

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



U.O. INFRASTRUTTURE NORD

PROGETTO DEFINITIVO

DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
RADDOPPIO TRATTA FIUME TORTO – LERCARA DIRAMAZIONE
LOTTO 1 + 2

IDRAULICA DI PIATTAFORMA FERROVIARIA

Relazione idraulica tombini

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA Progr. REV.

RS3Z 00 D 26 RI ID0002 002 B

| Rev. | Descrizione | Redatto | Data | Verificato | Data | Approvato | Data | Autorizzato Data |
|------|------------------------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|---|
| A | EMISSIONE ESECUTIVA | C. INTEGRA | Gennaio 2020 | M. VENTURA | Gennaio 2020 | A. BARRECA | Gennaio 2020 | F. SACCHI Gen 2020 ITALFERR - UC INFRASTRUTTURE NORD Dot. Ing. Francesco Sacchi Ordine degli Ingegneri della Provincia di Siracusa n. 2017/Sir-A |
| B | 1° AGG. A CONSEGNA CSLLPP | C. INTEGRA | Maggio 2020 | M. VENTURA | Maggio 2020 | A. BARRECA | Maggio 2020 | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

File: RS3Z00D26RIID0002002B

n. Elab.:

| | | | | | | | |
|---|--|-------------------|--------------------------|-------------------|--------------------------|-----------|-------------------|
|  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p> | <p>PROGETTO DEFINITIVO DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA-CATANIA-PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO-CATANIA TRATTA FIUME TORTO – LERCARA DIRAMAZIONE – LOTTO 1+2</p> | | | | | | |
| <p>RELAZIONE IDRAULICA TOMBINI</p> | <table border="1"> <tr> <td>COMMESSA RS3Z</td> <td>LOTTO 00</td> <td>FASE-ENTE D 26</td> <td>DOCUMENTO RIID0002002</td> <td>REV. B</td> <td>FOGLIO 1 di 15</td> </tr> </table> | COMMESSA RS3Z | LOTTO 00 | FASE-ENTE D 26 | DOCUMENTO RIID0002002 | REV. B | FOGLIO 1 di 15 |
| COMMESSA RS3Z | LOTTO 00 | FASE-ENTE D 26 | DOCUMENTO RIID0002002 | REV. B | FOGLIO 1 di 15 | | |

INDICE

| | |
|---|----|
| 1. PREMESSA | 2 |
| 2. RIFERIMENTI NORMATIVI..... | 3 |
| 3. SISTEMA DI DRENAGGIO DEL CORPO STRADALE..... | 4 |
| 3.1 REQUISITI PRESTAZIONALI | 4 |
| 3.2 NORME DI ATTUAZIONE – PIANO STRALCIO PER L’ASSETTO IDROGEOLOGICO REGIONE SICILIA..... | 4 |
| 3.3 MANUALE DI PROGETTAZIONE FERROVIARIA 2018..... | 4 |
| 3.4 NORME TECNICHE COSTRUTTIVE 2018 (NTC)..... | 5 |
| 3.5 VERIFICA PRESCRIZIONI NORME | 5 |
| 4. METODO DI VERIFICA IN MOTO PERMANENTE..... | 6 |
| 5. RISULTATI VERIFICHE IDRAULICHE | 13 |

1. PREMESSA

Il presente studio ricadente nell'ambito della progettazione del nuovo collegamento Palermo-Catania, raddoppio tratta Fiume Torto - Lercara Diramazione, appartenente alla Direttrice ferroviaria Messina-Catania-Palermo, ha come oggetto il dimensionamento e la verifica dei tombini atti a risolvere le interferenze con il reticolo idraulico esistente del tratto di tracciato ferroviario.

2. RIFERIMENTI NORMATIVI

- Decreto Legislativo 152/2006 Norme in materia ambientale;
- Testo unico sulle opere idrauliche Regio Decreto 25 luglio 1904 n.523
- Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 DM 17 gennaio 2018;
- Circolare n.7 del 21 gennaio 2019 Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento Norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018;

3. SISTEMA DI DRENAGGIO DEL CORPO STRADALE

3.1 *Requisiti Prestazionali*

La nuova infrastruttura stradale che interferisce con il reticolo idraulico esistente deve soddisfare le prescrizioni previste dalle diverse normative vigenti; in particolare gli strumenti normativi a cui si fa riferimento sono:

- *Norme di Attuazione – Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico Regione Sicilia*
- *Manuale di Progettazione Ferroviaria*
- *Norme Tecniche Costruttive 2018*

3.2 *Norme di Attuazione – Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico Regione Sicilia*

La normativa che regola l’inserimento di opere di risoluzione idraulica per infrastrutture di trasporto è contenuta nelle Norme di Attuazione del Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico ed in particolare al nelle Norme Specifiche, CAPO II, Assetto Idraulico.

Essa regola gli interventi attuabili all’interno delle diverse aree con pericolosità e rischio idraulico associato.

