

# HUB PORTUALE ravenna



Autorità di Sistema Portuale  
del Mare Adriatico centro settentrionale



APPROFONDIMENTO CANALI CANDIANO E BAIONA,  
ADEGUAMENTO BANCHINE OPERATIVE ESISTENTI,  
NUOVO TERMINAL IN PENISOLA TRATTAROLI E  
RIUTILIZZO MATERIALE ESTRATTO IN ATTUAZIONE  
AL P.R.P VIGENTE 2007 - I FASE - PORTO DI RAVENNA

## PROGETTO ESECUTIVO

**oggetto** BANCHINE  
BANCHINA N - NUOVO TERMINAL CONTAINER  
RELAZIONE DI CALCOLO DELLA PAVIMENTAZIONE FLESSIBILE - BANCHINA "N"

**file** 1114-E-BAN-STD-RC-01-0.doc      **codice** 1114-E-BAN-STD-RC-01-0      **scala** -

Revisione	data	causale	redatto	verificato	approvato
0	15/09/2021	Emissione per approvazione	G. Nordio	L. Masiero	T. Tassi

responsabile delle Integrazioni Specialistiche: **Ing. Lucia de Angelis**

responsabile del Procedimento: **Ing. Matteo Graziani**

committente \_\_\_\_\_      contraente generale \_\_\_\_\_



Autorità di Sistema Portuale del Mare Adriatico Centro Settentrionale  
Via Antico Squero, 31  
48122 Ravenna



Consorzio Stabile Grandi Lavori Srl  
Piazza del Popolo 18  
00187 Roma



DEME - Dredging International NV  
Haven 1025 - Scheldedijk 30  
2070 Zwijndrecht - Belgium

progettisti \_\_\_\_\_



Technital S.p.A.  
Via Carlo Cattaneo, 20  
37121 Verona

Direttore Tecnico  
Dott. Ing. Filippo Busola



F&M Ingegneria SpA  
Via Belvedere 8/10  
30035 Mirano (VE)

Direttore Tecnico  
Dott. Ing. Tommaso Tassi



SISPI srl  
Via Filangieri 11  
80121 Napoli

Direttore Tecnico  
Dott. Ing. Marco Di Stefano

## PROGETTO ESECUTIVO

### BANCHINE

#### Relazione di calcolo della pavimentazione flessibile – Banchina “N”

---

15 Settembre 2021

---

PROGETTISTI

RTP:  **F&M**  
ingegneria

**F&M**  
ingegneria

**SISPI**  
engineering

## SOMMARIO

1	<b>PREMESSA</b> .....	3
2	<b>LA PAVIMENTAZIONE DI PROGETTO</b> .....	5
2.1	<b>STRATIGRAFIA</b> .....	5
3	<b>VERIFICA DELLA PAVIMENTAZIONE FLESSIBILE (PROGETTO ESECUTIVO)</b> .....	6
3.1	<b>METODO DI CALCOLO</b> .....	6
3.2	<b>DETERMINAZIONE DEL MODULO DI REAZIONE DEL SOTTOFONDO</b> .....	7
3.3	<b>STRATIGRAFIA E CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI MATERIALI</b> .....	10
3.4	<b>CARICHI DI PROGETTO</b> .....	10
3.5	<b>PUNTI DI CONTROLLO DELLA PAVIMENTAZIONE</b> .....	11
3.6	<b>VERIFICA STATO TENSO-DEFORMATIVO</b> .....	11
4	<b>ALLEGATO 1: REPORT CALCOLO BISAR (PAVIMENTAZIONE PROGETTO ESECUTIVO</b>	12

## 1 PREMESSA

La presente relazione si riferisce al dimensionamento della pavimentazione stradale di tipo flessibile prevista nell'intervento di adeguamento previsto per la banchina del Nuovo Terminal Container (Banchine N1 e N2) nell'ambito del progetto esecutivo "Approfondimento Canali Candiano e Baiona, adeguamento banchine operative esistenti, Nuovo Terminal in penisola Trattaroli e riutilizzo del materiale estratto in attuazione al P.R.G. vigente 2007 – I Fase – Porto di Ravenna".



Figura 1 – Individuazione del Nuovo Terminal Container (Banchine N1 e N2)

Nonostante la banchina N1 sia di recente costruzione (realizzata nel 2007-2008) dovrà essere adeguata a mutate esigenze d'uso che prevedono:

- L'utilizzo di n.1 gru a portale con scartamento di circa 19 m in luogo della iniziale previsione di una gru con scartamento di 30,48 m;
- Una quota del piano di banchina a +3,50 m su l.m.m. invece della precedente previsione di 2,50 m su l.m.m.
- Un fondale operativo a -14,50 m su l.m.m. (-15,00 m su l.m.m. di calcolo) in accordo alle previsioni del Piano Regolatore Portuale.

