali bituminosi	UNI EN 933-11	-		R <sub>B30</sub>	5 000 m <sup>3</sup>	R <sub>B10</sub>	2 000 m <sup>3</sup>
Contenuto di materiale galleggiante: carta, legno, fibre tessili, cellulosa, residui alimentari, polistirolo, sostanze organiche eccetto bitume, .....	UNI EN 933-11	FL <sub>30</sub>	20 000 m <sup>3</sup>	FL <sub>10</sub>	5 000 m <sup>3</sup>	FL <sub>5</sub>	2 000 m <sup>3</sup>
Contenuto di terreno vegetale, metalli, legno non galleggiante, plastica, gomma, gesso, cartongesso, e altri materiali non galleggianti non filoidi	UNI EN 933-11	X <sub>1</sub>	20 000 m <sup>3</sup>	X <sub>1</sub>	5 000 m <sup>3</sup>	X <sub>1</sub>	2 000 m <sup>3</sup>
Massa volumica max. con energia Proctor modificata	UNI EN 13286-2	-		✓	5 000 m <sup>3</sup>	✓	2 000 m <sup>3</sup>
Portanza CBR dopo 4 d di imbibizione su provini costipati con umidità ±2% dell'ottimo al 94% della massa volumica massima all'energia Proctor modificata	UNI EN 13286-47	-		-		≥10	50 000 m <sup>3</sup>
Rigonfiamento CBR	UNI EN 13286-47	-		-		≤1%	50 000 m <sup>3</sup>

Il simbolo ✓ indica che la caratteristica deve essere determinata, ma non deve rispondere a un requisito.

Il simbolo - indica che la determinazione della caratteristica può essere omessa.

TABELLA n° 01 – AGGREGATO C&DW per “ sottofondo “

Miscele non legate di aggregati riciclati		Impieghi					
Caratteristica	Norma di prova	Strato anticapillare		Fondazione non legata		Base non legata	
		Requisito	Frequenza minima di prova in fase di stesa	Requisito	Frequenza minima di prova in fase di stesa	Requisito	Frequenza minima di prova in fase di stesa
Designazione	UNI EN 13242 UNI EN 13285	2/31,5		0/31,5		0/31,5	
Sopravvaglio della miscela	UNI EN 933-1	-		$OC_{75}$	1 000 m <sup>3</sup>	$OC_{75}$	1 000 m <sup>3</sup>
Contenuto massimo dei fini	UNI EN 933-1	$UF_5$	1 000 m <sup>3</sup>	$UF_5$	1 000 m <sup>3</sup>	$UF_5$	1 000 m <sup>3</sup>
Contenuto minimo dei fini	UNI EN 933-1	-		$LF_5$	1 000 m <sup>3</sup>	$LF_5$	1 000 m <sup>3</sup>
Granulometria	UNI EN 933-1	$G_{0,65/15}$	1 000 m <sup>3</sup>	$G_h$	1 000 m <sup>3</sup>	$G_h$	1 000 m <sup>3</sup>
Appiattimento dell'aggregato grosso	UNI EN 933-3	$FL_{75}$	10 000 m <sup>3</sup>	$FL_{75}$	10 000 m <sup>3</sup>	$FL_{75}$	10 000 m <sup>3</sup>
Qualità dei fini	UNI EN 933-9	-		$MB_2$	1 000 m <sup>3</sup>	$MB_{1,5}$	1 000 m <sup>3</sup>
Qualità dei fini (alternativo)	UNI EN 933-8	$SE_{75}$	1 000 m <sup>3</sup>	$SE_{30}$	1 000 m <sup>3</sup>	$SE_{30}$	1 000 m <sup>3</sup>
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	$LA_{10}$	10 000 m <sup>3</sup>	$LA_{30}$	10 000 m <sup>3</sup>	$LA_{10}$	10 000 m <sup>3</sup>
Percentuale di particelle frantumate/arrotondate	UNI EN 933-5	-		-		$G_{90/5}$	10 000 m <sup>3</sup>
Resistenza all'usura	UNI EN 1097-1	-		-		$M_{DL20}$	10 000 m <sup>3</sup>
Solfato solubile in acqua	UNI EN 1744-1	$SS_{0,2}$	1 000 m <sup>3</sup>	$SS_{0,2}$	1 000 m <sup>3</sup>	$SS_{0,2}$	1 000 m <sup>3</sup>
Contenuto di frammenti di conglomerati cementizi, manufatti in calcestruzzo, matte, elementi lapidei naturali anche derivanti da murature, strati di cava o pietrisco loto d'opera, di materiali legati idraulicamente, vetro.	UNI EN 933-11	$R_{frag,20}$	1 000 m <sup>3</sup>	$R_{frag,30}$	1 000 m <sup>3</sup>	$R_{frag,30}$	1 000 m <sup>3</sup>
Contenuto di vetro	UNI EN 933-11	$R_{g,2}$	1 000 m <sup>3</sup>	$R_{g,2}$	1 000 m <sup>3</sup>	$R_{g,2}$	1 000 m <sup>3</sup>
Contenuto di materiali bituminosi	UNI EN 933-11	$R_{a,30}$	1 000 m <sup>3</sup>	$R_{a,2}$	1 000 m <sup>3</sup>	$R_{a,1}$	1 000 m <sup>3</sup>
Contenuto di materiale galleggianti: carta, legno, fibre tessili, cellulosa, residui alimentari, polistirolo, sostanze organiche eccetto bitume, ....	UNI EN 933-11	$FL_{2}$	1 000 m <sup>3</sup>	$FL_{2}$	1 000 m <sup>3</sup>	$FL_{2}$	1 000 m <sup>3</sup>
Contenuto di terreno vegetale, metalli, legno non galleggianti, plastica, gomma, gesso, cartongesso, e altri materiali non galleggianti non liti di	UNI EN 933-11	$X_{2}$	1 000 m <sup>3</sup>	$X_{1}$	1 000 m <sup>3</sup>	$X_{1}$	1 000 m <sup>3</sup>
Massa volumica max. con energia Proctor modificata	UNI EN 13286-2	-		✓	2 000 m <sup>3</sup>	✓	2 000 m <sup>3</sup>
Portanza CBR dopo 4 d di imbibizione su provini compattati con umidità ±2% dell'ottimo al 94% della massa volumica massima all'energia Proctor modificata	UNI EN 13286-47	-		≥50	20 000 m <sup>3</sup>	-	