3.3 *Manuale di Progettazione Ferroviaria 2018*

Il Manuale di Progettazione Ferroviaria (MdP) in merito alle opere di attraversamento dei corsi d’acqua prescrive quale tempo di ritorno adottare per la loro verifica idraulica e prevede che:

“Sulla base dei dati idrometrici ovvero dello studio idrologico, ad ogni tipo di manufatto idraulico verranno associati i seguenti tempi di ritorno Tr :

[...]

c) Manufatti di attraversamento (ponti e tombini):

- *linea ferroviaria $Tr = 300$ anni per $S \geq 10 \text{ km}^2$.*
- *linea ferroviaria $Tr = 200$ anni per $S < 10 \text{ km}^2$. (essendo S la superficie del bacino)”*
- *deviazioni stradali $Tr = 200$ anni*

Le opere in questione sono in ambito ferroviario e poiché i corsi d’acqua dei bacini interferiti drenano superfici inferiori ai 10 km^2 si farà riferimento alla piena bicentennale.

| | | | | | | |
|--|--|---------------------|---------------------------|----------------------------------|-------------------|---------------------------|
|  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p> | <p>PROGETTO DEFINITIVO DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA-CATANIA-PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO-CATANIA TRATTA FIUME TORTO – LERCARA DIRAMAZIONE – LOTTO 1+2</p> | | | | | |
| <p>RELAZIONE IDRAULICA TOMBINI</p> | <p>COMMESSA RS3Z</p> | <p>LOTTO 00</p> | <p>FASE-ENTE D 26</p> | <p>DOCUMENTO RIID0002002</p> | <p>REV. B</p> | <p>FOGLIO 5 di 15</p> |

3.4 Norme Tecniche Costruttive 2018 (NTC)

Le Norme Tecniche Costruttive 2018 al punto 5.1.2.3 prescrivono che la nuova struttura di attraversamento deve essere rapportata ad un evento di progetto con $T_r=200$ anni.

In particolare per i tombini si fa riferimento alla Circolare n.7 del 21 gennaio 2019 Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento NTC 2018 DM 17 gennaio 2018 ove si specifica che:

“ - nel caso di funzionamento a superficie libera, il tirante idrico non dovrà superare i 2/3 dell'altezza della sezione garantendo comunque un franco minimo di 0,50 m;

[...] - il calcolo idraulico è da sviluppare prendendo in considerazione le condizioni che si realizzano nel tratto del corso a d'acqua valle del tombino;

[...] - il massimo rigurgito previsto a monte del tombino deve garantire il rispetto del franco idraulico nel tratto del corso a d'acqua a monte;

- nel caso sia da temersi l'ostruzione anche parziale del manufatto da parte dei detriti galleggianti trasportati dalla corrente, è da disporre immediatamente a monte una varice presidiata da una griglia che consenta il passaggio di elementi caratterizzati da dimensioni non superiori alla metà della larghezza del tombino; in alternativa il tombino è da dimensionare assumendo che la sezione efficace ai fini del deflusso delle acque sia ridotta almeno alla metà di quella effettiva [...]

- i tratti del corso d'acqua immediatamente prospicienti l'imbocco e lo sbocco del manufatto devono essere protetti da fenomeni di scalzamento e/o erosione, e opportune soluzioni tecniche sono da adottare per evitare i fenomeni di sifonamento.

3.5 Verifica prescrizioni norme

I tombini di progetto, in ottemperanza alla Circolare n.7 del 21 gennaio 2019 Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento NTC 2018 DM 17 gennaio 2018 al fine di scongiurare eventuali intasamenti o riempimenti da detriti data la natura franosa del territorio, sono stati elaborati con dimensioni minime per i circolari pari a Ø1500 e per gli scatolari pari a 2.00m x 2.00m.

Per prevenire i casi di interrimento della canna, a monte del tombino sul fondo dei fossi di guardia che scaricano nel pozzetto di ingresso dell'opera si prevedono dei pozzetti di raccolta detriti con dimensioni 0.50x0.50x0.50 che verranno periodicamente svuotati.

Inoltre la verifica è stata effettuata facendo riferimento ad un riempimento massimo pari al 50% della sezione utile al deflusso per tenere conto degli eventuali depositi di materiale solido all'interno di essi.

| | | | | | | |
|---|--|---------------------|---------------------------|----------------------------------|-------------------|---------------------------|
|  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p> | <p>PROGETTO DEFINITIVO DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA-CATANIA-PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO-CATANIA TRATTA FIUME TORTO – LERCARA DIRAMAZIONE – LOTTO 1+2</p> | | | | | |
| <p>RELAZIONE IDRAULICA TOMBINI</p> | <p>COMMESSA RS3Z</p> | <p>LOTTO 00</p> | <p>FASE-ENTE D 26</p> | <p>DOCUMENTO RIID0002002</p> | <p>REV. B</p> | <p>FOGLIO 6 di 15</p> |

Per la verifica delle opere si è ipotizzato un deflusso in regime di moto permanente considerando coefficienti di scabrezza di Manning $n=0.014$ (Gauckler-Strickler $K_S=71.43$) per il cls e $n=0.033$ ($K_S=30.3$) per terreno naturale e gabbioni/materassi Reno.