Con queste premesse il progetto di intervento sul banchinamento, agendo su una struttura completamente realizzata e introducendo significative variazioni delle sollecitazioni, va inquadrato nell'ambito degli interventi di adeguamento di strutture esistenti, ai sensi delle previsioni del capitolo 8 "Costruzioni esistenti" delle Norme vigenti (DM 17 gennaio 2018), che ne stabilisce i criteri generali per la valutazione della sicurezza e per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo degli interventi su tali costruzioni.

Secondo quanto previsto risulta necessario individuare il livello di conoscenza delle opere realizzate ed eseguire una valutazione completa della sicurezza nei riguardi delle azioni di progetto stabilite per le nuove costruzioni, con deroga nei riguardi delle sole prescrizioni sui dettagli costruttivi purché siano garantite le prestazioni in termini di resistenza, duttilità e deformabilità prescritte per i vari stati limite.

La soluzione scelta per realizzare la **sezione corrente del Nuovo Terminal** consiste quindi in una struttura composita e specializzata costituita da un robusto palancolato metallico lato mare per sostenere la spinta delle terre, con riperforazione dei pali in acciaio diametro diametro 1.8 m tale da consentire la realizzazione di pali in c.a. armati a tutta lunghezza con funzione di rinforzo della parete combinata e di fondazione profonda nei confronti delle azioni verticali derivanti dalla gru STS di futura installazione.

Inoltre, considerato che nell'area del nuovo terminal erano presenti in passato casse di colmata e che l'area non è mai stata utilizzata, si prevede la realizzazione di una precarica prima dell'inizio della costruzione delle

nuove opere per consolidare ed uniformare la risposta dei terreni presenti. Tale precarica sarà eseguita per settori (7) utilizzando il medesimo materiale arido che sarà impiegato per l'elevazione del piano d'imposta fino all'intradosso del pacchetto di pavimentazione. Al di sotto delle precariche sarà preventivamente eseguito un trattamento migliorativo con colonne in ghiaia diametro 600 mm avente anche funzione di accelerazione dei tempi di consolidamento delle singole precariche, da monitorare mediante apposita strumentazione composta da assestimetri a piastra (posizionate alla base del rilevato) e mire topografiche (da posizionare in testa al rilevato).

In sintesi la sezione corrente del banchinamento in progetto ha le seguenti caratteristiche:

- Palancolato combinato in acciaio tipo Tubo1800/ AZ18 (interasse tubi 3.15 m) esteso fino a -25.00 m s.l.m.m, con trivellazione successiva all'interno del tubolare formando un palo in calcestruzzo armato fino a quota -34.50 m s.l.m.m;
- Nuova trave di coronamento con inserimento della rotaia e canaletta per ricovero cavi elettrici per alimentazione della gru;
- Trave portarotaia lato terra sorretta da pali  $\varnothing$  1000 mm,  $i=3.15$ m, esteso fino a -34.50 m s.l.m.m;
- Consolidamento del terreno mediante colonne in ghiaia  $\varnothing$  600mm;
- rilevato in materiale arido compattato in grado di ospitare il pacchetto della pavimentazione di banchina;
- barra orizzontale di collegamento con barra tipo GEWI ad interasse 1,575 m;
- Trave martello costituita da palificata in c.a.  $\varnothing$ 1000, ad interasse 1,575 m, profondità -17.00 m s.l.m.m.

## 2 LA PAVIMENTAZIONE DI PROGETTO

### 2.1 STRATIGRAFIA

La pavimentazione sul nuovo tratto di banchina sarà realizzata al di sopra di un rilevato in materiale arido a sua volta poggiante su terreno consolidato mediante colonne in ghiaia Ø 600mm.

Per effetto dei carichi agenti, si è previsto un pacchetto costituito come segue:

- strato di usura in conglomerato bituminoso dello spessore di 4 cm;
- strato di conglomerato bituminoso aperto (binder) dello spessore di 8 cm;
- strato di base in conglomerato bituminoso dello spessore di 15 cm;
- strato di fondazione in misto granulare stabilizzato dello spessore di 40 cm.

La pavimentazione poggia su un rilevato in materiale arido compattato, di spessore variabile per realizzare le pendenze necessarie all'allontanamento delle acque meteoriche; lo spessore minimo è comunque pari a 1,33 metri, che sarà considerato cautelativamente per il dimensionamento della pavimentazione flessibile.