TABELLA n° 02 – AGGREGATO C&DW per “ fondazione non legata “



### 03 – INDICAZIONI PER LE SOVRASTRUTTURE DEL PERCORSO CICLOPEDONALE

Tralasciando il taglio della vegetazione spontanea per realizzare il tracciato della pista ciclopedonale, si riportano le diverse tipologie della sovrastruttura prevista nei diversi tratti.

#### 03.01 – TIPOLOGIA “ A “

Questa prima tipologia è pensata in un tratto assai limitato di circa m 200 che parte dal ponte dell'area artigianale della Piastrella e raggiunge l'impianto della microcentrale elettrica sito in destra idrografica nell'alveo del torrente Savena.

Il percorso serve anche al transito saltuario di automezzi pesanti ed ingombranti che debbono raggiungere l'impianto per gli interventi che si rendono necessari.

Di recente nella sponda è stato accumulato molto terreno proveniente da scavi limitrofi ed il tratto di pista si colloca appunto in questa zona.

Per consentire il passaggio di automezzi pesanti s'è pensato di bonificare lo spessore superiore di almeno m 1.00 procedendo alla sostituzione del terreno depositato con aggregato di riciclo e recupero C&DW.

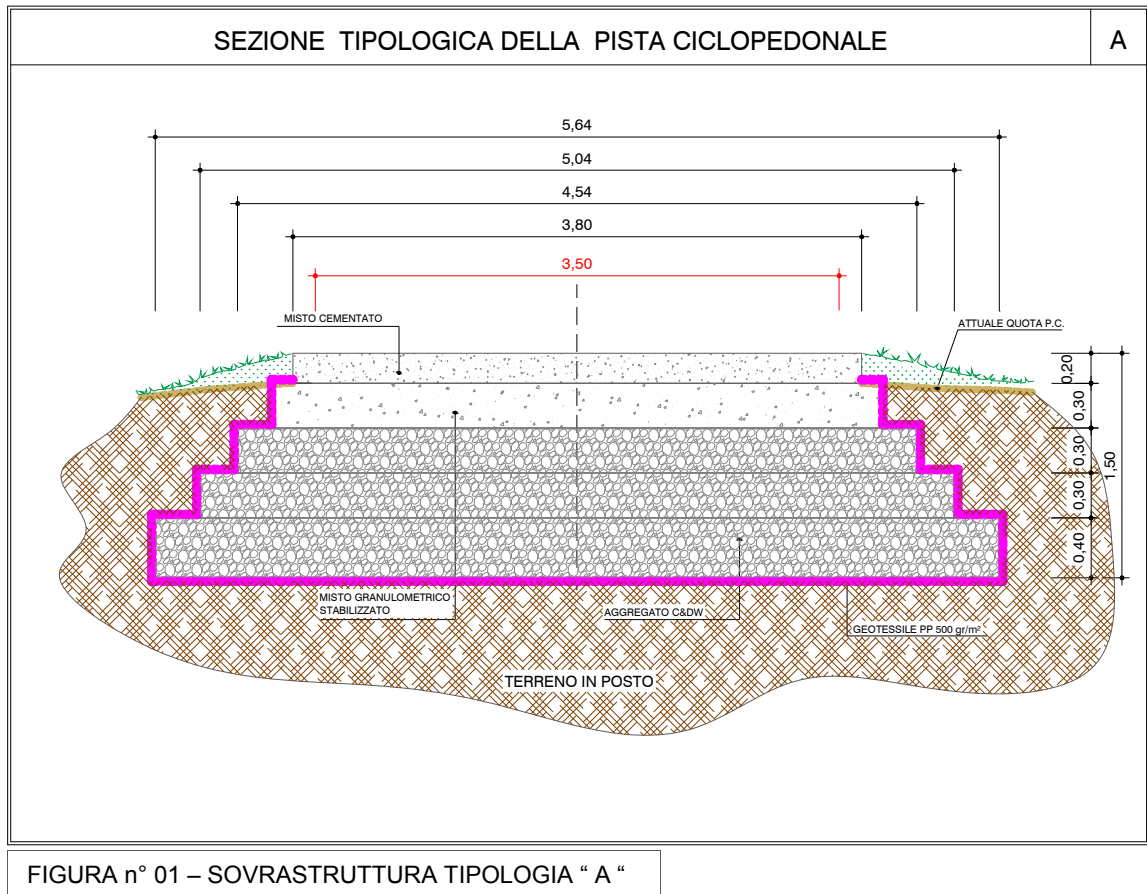
La soluzione proposta rappresenta uno schema tipo in quanto è probabile che il terreno di riporto accumulato in alcune zone abbia spessore minore ma anche maggiore.

Ogni situazione andrà quindi opportunamente valutata all'atto degli scavi ma la bonifica, con sostituzione, deve interessare tutto lo spessore del terreno di riporto accumulato sino a raggiungere quello di sedime e questo per non avere cedimenti di consolidazione.

Le caratteristiche di tale materiale sono quelle riconducibili a quelli indicate per “ *sottofondo* “ di cui alla tabella n° 01 di pag. 06.

Affinché non vi sia contaminazione tra aggregati e terreno depositato si utilizza un telo di geotessuto in PP di massa areica di 500 g/m².

Nella fig. n° 01 è riportata la rappresentazione schematica.



Le operazioni lavorative si sviluppano secondo la seguente sequenza.

01. - In pratica si procede asportando il terreno accumulato sino a raggiungere la quota di circa cm 40 sopra il piano di terreno naturale e comunque uno strato di materiale solido, quello interessato da attività vegetativa può essere riutilizzato unicamente per la sistemazione più superficiale raccordandolo con la morfologia locale secondo le pendenze presenti nell'area.
02. - Di seguito si approfondisce il cassonetto scavando il terreno per altri 40 cm di spessore e depositandolo a lato per un suo eventuale riutilizzo.
03. – Si procede alla realizzazione di un primo strato dello spessore di cm 40 in aggregato C&DW, con pezzatura max 0/30, che costituisce il piano di appoggio del sovrastante rilevato.

- 04. – Le quote di progetto si raggiungono mettendo progressivamente in opera spessori di circa cm 30 di ulteriore aggregato C&DW analogo al precedente.
- 05. – Lo strato di fondazione per uno spessore medio di cm 30 è in misto granulometrico stabilizzato ma anche aggregato C&DW del tipo “*fondazione non legata*” con le caratteristiche rispondenti ai parametri della tabella n° 02 di pag. 07.
- 06. - La pavimentazione superficiale è in misto cementato dello spessore di cm 20 ottenuto con aggregati analoghi a quelli della sottostante fondazione.