4. METODO DI VERIFICA IN MOTO PERMANENTE

Il progetto prevede la realizzazione di tombini per ripristinare il reticolo idraulico superficiale di versante interrotto dal tracciato stradale; il funzionamento idraulico dei manufatti di attraversamento a sezione chiusa dipende da numerosi fattori quali:

- la pendenza;
- la sezione;
- la forma;
- la scabrezza;
- i livelli liquidi a monte e a valle del collettore.

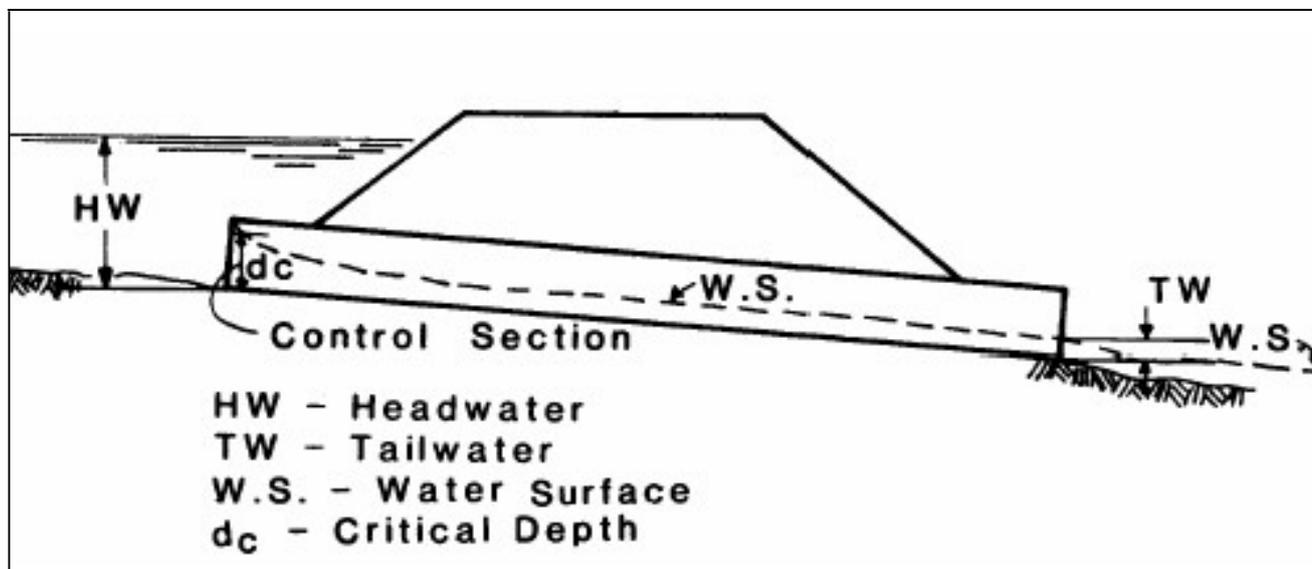
Il comportamento idraulico dei tombini è piuttosto complesso perché può ricadere sia nel campo dell'idraulica a pelo libero che in quello delle condotte in pressione, in funzione della portata transitante.

Le verifiche idrauliche compiute sono finalizzate a determinare che l'altezza d'acqua agli imbocchi siano compatibili con il funzionamento delle opere di attraversamento (inferiori al 50% dell'altezza della canna) senza interessare l'infrastruttura stradale.

La verifica dei tombini è stata condotta mediante il software HY-8 vers.7.60 sviluppato dalla Federal Highway Administration; il software consente di automatizzare la verifica di attraversamenti stradali definita nella pubblicazione FHWA-NHI-01-020 "Hydraulic design of Highway Culverts" (settembre 2001, aggiornata a maggio 2005) della medesima FHWA.

La verifica proposta dalla FHWA intende stabilire il tipo di funzionamento del tombino, che può essere controllato da monte (inlet control) o da valle (outlet control) e ricavare in base ad esso il grado di riempimento della sezione.