Per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati grafici di riferimento:

- ✓ 1114-E-BAN-STR-ST-02-0
- ✓ 1114-E-BAN-STR-ST-05-0

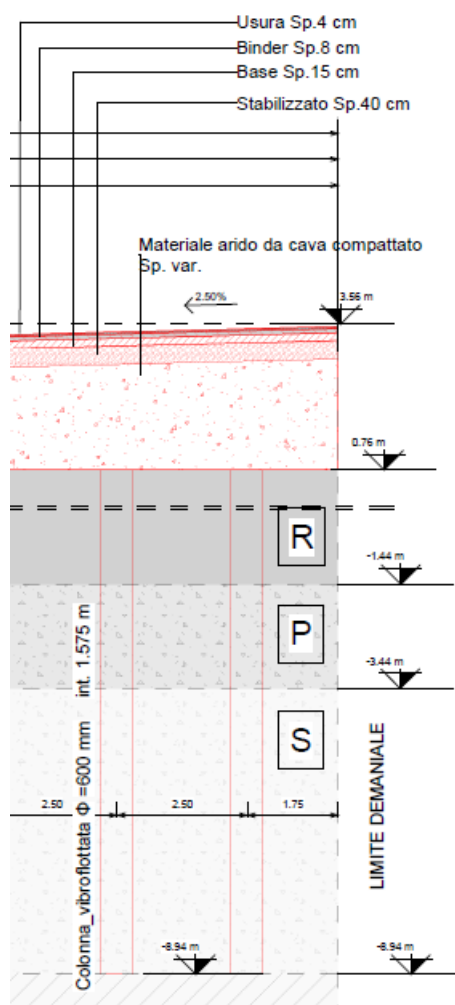


Figura 2: stratigrafia pavimentazione

## 3 VERIFICA DELLA PAVIMENTAZIONE FLESSIBILE (PROGETTO ESECUTIVO)

### 3.1 METODO DI CALCOLO

Lo scopo della presente relazione è quello di valutare le prestazioni meccaniche e la vita utile della pavimentazione flessibile di progetto.

I risultati sono espressi sia in termini di stato tenso-deformativo alla sommità e alla base di ciascun strato.

Per il calcolo e la verifica della pavimentazione è stato utilizzato un codice di calcolo di tipo razionale (BISAR3 della Shell Bitumen).

I metodi di calcolo razionale come BISAR basano il dimensionamento e i criteri di verifica su modelli matematici che schematizzano opportunamente il comportamento della pavimentazione e la risposta alle sollecitazioni. I metodi razionali studiano quindi il comportamento tenso-deformativo della sovrastruttura conoscendo le caratteristiche meccaniche dei materiali di ciascun strato.

Si assume generalmente che una pavimentazione possa essere assimilata a una serie di più strati sovrapposti, ciascuno costituito da diverse tipologie di materiali (slegati oppure legati a bitume o a cemento) che poggiano sul terreno di sottofondo, e sottoposta a carichi circolari in superficie (figura 3).

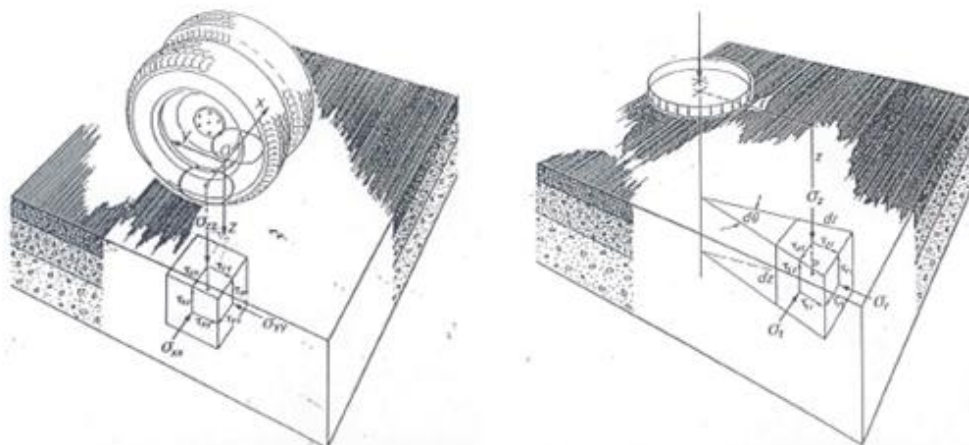


Figura 3: Sistema multistrato sottoposto a carichi circolari in superficie.

In accordo coi più comuni metodi razionali e con la teoria di Burmister, le sovrastrutture sono schematizzate come una serie di strati sovrapposti, orizzontalmente illimitati, ma con spessore costante e realizzati con materiali aventi proprietà di omogeneità, isotropia ed elasticità lineare. Il sottofondo su cui le sovrastrutture poggiano è illimitato anche inferiormente. Si ammette che il collegamento tra gli strati del pacchetto sia totale. Ogni materiale è caratterizzato da un Modulo Elastico “E” e da un coefficiente di Poisson “v”.