Per questo tratto, per consentire un agevole passaggio agli automezzi, la larghezza definitiva della pista è stata portata a m 3.50 ma l'intervento si esplica su di una larghezza media di almeno m 6.00.

Come s'è detto il terreno proveniente dallo scavo in parte viene riutilizzato per la sistemazione delle sponde laterali del rilevato onde favorire l'inerbimento contro l'erosione dovuta alle acque meteoriche.

### 03.02 – TIPOLOGIA “ B “

Questa seconda tipologia è quella che praticamente interessa gran parte di tutto il percorso della pista ciclopedonale laddove nulla è già presente e che può essere o recuperato o riqualificato.

Molti tratti del tragitto si snodano in ambito di alveo fluviale o di sponda dove è presente molta vegetazione, talora anche fitta, cresciuta in maniera spontanea e perciò disordinata.

Innanzitutto si deve procedere all'asportazione degli apparati radicali che insistono nella fascia dove si sviluppa il percorso dopo avere tagliato le piante e gli arbusti di maggiori dimensioni che interessano il terreno.

Nella fig. n° 02 si riporta la raffigurazione schematica.

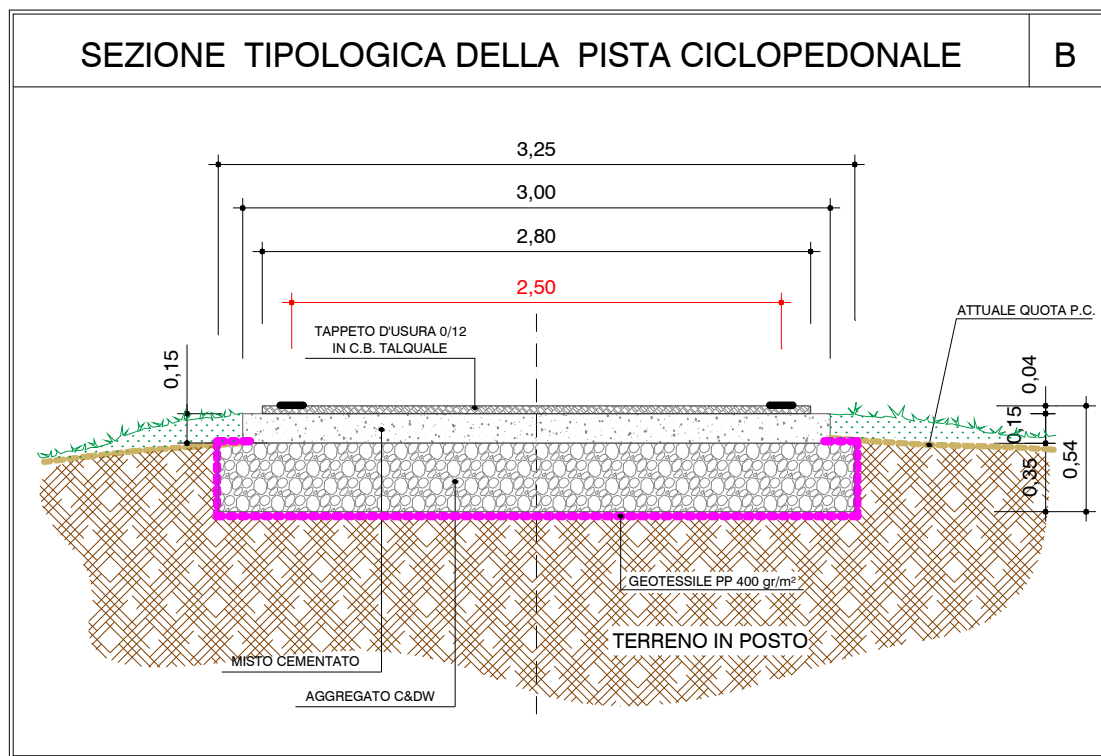


FIGURA n° 02 – SOVRASTRUTTURA TIPOLOGIA “ B “

Le operazioni lavorative si sviluppano secondo la seguente sequenza.