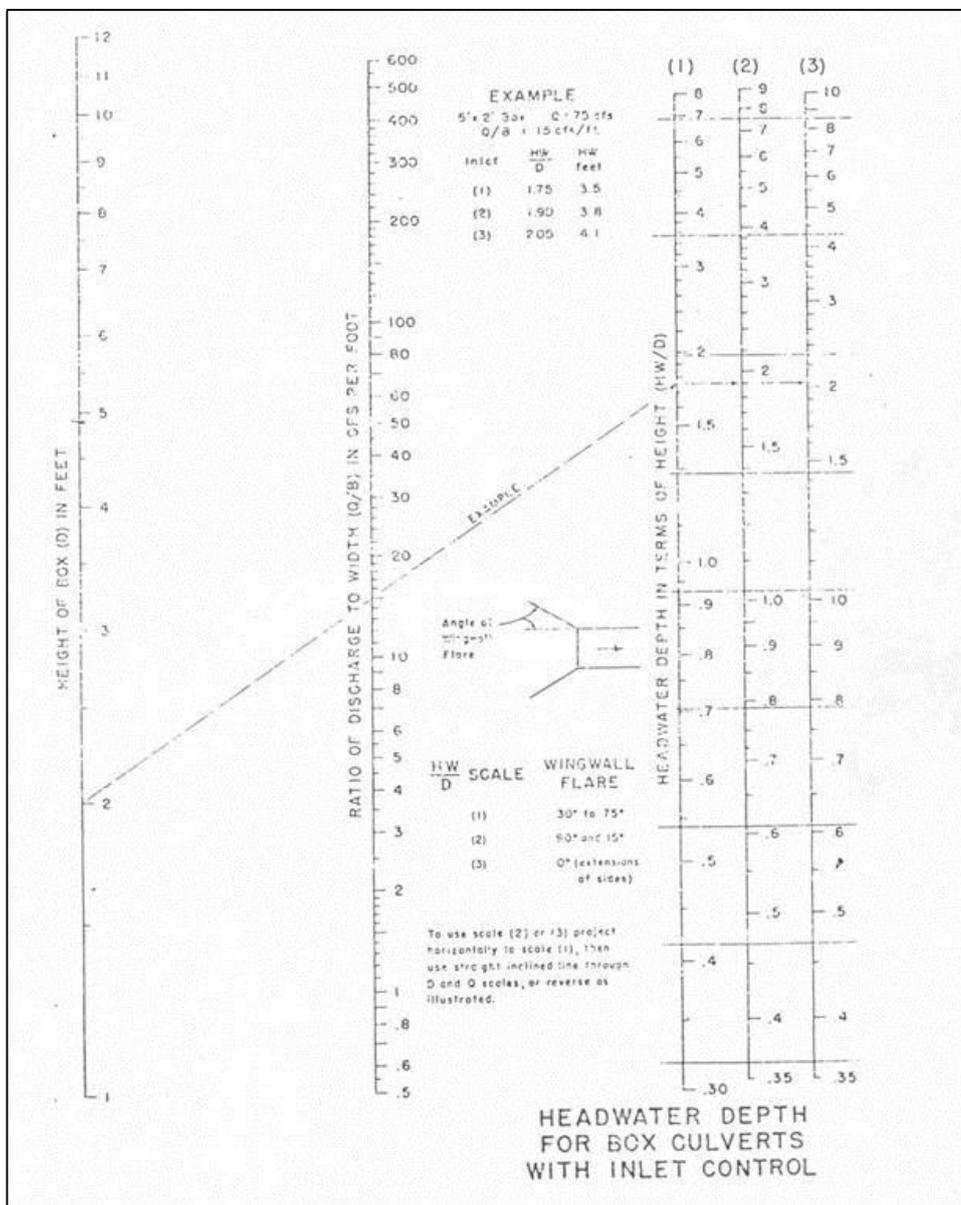
Il "controllo da monte" si realizza quando il tombino può convogliare più portata di quanta transiti attraverso l'ingresso; la sezione di controllo si localizza appena oltre l'ingresso come sezione ad altezza critica e prosegue in regime supercritico (vedi figura seguente).



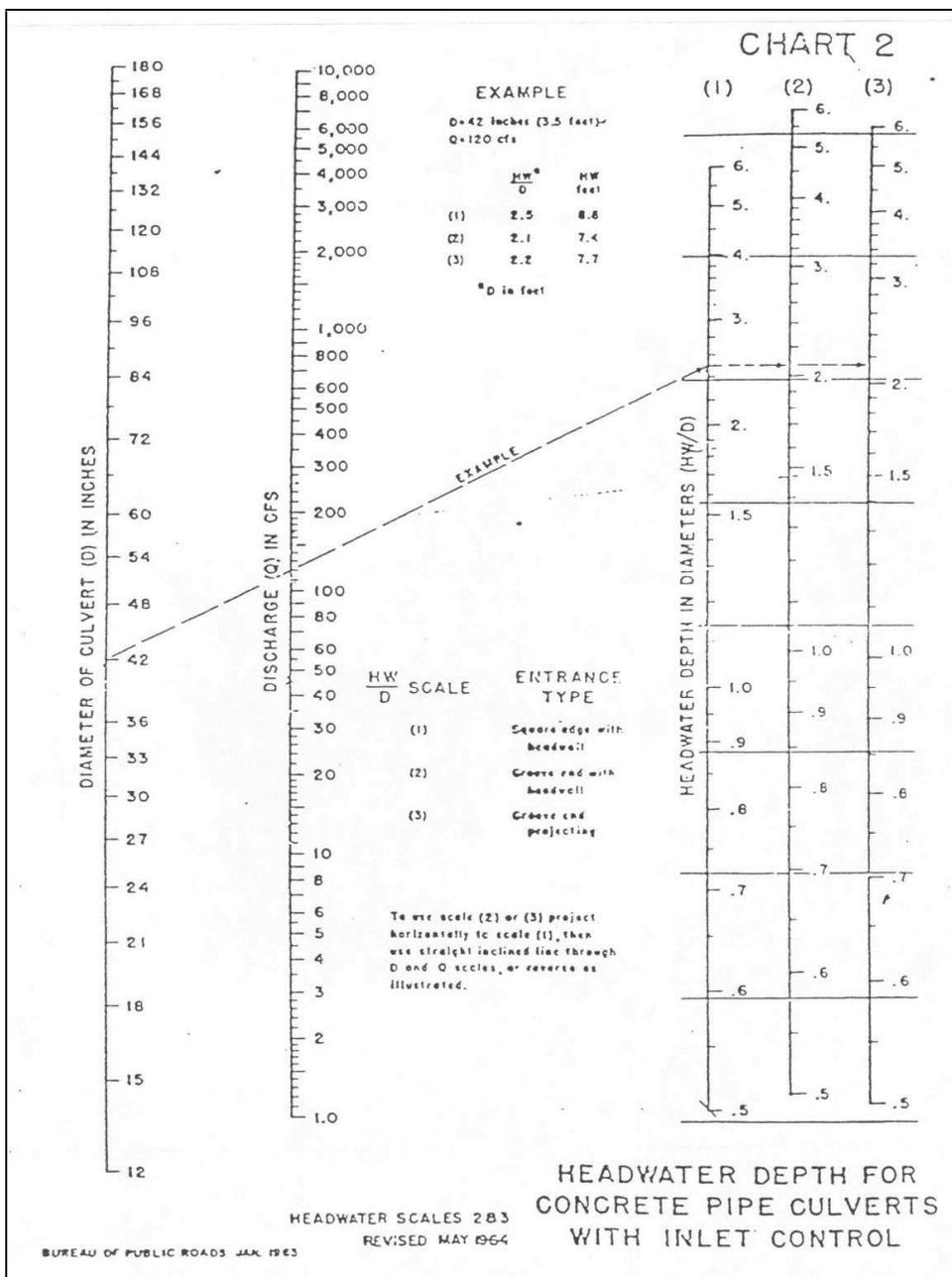
Esempio di moto controllato dalla sezione di ingresso