Il software BISAR3 della Shell Bitumen permette di calcolare tensioni, deformazioni e spostamenti di un punto qualsiasi del multistrato elastico.

Le tensioni e le deformazioni ottenute dal modello dipendono dal modulo elastico dei differenti strati, mentre il carico s’ipotizza che sia distribuito uniformemente su una area circolare.

Nei calcoli numerici si considerano generalmente i seguenti parametri:

- Il raggio dell’area di carico;
- Lo spessore degli strati;
- Il Modulo di Elasticità  $E_i$  di ciascun strato;
- Il coefficiente di Poisson  $\nu_i$  di ciascun strato.

Una volta attribuiti gli spessori e i parametri elastici si possono identificare i punti notevoli all'interno del pacchetto per i quali richiedere gli sforzi, le tensioni e le deformazioni lungo le 3 direzioni x,y,z.

I dati di input da introdurre nel modello per il calcolo di tensioni e deformazioni nella sovrastruttura sono i seguenti:

- Caratteristiche meccaniche e geometriche della pavimentazione (moduli, coefficienti e spessori);
- Carichi di progetto: forza (kN), pressione (kPa), posizione (x, y, z);
- Punti di calcolo: occorre indicare in quali punti si calcolano gli stati tenso-deformativi.

### 3.2 DETERMINAZIONE DEL MODULO DI REAZIONE DEL SOTTOFONDO

Il dimensionamento della pavimentazione presuppone la conoscenza dei parametri elastici dei materiali che compongono i vari strati della pavimentazione; la teoria di Burmister permette di determinare le tensioni e le deformazioni all'interno di un qualsiasi punto di un sistema multistrato elastico soggetto ad un carico circolare in superficie il sistema di equazioni per la risoluzione del multistrato elastico ammette una soluzione chiusa solo per sistemi costituiti da due strati.

Nel caso in esame, dal momento che il rilevato, poggiante su terreno di sottofondo consolidato, ha uno spessore finito è utile ricondurre i due strati non legati (misto granulare e rilevato in Tout-Venant) ad un unico strato, dalle caratteristiche meccaniche equivalenti, che si appoggia ad uno strato di terreno dello spessore indefinito e su cui si poggiano i sovrastanti strati in conglomerato bituminoso.

Per i sistemi costituiti da più strati è necessario ricorrere ad ulteriori formulazioni; una delle teorie più diffuse per il calcolo delle tensioni e delle deformazioni di un sistema costituito da un numero finito di strati è il metodo di Odemark.

Odemark ha sviluppato un metodo per calcolare le tensioni e le deformazioni in un sistema multistrato elastico trasformando la struttura in un sistema equivalente costituito da un unico strato caratterizzato da uno spessore e da un modulo elastico equivalente.

Il metodo di Odemark è basato sull'assunzione che le tensioni e le deformazioni al di sotto di uno strato siano proporzionali alla rigidezza di quello strato. Se lo spessore, il modulo ed il rapporto di Poisson di quello strato si modificano, ma la rigidezza rimane la medesima, le tensioni e le deformazioni al di sotto di quello strato non vengono modificate. Pertanto la rigidezza di uno strato è proporzionale a:

$$\frac{h^3 \cdot E}{1 - \nu^2}$$

dove:

h = spessore dello strato;

E = modulo elastico dello strato

$\nu$  = modulo di Poisson

Per il sistema bi-strato mostrato nella figura seguente si può notare come entrambi gli strati hanno la stessa rigidezza se viene rispettata la relazione:

$$\frac{h_1^3 \cdot E_1}{1 - \nu_1} = \frac{h_2^3 \cdot E_2}{1 - \nu_2}$$



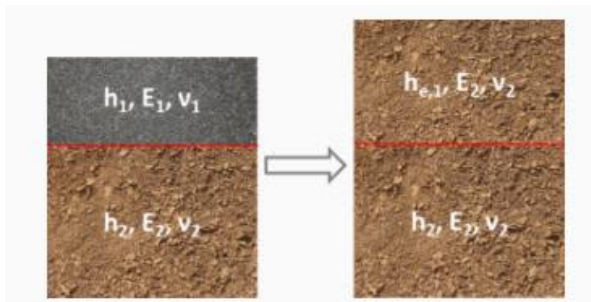


Figura 4: Sistema costituito da due strati per la determinazione dello strato equivalente

Nel caso in cui i due materiali hanno lo stesso coefficiente di Poisson l'equazione può essere riscritta come:

$$h_2 = \sqrt[3]{\frac{h_1^3 \cdot E_1}{E_2}} = h_1 \cdot \sqrt[3]{\frac{E_1}{E_2}}$$