01. - Viene asportata mediante scotico la parte più superficiale dell'area interessata da attività vegetativa, per uno spessore supposto di circa 15 cm, si deposita questo terreno ai lati del percorso e poi sistemato secondo le pendenze locali.
02. - Si approfondisce il cassonetto scavando il terreno per altri 20 cm di spessore depositandolo a lato se è poi possibile riutilizzarlo per la conformazione delle banchine laterali oppure bisogna conferirlo in appropriata discarica.
03. – Per non permettere la contaminazione tra l'aggregato, presente nello strato superiore della sottofondazione, ed il terreno si utilizza come strato di separazione, stendendolo sul fondo dello scavo e sui fianchi laterali, un geotessile non tessuto in PP di massa areica di 400 g/m<sup>2</sup>.
04. – Viene realizzato lo strato di sottofondazione dello spessore di cm 35 con aggregato C&DW, delle caratteristiche della tabella n° 01 di pag. 06 “ sottofondo “, con pezzatura max 0/30, con formazione delle pendenze laterali del percorso ciclabile.

- 05. – Lo strato di fondazione è in misto cementato per uno spessore medio di cm 15 ottenuto da una miscela di aggregati conformi per caratteristiche ai parametri della tabella n° 02 di pag. 07 “ fondazione non legata “.
- 06. - La pavimentazione superficiale è un tappeto d’usura 0/12 con bitume talquale dello spessore di cm 4.

La larghezza definitiva della pista è di m 2.50 ma l’intervento si esplica su di una larghezza di almeno m 3.25; come s’è detto il terreno proveniente dallo scotico superficiale viene sistemato lateralmente per contenere la parte della pavimentazione e favorire l’inerbimento.

### 03.03 – TIPOLOGIA “ C “

Questa terza tipologia è quella prevista nel tratto che raggiunge il “ Centro anfibio “ e l’impianto della microcentrale elettrica passando sotto il ponte dell’area artigianale della Piastrella.

In pratica il primo tratto a sud del ponte della Piastrella è già esistente ed è in terra battuta; si vuole pertanto completare il tragitto previsto continuando con la medesima tipologia mantenendo un’impostazione di ambiente assai naturalistico.

Si è consapevoli che per condizioni meteorologiche avverse il tragitto diventa difficilmente e faticosamente accessibile sia per i normali ciclisti e sia anche per i pedoni.

Come già detto in precedenza esiste però un’alternativa al percorso che partendo dal terrazzo fluviale più basso si sviluppa a fianco della strada comunale via del Savena sino al ponte della Piastrella per poi riconnettersi con il tragitto in progetto.

Dopo il taglio della vegetazione spontanea si valuta se occorre asportare l’apparato radicale oppure è sufficiente passare con un attrezzo trinciatore-sfibratore e rimozione del materiale di risulta.

Le operazioni in cantiere procedono secondo quanto elencato e nella fig. n° 03 si riporta la raffigurazione schematica.