Il livello idrico a monte è stato valutato sulla base dei diagrammi sperimentali delle figure in seguito riportate (Hydraulic Charts for the selection of highway culverts – Bureau of Public Roads – 1964, USA).

I diagrammi seguenti forniscono tale livello in condizioni di “controllo da monte” rispettivamente per tombini scatolari e circolari, prendendo in considerazione la portata di progetto e la geometria dell’ingresso (forma e area della sezione).

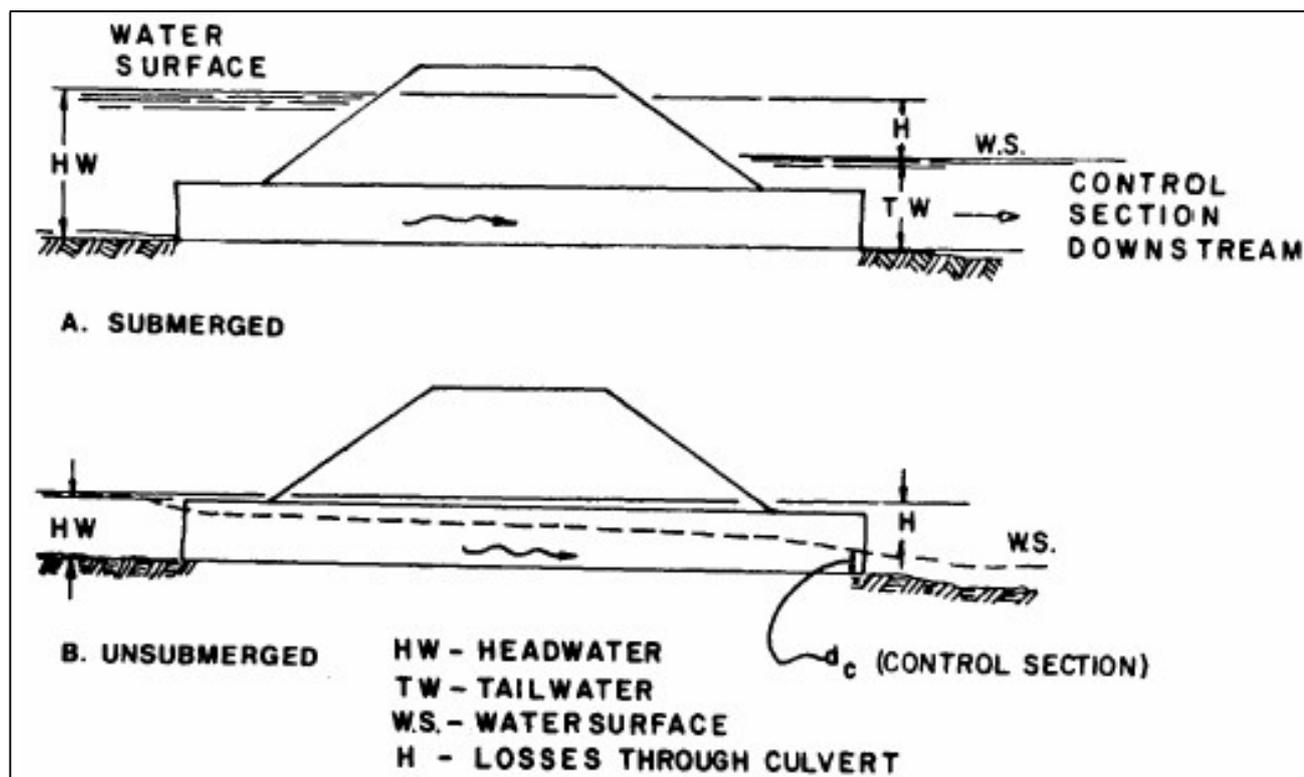


Verifica del riempimento di tombini scatolari con controllo da monte (Hydraulic Charts for the selection of highway culverts – Bureau of Public Roads – 1964, USA)