Quindi, per un sistema costituito da due strati di spessore finito con ugual coefficiente di Poisson, lo strato 1 caratterizzato dal modulo elastico  $E_1$  può essere rappresentato da uno strato di spessore equivalente ( $h_e$ ) caratterizzato dal modulo  $E_2$ :

$$h_2 = h_1 \cdot \sqrt[3]{\frac{E_1}{E_2}}$$

Se uno strato di spessore finito ( $h_1$ ;  $E_1$ ) viene posto al di sopra di un altro strato di spessore finito ( $h_2$ ;  $E_2$ ) può essere definito uno strato equivalente caratterizzato da uno spessore e da un modulo elastico equivalente ai due strati originari ( $h_e$ ;  $E_e$ ) sulla base del Metodo dello Spessore Equivalente di Odemark, secondo lo schema riportato in figura 5.

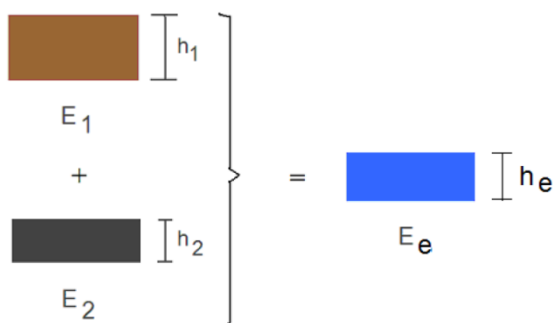


Figura 5: Trasformazione strato equivalente - Metodo di Odemark

Tuttavia, dal momento che le tensioni e le deformazioni calcolate utilizzando il metodo di Odemark sono leggermente diverse da quelle ottenute dalla teoria elastica, viene applicato un coefficiente correttivo  $f$  che può variare tra 0,8 e 1,0 in funzione del numero degli strati; per un sistema costituito da due strati generalmente si impiega ( $f=0,9$ ).

$$h_e = f \times h_1 \cdot \sqrt[3]{\frac{E_1}{E_e}} + f \times h_2 \cdot \sqrt[3]{\frac{E_2}{E_e}}$$

$$h_e = f \times E_e^{-1/3} \times \left( h_1 E_1^{1/3} + h_2 E_2^{1/3} \right)$$

Quindi

$$E_e = f \times \left[ \frac{(h_1 E_1^{1/3} + h_2 E_2^{1/3})}{h_1 + h_2} \right]$$

Gli strati bituminosi della pavimentazione flessibile proposta poggiano su uno strato di fondazione in misto granulare stabilizzato dello spessore di 40 cm e su uno strato realizzato con materiale arido da rilevato dello spessore minimo di 133 cm; la sovrastruttura a sua volta poggia sul terreno naturale consolidato dalle colonne in ghiaia.

Come capacità portante del sottofondo si considera il valore del Modulo di deformazione  $M_d$  ricavato con analisi delle aree equivalenti pari a 15,65 N/mm<sup>2</sup> (cfr Relazione di calcolo delle strutture BAN-STR-RC-21).

Il Modulo di deformazione è correlabile al Modulo Elastico  $E_{din}$  tramite la seguente espressione:

$$E_{din} = A \cdot M_d$$

dove:

$E_{din}$ : Modulo Elastico;

$M_d$ : Modulo di deformazione;

A: assume valori compresi tra 1,9 e 2,1.

Si ottiene quindi un valore di **Modulo elastico pari a 30 MPa**.

Si è scelto di schematizzare gli strati di fondazione considerando uno strato equivalente rappresentativo dello strato di misto granulare e del tout-venant direttamente poggiante sul terreno naturale consolidato dalle colonne in ghiaia, secondo le formule precedentemente esplicate.

Nella tabella seguente si riportano le caratteristiche meccaniche di ciascun strato, utilizzate per il calcolo dello strato equivalente.

	Spessore [cm]	Modulo Elastico [MPa]	
<b>Misto granulare stabilizzato</b>	40	200	<b>STRATO EQUIVALENTE</b>
<b>Tout-Venant</b>	133	60	
<b>Terreno consolidato</b>	indefinito	30	

Si ottiene quindi uno strato equivalente di spessore  $h_e = 156$  cm con modulo elastico  $E_e = 83$  MPa.

I parametri del sottofondo utilizzati per il calcolo della pavimentazione flessibile sono riportati nella seguente tabella:

Tabella 1: Stratigrafia e caratteristiche meccaniche della fondazione e del sottofondo.