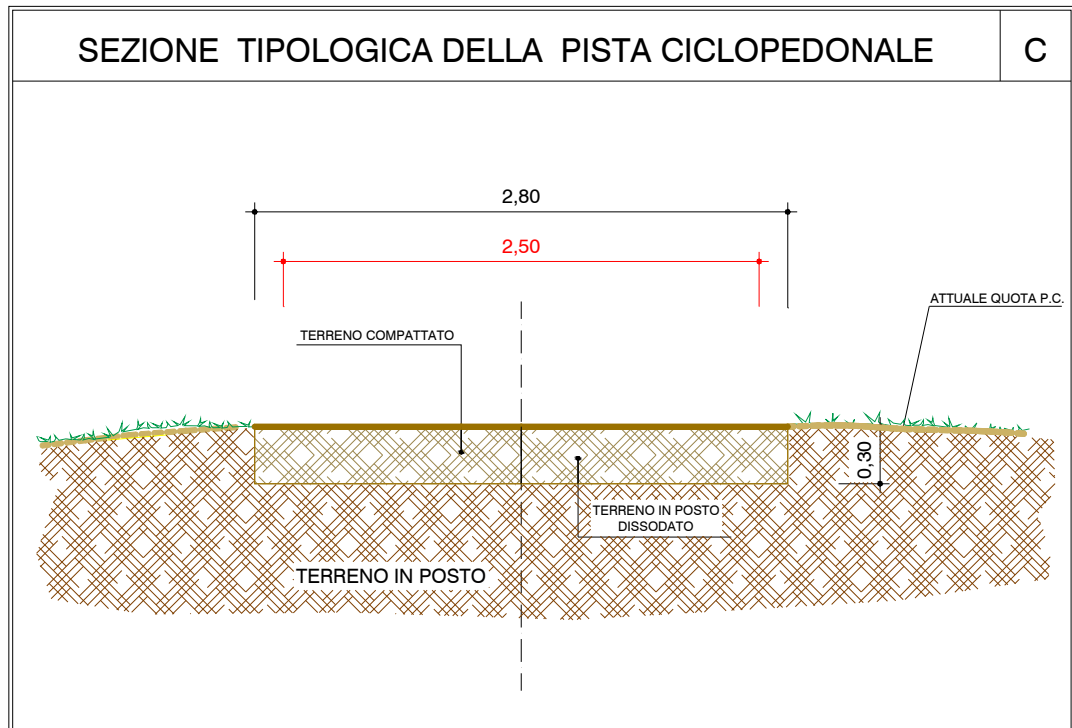


FIGURA n° 03 – SOVRASTRUTTURA TIPOLOGIA “ C ”

01. - In pratica dopo aver asportato mediante scotico la parte più superficiale dell'area interessata da attività vegetativa, per uno spessore supposto di circa 15 cm, si deposita questo terreno al lato del percorso e poi sistemato secondo le pendenze locali.
02. - Di seguito si approfondisce il cassonetto scavando il terreno per altri 30 cm di spessore depositandolo a lato e ripulendolo dagli apparati radicali; prelevando il terreno bonificato si riempie nuovamente lo scavo