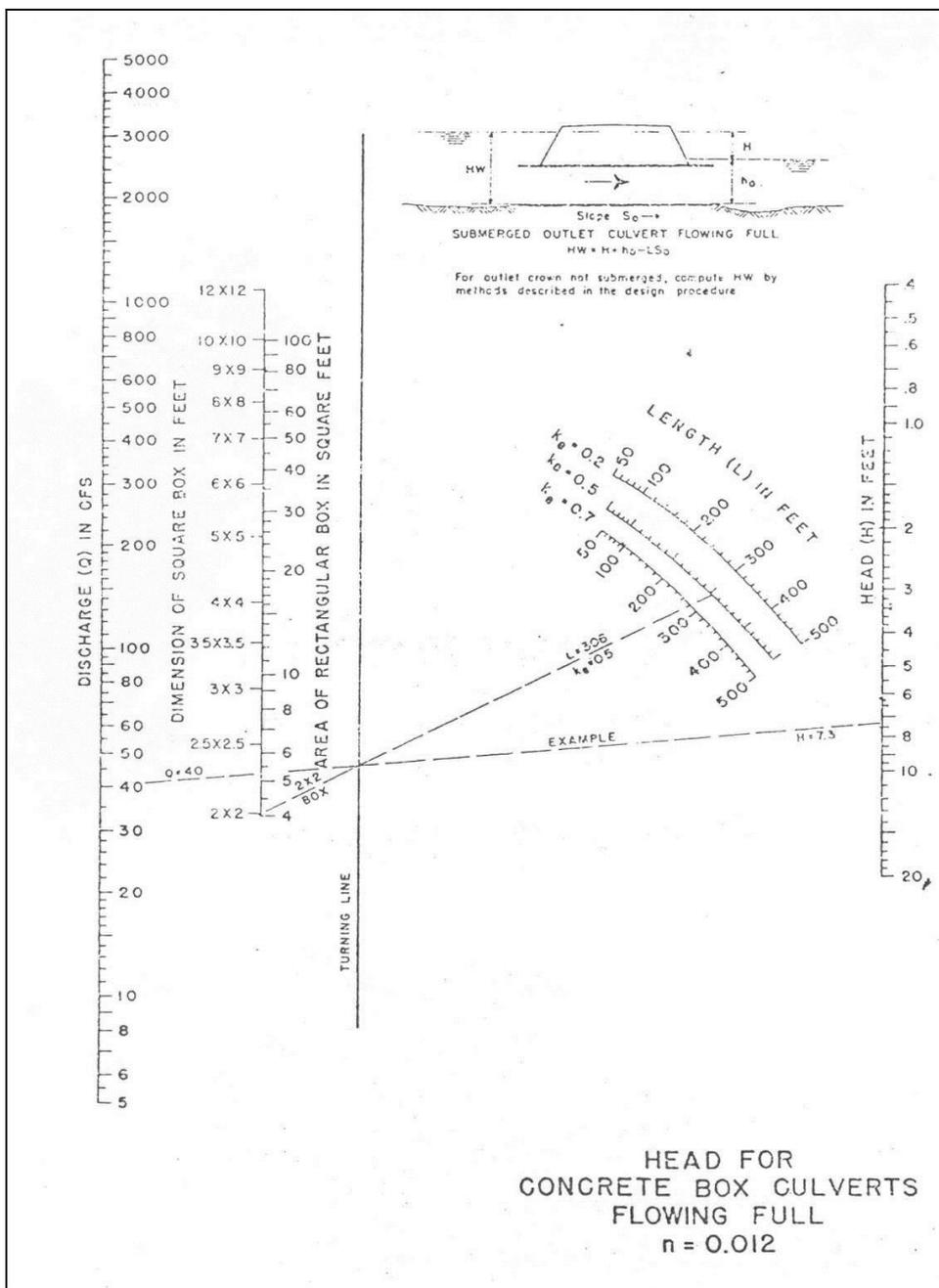
Verifica del riempimento di tombini circolari con controllo da monte (Hydraulic Charts for the selection of highway culverts - Bureau of Public Roads - 1964, USA)

Il “controllo da valle” si verifica quando il tombino non è in grado di convogliare tanta portata quanta ne accetta l’ingresso; la sezione di controllo si localizza all’uscita del tombino o più a valle. In queste condizioni il moto può essere sia a pelo libero che in pressione.