	Spessore [cm]	Modulo Elastico [MPa]		Spessore equivalente $h_e$ [cm]	Modulo Elastico $E_e$ [MPa]
<b>Misto granulare stabilizzato</b>	40	200	<b>STRATO EQUIVALENTE</b>	156	83
<b>Tout-Venant</b>	133	60			
<b>Terreno consolidato</b>	indefinito	30	<b>Terreno naturale in sito</b>	indefinito	30

### 3.3 STRATIGRAFIA E CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI MATERIALI

Le caratteristiche meccaniche dei materiali (Modulo Elastico e coefficiente di Poisson) e gli spessori da inserire come dati di input per il calcolo della pavimentazione con BISAR sono riportate nella seguente tabella:

<b>Pacchetto pavimentazione flessibile in conglomerato bituminoso (Progetto Esecutivo)</b>			
	s [cm]	E [Mpa]	v
<b>Tappeto di usura in c.b.</b>	4	2500	0,35
<b>Binder in c.b.</b>	8	3500	0,35
<b>BASE in c.b.</b>	15	4000	0,35
<b>STRATO EQUIVALENTE (MGS+TV)</b>	156	83	0,40
<b>Terreno consolidato</b>	-	30	0,25

Tabella 2: Caratteristiche pavimentazione.

### 3.4 CARICHI DI PROGETTO

Per le verifiche si considera che il carico sia trasmesso da una coppia di ruote gemellate a distanza di 31.5 cm l'una dall'altra; viene considerato il valore di carico per l'asse standard di 120 kN che corrisponde ad un carico sulla singola coppia di ruote gemellate pari a 60 kN.

Ogni ruota trasferisce alla pavimentazione un carico di 30 kN secondo una impronta di carico circolare, su cui grava una pressione uniforme pari alla pressione di gonfiaggio dei pneumatici assunta pari a 750 kPa.

Il raggio dell'area circolare di impronta è stato calcolato con la formula di Down, secondo lo schema riportato in figura 4:

$$P = s^2 \cdot p \cdot \pi$$

- P: carico su ruota;
- s: raggio dell'area di impronta;
- p: pressione di gonfiaggio dei pneumatici.

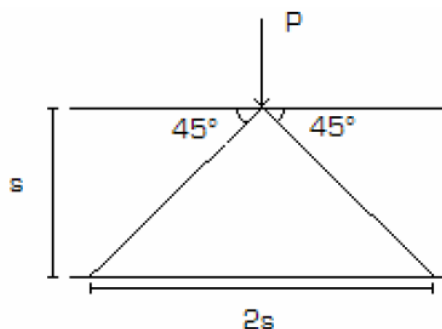


Figura 6: Schema per il calcolo del raggio di impronta secondo la formula di Down.

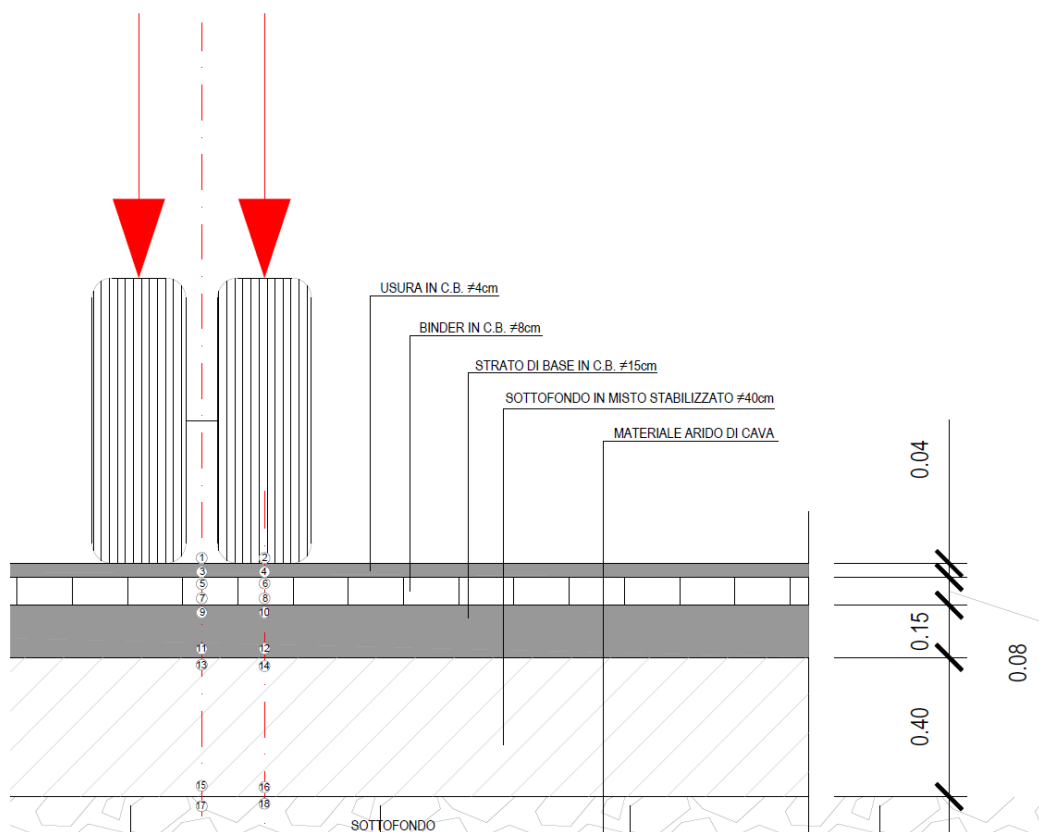
Per cui si ottiene un valore del raggio pari a circa 11,3 cm.