praticato del cassonetto per uno spessore di cm 30 eventualmente utilizzando anche terreno in esubero proveniente da altri tratti del percorso.
03. – Successivamente in maniera spontanea ricrescerà l'erba creando una cotica superficiale protettiva.

La larghezza definitiva della pista è di m 2.50 ma l'intervento si esplica su di una larghezza di almeno m 2.80.

### 03.04 – TIPOLOGIA “ D ”

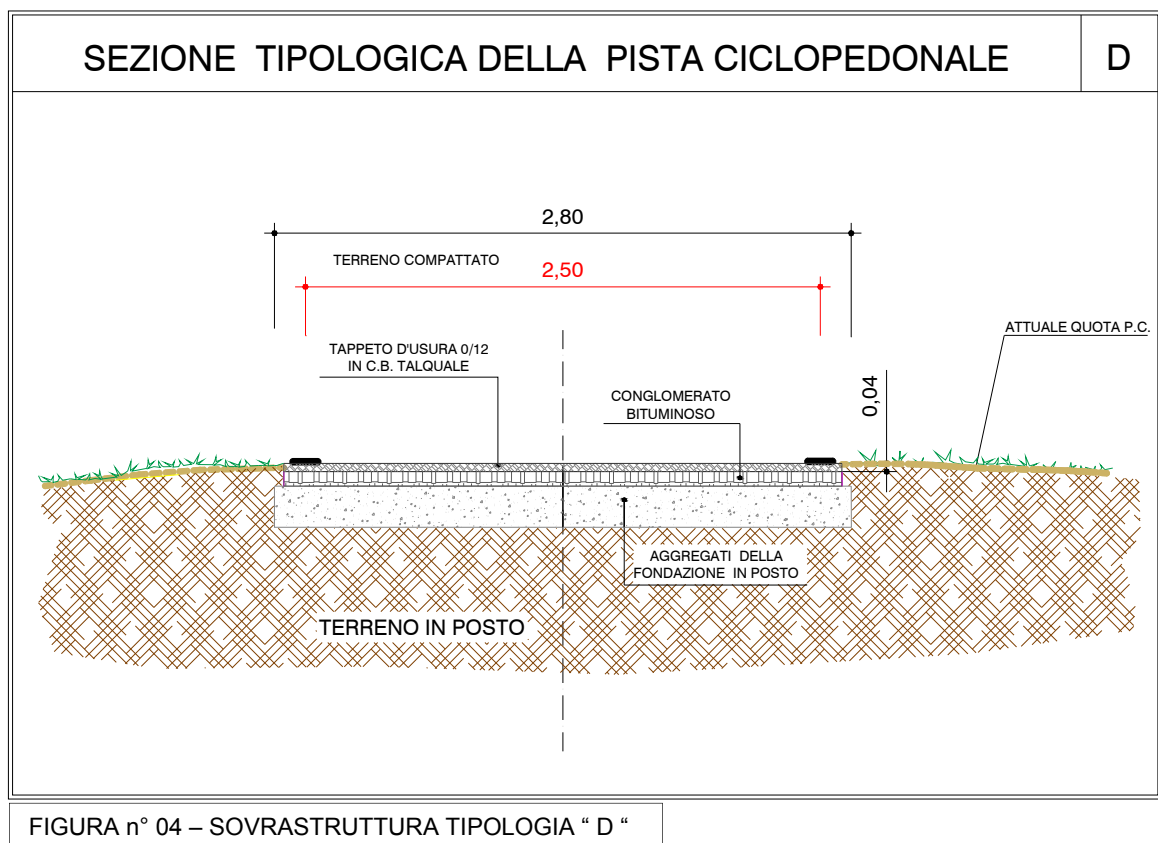
Questa quarta tipologia è quella prevista nei tratti ove già esiste una pavimentazione con superficialmente un tappeto d'usura in c.b..