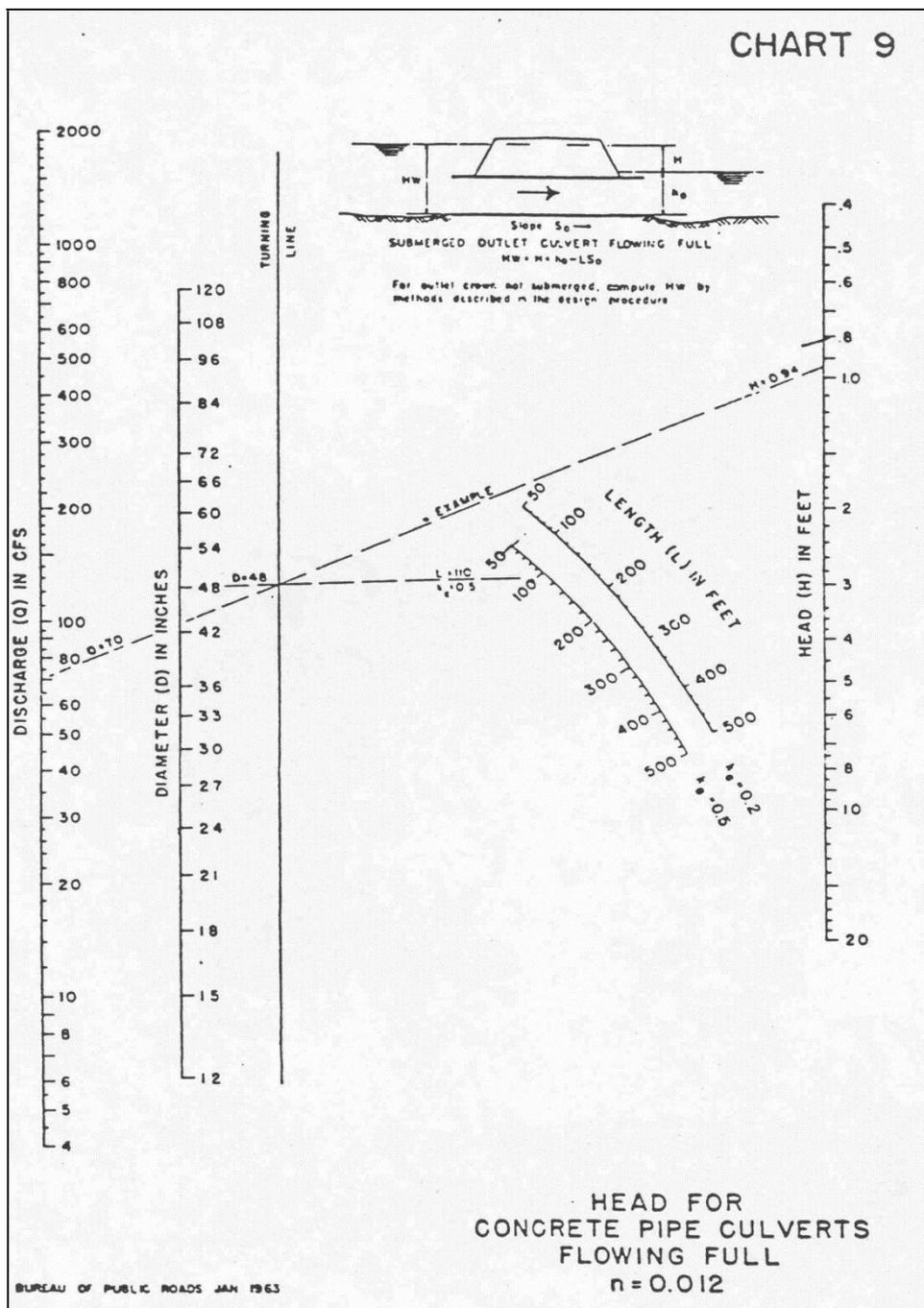


Esempio di moto controllato da sezioni a valle del tombino

I diagrammi seguenti, nel caso di funzionamento per “controllo da valle”, consentono di valutare il livello idrico tenendo conto della scabrezza, della lunghezza della canna e di eventuali livelli idrici a valle.



Verifica del riempimento di tombini scatolari con controllo da valle (Hydraulic Charts for the selection of highway culverts - Bureau of Public Roads - 1964, USA)