### 3.5 PUNTI DI CONTROLLO DELLA PAVIMENTAZIONE

Le verifiche sono state condotte nei punti di controllo riportati nell' immagine seguente.

Si assume comunemente che le deformazioni indotte dal passaggio dei veicoli siano maggiori (e quindi più critiche) alla base degli strati stessi. Il ripetersi nel tempo di questa deformazione produce l'innescò di fessurazioni (in questo caso di tipo "bottom-up").

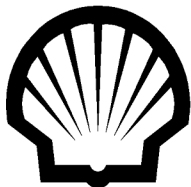
Per questo motivo i punti di controllo sono stati posizionati alla base degli strati in conglomerato bituminoso e all'interfaccia tra gli strati.



### 3.6 VERIFICA STATO TENSO-DEFORMATIVO

Dal calcolo del pacchetto del PD con software BISAR (*Allegato 1*), lo stato tensionale di trazione alla base del pacchetto bituminoso, da cui dipende l'innescò delle fessurazioni, risulta pari a 0,7996 MPa, valore nettamente inferiore alle tensioni di trazione critiche per i conglomerati bituminosi (0,96 MPa), per cui la pavimentazione risulta essere **verificata**.

## 4 ALLEGATO 1: REPORT CALCOLO BISAR (PAVIMENTAZIONE PROGETTO ESECUTIVO)



# BISAR 3.0 - Block Report

## HUB\_Ravenna\_Calcolo pavimentazione\_PE

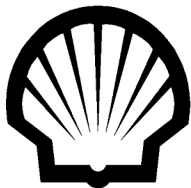
### System 1: HUB\_Ravenna\_Calcolo pavimentazione\_PE

#### Structure

#### Loads

Layer Number	Thickness (m)	Modulus of Elasticity (MPa)	Poisson's Ratio	Load Number	Vertical		Horizontal (Shear)		Radius (m)	X-Coord (m)	Y-Coord (m)	Shear Angle (Degrees)
					Load (kN)	Stress (MPa)	Load (kN)	Stress (MPa)				
1	0.040	2.500E+03	0.35	1	3.000E+01	7.500E-01	0.000E+00	0.000E+00	1.128E-01	0.000E+00	-1.575E-01	0.000E+00
2	0.080	3.500E+03	0.35	2	3.000E+01	7.500E-01	0.000E+00	0.000E+00	1.128E-01	0.000E+00	1.575E-01	0.000E+00
3	0.150	4.000E+03	0.35									
4	1.560	8.300E+01	0.40									
5		3.000E+01	0.25									