Laddove si presenta sgranato oppure con evidenti segni di lesioni di fessurazioni oppure in zone con irregolarità superficiali si interviene rifacendo la porzione di tappeto.

Il nuovo tappeto d'usura viene realizzato con una miscela di aggregati calcarei ed un bitume talquale.

Le operazioni in cantiere prevedono le operazioni nel seguito elencate e nella fig. n° 04 si riporta la raffigurazione schematica.

01. – Scarifica della parte superficiale della pavimentazione in c.b. per uno spessore di circa 4 cm.
02. - Pulizia della superficie, applicazione di emulsione bituminosa come mano d'attacco e posa di conglomerato bituminoso di usura 0/12 talquale per uno spessore di cm 4.



La larghezza definitiva della pista sarà comunque di almeno m 2.50 per garantire il rispetto di quanto previsto per una circolazione su due corsie.

Nel tratto di via della Stazione la nuova pista in parte recupera una porzione del marciapiede esistente della larghezza di m 1.50 ma per arrivare ai previsti m 2.50 si deve eseguire un allargamento.

La nuova fondazione verrà costruita eseguendo quanto previsto alla tipologia “ B “ di pag. 11.

#### **04 – RILEVATI DELLE RAMPE DI ACCESSO ALLA PASSERELLA SUL SAVENA**

In località prossima a Pian di Macina il percorso ciclopedonale passa dalla sinistra idraulica del torrente Savena a quella di destra mediante una passerella in carpenteria metallica della luce di circa m 60 senza avere alcuna pila in alveo.

Per accedere all'impalcato nella zona delle spalle è indispensabile realizzare un rilevato che in sponda sinistra raggiunge un'altezza di circa m 2.50, rispetto l'attuale quota di campagna, ed in sponda destra è poco di meno.

La scelta di costruzione del rilevato è stata condizionata dagli spazi disponibili e pertanto differenziata tra le due parti.

Sul lato destro, verso est, non vi sono particolari esigenze di spazio e quindi si ricorre alla realizzazione di un rilevato con configurazione tradizionale con scarpate di pendenza 2/3, circa 34°, ricoperte con terreno vegetale ed inerbite.

Per il corpo stradale si utilizzano aggregati di recupero C&DW appartenenti alla condizione “ *corpo del rilevato* “ con caratteristiche prestazionali attinenti ai parametri riportati nella successiva tabella n° 03.