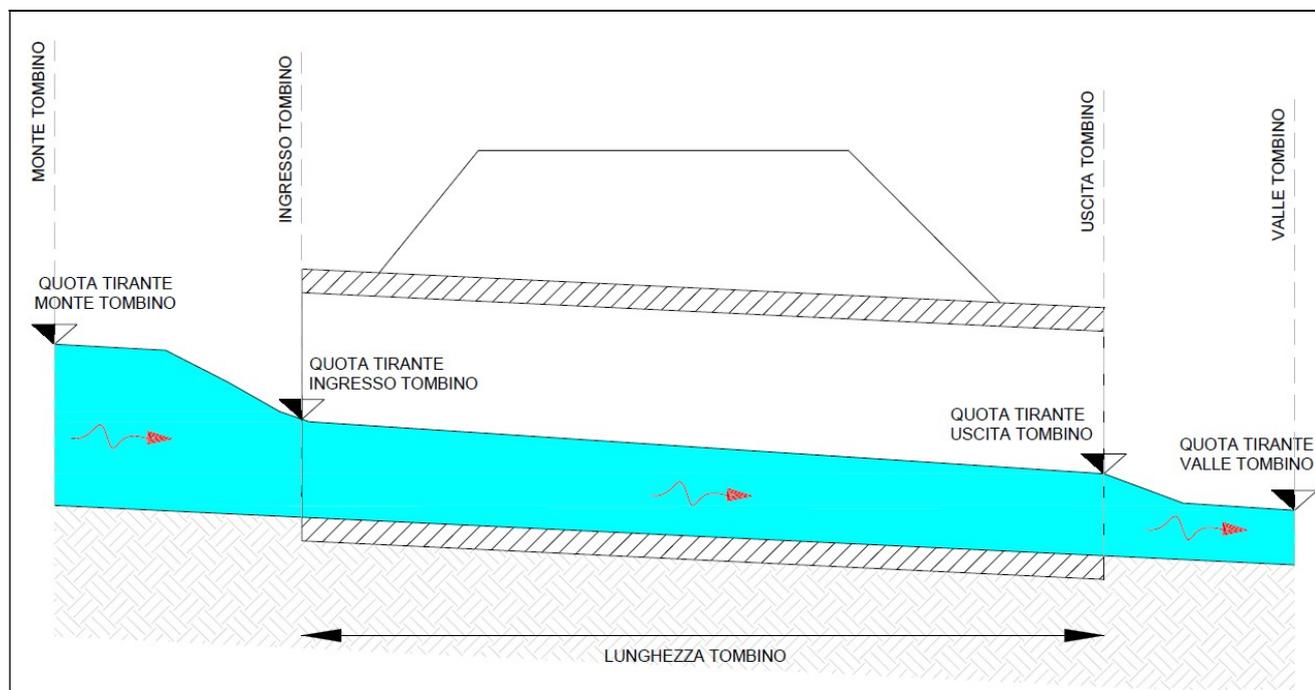


Verifica del riempimento di tombini circolari con controllo da valle (Hydraulic Charts for the selection of highway culverts - Bureau of Public Roads - 1964, USA)

5. RISULTATI VERIFICHE IDRAULICHE

A seguito dell'applicazione della metodologia precedentemente illustrata e in base alle portate calcolate nella "Relazione idrologica – Tracciati ferroviari" RS3Z00D26RICS0000001A si riportano di seguito i risultati delle verifiche idrauliche effettuate tramite software HY-8 per i tombini interferenti la linea ferroviaria.

Si indicano nella figura seguente i riferimenti delle sezioni alle quali sono riferite le grandezze idrauliche del deflusso per ogni tombino analizzato.



Come si evince dai risultati di seguito riportati tutte le opere rispettano le prescrizioni imposte di massimo riempimento minore o uguale al 50% della sezione idraulica utile al deflusso.

RELAZIONE IDRAULICA TOMBINI

COMMESSA LOTTO FASE-ENTE DOCUMENTO REV. FOGLIO
RS3Z 00 D 26 RIID0002002 B 0 di 15

| Progressiva | Sezione idraulica | WBS | Portata | Lunghezza tombino | Quota scorrimento ingresso | Quota scorrimento uscita | Pendenza tombino | Quota tirante monte | Tirante monte tombino | Tirante ingresso tombino | Tirante uscita tombino | Quota valle tombino | Altezza moto uniforme | Altezza critica | Velocità tombino | Velocità valle tombino | Massimo riempimento |
|-------------|-------------------|-------|-------------------|-------------------|----------------------------|--------------------------|------------------|---------------------|-----------------------|--------------------------|------------------------|---------------------|-----------------------|-----------------|------------------|------------------------|---------------------|
| Km + m | - | - | m ³ /s | m | m s.l.m. | m s.l.m. | % | m s.l.m. | m | m | m | m s.l.m. | m | m | m/s | m/s | % |
| 28+286 | 1500 | IN50 | 0.42 | 31.60 | 404.665 | 404.349 | 1.00% | 405.10 | 0.44 | 0.32 | 0.26 | 404.61 | 0.26 | 0.32 | 2.09 | 1.66 | 29.0% |
| 28+368 | 1500 | IN50A | 0.13 | 51.80 | 402.477 | 402.373 | 0.20% | 402.75 | 0.27 | 0.21 | 0.18 | 402.55 | 0.21 | 0.18 | 1.10 | 1.06 | 18.2% |
| 28+533 | 2x2 | IN51 | 1.99 | 46.35 | 402.798 | 402.335 | 1.00% | 403.15 | 0.35 | 0.35 | 0.62 | 402.96 | 0.34 | 0.47 | 2.89 | 1.60 | 31.0% |
| 28+747 | 2x2 | IN52 | 0.39 | 30.00 | 405.696 | 405.546 | 0.50% | 405.85 | 0.15 | 0.15 | 0.16 | 405.71 | 0.15 | 0.16 | 1.31 | 1.22 | 8.0% |
| 28+986 | 3x3 | IN54 | 3.82 | 44.00 | 406.520 | 406.300 | 0.50% | 407.27 | 0.75 | 0.75 | 1.00 | 407.30 | 0.49 | 0.55 | 1.27 | 1.27 | 33.3% |
| 29+318 | 3x3 | IN55 | 3.13 | 51.60 | 409.673 | 409.157 | 1.00% | 410.03 | 0.36 | 0.36 | 0.54 | 409.70 | 0.34 | 0.48 | 3.06 | 1.93 | 18.0% |