Position Number	Layer Number	X-Coord (m)	Y-Coord (m)	Depth (m)	Stresses			Strains			Displacements		
					XX (MPa)	YY (MPa)	ZZ (MPa)	XX $\mu$ strain	YY $\mu$ strain	ZZ $\mu$ strain	UX ( $\mu$ m)	UY ( $\mu$ m)	UZ ( $\mu$ m)
1	1	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	-5.210E-01	-3.349E-01	0.000E+00	-1.615E+02	-6.102E+01	1.198E+02	0.000E+00	0.000E+00	5.994E+02
2	1	0.000E+00	1.575E-01	0.000E+00	-9.766E-01	-9.106E-01	-7.500E-01	-1.582E+02	-1.225E+02	-3.579E+01	0.000E+00	-1.701E+01	6.090E+02
3	1	0.000E+00	0.000E+00	3.900E-02	-3.856E-01	-4.726E-01	-5.761E-02	-8.001E+01	-1.270E+02	9.711E+01	0.000E+00	0.000E+00	6.041E+02
4	1	0.000E+00	1.575E-01	3.900E-02	-6.468E-01	-6.110E-01	-7.204E-01	-7.231E+01	-5.298E+01	-1.121E+02	0.000E+00	-1.170E+01	6.059E+02
5	2	0.000E+00	0.000E+00	4.100E-02	-5.160E-01	-6.420E-01	-6.419E-02	-7.682E+01	-1.254E+02	9.746E+01	0.000E+00	0.000E+00	6.042E+02
6	2	0.000E+00	1.575E-01	4.100E-02	-7.300E-01	-6.818E-01	-7.166E-01	-6.872E+01	-5.013E+01	-6.358E+01	0.000E+00	-1.144E+01	6.058E+02
7	2	0.000E+00	0.000E+00	1.190E-01	-1.298E-01	-2.488E-01	-1.715E-01	4.944E+00	-4.095E+01	-1.115E+01	0.000E+00	0.000E+00	6.071E+02
8	2	0.000E+00	1.575E-01	1.190E-01	-1.668E-01	-1.735E-01	-4.242E-01	1.212E+01	9.518E+00	-8.716E+01	0.000E+00	-2.270E+00	5.989E+02
9	3	0.000E+00	0.000E+00	1.210E-01	-1.246E-01	-2.579E-01	-1.707E-01	6.365E+00	-3.864E+01	-9.215E+00	0.000E+00	0.000E+00	6.071E+02
10	3	0.000E+00	1.575E-01	1.210E-01	-1.470E-01	-1.558E-01	-4.155E-01	1.325E+01	1.026E+01	-7.739E+01	0.000E+00	-2.051E+00	5.988E+02



# BISAR 3.0 - Block Report

## HUB\_Ravenna\_Calcolo pavimentazione\_PE

### System 2: HUB\_Ravenna\_Calcolo pavimentazione\_PE

#### Structure

#### Loads

Layer Number	Thickness (m)	Modulus of Elasticity (MPa)	Poisson's Ratio	Load Number	Vertical		Horizontal (Shear)		Radius (m)	X-Coord (m)	Y-Coord (m)	Shear Angle (Degrees)
					Load (kN)	Stress (MPa)	Load (kN)	Stress (MPa)				
1	0.040	2.500E+03	0.35	1	3.000E+01	7.500E-01	0.000E+00	0.000E+00	1.128E-01	0.000E+00	-1.575E-01	0.000E+00
2	0.080	3.500E+03	0.35	2	3.000E+01	7.500E-01	0.000E+00	0.000E+00	1.128E-01	0.000E+00	1.575E-01	0.000E+00
3	0.150	4.000E+03	0.35									
4	1.560	8.300E+01	0.40									
5		3.000E+01	0.25									

Position Number	Layer Number	X-Coord (m)	Y-Coord (m)	Depth (m)	Stresses			Strains			Displacements		
					XX (MPa)	YY (MPa)	ZZ (MPa)	XX $\mu$ strain	YY $\mu$ strain	ZZ $\mu$ strain	UX ( $\mu$ m)	UY ( $\mu$ m)	UZ ( $\mu$ m)
1	3	0.000E+00	0.000E+00	2.690E-01	7.996E-01	6.496E-01	-3.881E-02	1.465E+02	9.582E+01	-1.365E+02	0.000E+00	0.000E+00	5.969E+02
2	3	0.000E+00	1.575E-01	2.690E-01	7.684E-01	6.512E-01	-3.747E-02	1.384E+02	9.883E+01	-1.336E+02	0.000E+00	1.560E+01	5.856E+02
3	4	0.000E+00	0.000E+00	2.710E-01	-7.343E-03	-1.037E-02	-3.865E-02	1.477E+02	9.675E+01	-3.803E+02	0.000E+00	0.000E+00	5.964E+02
4	4	0.000E+00	1.575E-01	2.710E-01	-7.106E-03	-9.467E-03	-3.726E-02	1.396E+02	9.975E+01	-3.690E+02	0.000E+00	1.574E+01	5.851E+02
5	4	0.000E+00	0.000E+00	1.829E+00	4.338E-03	4.299E-03	-3.944E-03	5.056E+01	4.990E+01	-8.915E+01	0.000E+00	0.000E+00	3.360E+02
6	4	0.000E+00	1.575E-01	1.829E+00	4.297E-03	4.221E-03	-3.904E-03	5.024E+01	4.896E+01	-8.809E+01	0.000E+00	7.810E+00	3.353E+02
7	5	0.000E+00	0.000E+00	1.831E+00	7.044E-04	6.886E-04	-3.937E-03	5.055E+01	4.989E+01	-1.428E+02	0.000E+00	0.000E+00	3.357E+02
8	5	0.000E+00	1.575E-01	1.831E+00	6.999E-04	6.694E-04	-3.898E-03	5.023E+01	4.896E+01	-1.413E+02	0.000E+00	7.809E+00	3.351E+02