Miscele non legate di aggregati riciclati		Requisiti					
		Colmate/interri		Corpo del rilevato		Sottolondo	
Caratteristica	Norma di prova	Requisito	Frequenza minima di prova in fase di stesa	Requisito	Frequenza minima di prova in fase di stesa	Requisito	Frequenza minima di prova in fase di stesa
Designazione della miscela	UNI EN 13285	0/53	20 000 m³	0/53	5 000 m³	0/31,5	2 000 m³
Sopravaglio della miscela	UNI EN 933-1	OC <sub>75</sub>	20 000 m³	OC <sub>85</sub>	5 000 m³	OC <sub>75</sub>	2 000 m³
Contenuto massimo dei fini	UNI EN 933-1	-		UF <sub>35</sub>	5 000 m³	UF <sub>35</sub>	2 000 m³
Granulometria della miscela	UNI EN 933-1	G <sub>1</sub>	20 000 m³	G <sub>1</sub>	5 000 m³	G <sub>1</sub>	2 000 m³
Appiattimento dell'aggregato grosso	UNI EN 933-3	-		FI <sub>50</sub>	50 000 m³	FI <sub>35</sub>	2 000 m³
Qualità dei fini		-		MB <sub>5</sub>	5 000 m³	MB <sub>5</sub>	2 000 m³
Qualità dei fini (alternativo)		-		SE <sub>20</sub>	5 000 m³	SE <sub>30</sub>	2 000 m³
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	-		LA <sub>50</sub>	50 000 m³	LA <sub>35</sub>	20 000 m³
Solfato solubile in acqua	UNI EN 1744-1	-		SS <sub>0,2</sub>	5 000 m³	SS <sub>0,2</sub>	2 000 m³
Contenuto di frammenti di conglomerati cementizi, manufatti in calcestruzzo, malte, elementi lapidei naturali anche derivanti da murature, stridi di cava o pietrisco tolto d'opera, materiali legati idraulicamente, vetro.	UNI EN 933-11	Acug <sub>50</sub>	20 000 m³	Acug <sub>50</sub>	5 000 m³	Acug <sub>70</sub>	2 000 m³
Contenuto di vetro	UNI EN 933-11	-		Ag <sub>5</sub>	5 000 m³	Ag <sub>5</sub>	2 000 m³
Contenuto di materiali bituminosi	UNI EN 933-11	-		Ab <sub>30</sub>	5 000 m³	Ab <sub>10</sub>	2 000 m³
Contenuto di materiale galleggiante: carta, legno, fibre tessili, cellulosa, residui alimentari, polistirolo, sostanze organiche eccetto bitume, .....	UNI EN 933-11	FL <sub>10</sub>	20 000 m³	FL <sub>10</sub>	5 000 m³	FL <sub>5</sub>	2 000 m³
Contenuto di terreno vegetale, metalli, legno non galleggiante, plastica, gomma, gesso, cartongesso, e altri materiali non galleggianti non filoidi	UNI EN 933-11	X <sub>1</sub>	20 000 m³	X <sub>1</sub>	5 000 m³	X <sub>1</sub>	2 000 m³
Massa volumica max. con energia Proctor modificata	UNI EN 13286-2	-		√	5 000 m³	√	2 000 m³
Portanza CBR dopo 4 d di imbibizione su provini costipati con umidità ±2% dell'ottimo al 94% della massa volumica massima all'energia Proctor modificata	UNI EN 13286-47	-		-		≥10	50 000 m³
Rigonfiamento CBR	UNI EN 13286-47	-		-		≤1%	50 000 m³

Il simbolo √ indica che la caratteristica deve essere determinata, ma non deve rispondere a un requisito.

Il simbolo - indica che la determinazione della caratteristica può essere omessa.

TABELLA n° 03 – AGGREGATO C&DW per “ corpo del rilevato “

Sul lato occidentale, sinistra idraulica del Savena, la situazione è più problematica per la limitazione degli spazi disponibili a causa dell'interferenza con la limitrofa strada provinciale.

Per non limitare la sezione di alveo al deflusso delle acque, è stato deciso di posizionare la spalla della passerella al di fuori dall'alveo attivo: la distanza tra la pista ed il margine dell'asfalto della strada provinciale risulta essere di circa 200 cm.

Per questo vincolo s'è reso necessario realizzare una rampa del rilevato con base di appoggio la più contenuta possibile.

Si è pertanto ricorso alla tecnologia della “ *terra rinforzata* ” mettendo in opera strati di aggregati litici avvolti in materassini di geotessili e geogriglie.

Operando in questa maniera la scarpata incrementa notevolmente la sua inclinazione rispetto a quella di un rilevato tradizionale, raggiungendo l'ordine di circa 70°.

I materassini, costituenti il corpo del rilevato, vengono riempiti di materiale di riciclo C&DW idoneamente compattato e di caratteristiche pari a quelle del “ *corpo del rilevato* ” i cui parametri sono riportati nella tabella n° 03 di pag. 16.

Per favorire l'inerbimento, con un miglioramento dell'effetto estetico e dell'inserimento nel contesto ambientale, la porzione più esterna dei materassini sono riempiti con terreno vegetale per permettere l'attecchimento e l'accrescimento di essenza erbacea o modesti cespugli.

Come ulteriore miglioria si prevede di far crescere lungo la scarpata essenze rampicanti simili a quelle che si possono vedere nella zona.

( Ing. Ettore VOLTA B.G. )

Bologna, lì 24.marzo.2018