

Committente:

COMUNE DI ARIGNANO

- PROVINCIA DI TORINO



ALLEGATO ATTO C.C.
N° 28 DEL 17/12/07

COMUNE DI ARIGNANO
PROVINCIA DI TORINO

- 2 OTT. 2007

Protocollo N. 3245

Titolo Classe
UOR CC

Oggetto:

VARIANTE AL P.R.G.C. PROGETTO DEFINITIVO VERIFICHE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA E IDROGEOLOGICA

COMUNE di ARIGNANO
Prov. di Torino

26 FEB. 2010

Tit. Classe Fasc.

ELABORATI IDROLOGICI - IDRAULICI

redatti in riferimento al PAI, alla Circolare P.G.R. 8.05.1996 7/LAP, alla relativa Nota Tecnica Esplicativa del Dicembre 1999 e alle successive D.G.R. in materia

RELAZIONE IDROLOGICA

SCALA:

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
DIATO CENA



IL SINDACO
E. FERRETO

Identificazione elaborato	Ambito		Tipologia		Commessa	n° elaborato	
E2CD02006IA01	E	2	C	D	020/06	I	A01

Dati Progettisti

REGIONE PIEMONTE - DIREZIONE D8800
PROGRAMMAZIONE STRATEGICA
POLITICHE TERRITORIALI ED EDILIZIA
IL SOTTOSCRITTO ATTESTA CHE IL PRESENTE DOCUMENTO E' COPIA CONFORME ALL'ORIGINALE

Geol. Edoardo Rabajoli

Ing. Massimo Tuberga

GEO sintesi Associazione tra Professionisti
Corso Unione Sovietica n. 560 - 10135 Torino
tel. 0113913194 - fax 0113470903
e-mail: info@geoengineering.torino.it

REGIONE PIEMONTE
DIREZIONE D8800 - PROGRAMMAZIONE STRATEGICA
POLITICHE TERRITORIALI ED EDILIZIA

- 4 FEB 2008

04819/13

IN DATA, 10 FEB. 2010

10 FEB. 2010

DELLA DOCUMENTAZIONE APPROVATA CON
D.G.R. N. 23/2005

PROT. GEN. N.

Rev.	Redatto	Controllato	Approvato	Data	Timbri e Firme
0	Ing. M. Tuberga	Ing. M. Tuberga	Ing. M. Tuberga	09-07	

Il Responsabile del procedimento:

FIRMA

File : E2CD02006IA01.doc

1.0 PREMESSA

Su incarico del Comune di Arignano (TO) è stato condotto uno studio a carattere idrologico e idraulico riguardante il Rio del Molino, il rio della Serra e il rio Mombello, nei tratti interferenti con il territorio comunale. Il presente studio costituisce parte integrante degli elaborati geologici redatti a corredo del P.R.G.C. Gli esiti dello stesso hanno consentito, per i settori limitrofi ai corsi d'acqua presi in considerazione, delle classi di pericolosità idraulica graficamente definiti nell'Elaborato B06: "Delimitazione delle aree di pericolosità idraulica" e di individuare i punti critici lungo l'alveo che necessitano di interventi di sistemazione idraulica, volti alla mitigazione delle condizioni di rischio idrogeologico potenziale.

Metodologicamente lo studio si è articolato attraverso un'indagine idrologica del bacino e acquisizione di studi pregressi, per la definizione delle portate di progetto per i diversi tempi di ritorno richiesti dalla norma, un rilievo topografico di dettaglio che ha consentito la ricostruzione geometrica degli alvei e dei settori ad essi limitrofi e alcune simulazioni di carattere idraulico, ottenute con l'impiego di un modello numerico monodimensionale in moto permanente, al fine di valutare le problematiche connesse al deflusso delle piene di carattere straordinario, e significativamente di quelle con tempo di ritorno pari a 20, 200 e 500 anni. Tali verifiche sono riportate nell'elaborato A02 "Relazione idraulica".

Nei paragrafi che seguono sono esposti la metodologia di lavoro adottata e i risultati a cui si è pervenuti.

2.0 METODOLOGIA D'INDAGINE

2.1. ACQUISIZIONE DEI DATI

Lo studio si è sviluppato, per la fase di inquadramento generale e di definizione dei dati idrologici di progetto, attraverso la ricerca di studi progressi e la consultazione dei seguenti tematismi delle carte elaborate dalla Regione Piemonte - Banca Dati Geologica - Settore Prevenzione del Rischio Geologico, Meteorologico e Sismico, alla scala 1:100.000

- *Carta delle aree inondabili*
- *Carta degli alveo-tipi e delle portate*

Si è fatto inoltre riferimento agli elaborati del PAI e in particolare alle carte relative a:

- *Atlante dei rischi idraulici ed idrogeologici Foglio 156 Sez. II Scala 1:25.000*
- *Tavole di delimitazione delle Fasce Fluviali Tavola 156150 Banna e affluenti Scala 1:10.000*

Si è potuto in tal modo ottenere un quadro indicativo del comportamento del corso d'acqua in risposta ai principali eventi alluvionali che ne hanno interessato il bacino imbrifero e l'alveo.

Per quanto concerne l'adozione della cartografia necessaria agli opportuni inquadramenti territoriali di rappresentazione e di delimitazione dei bacini ci si è avvalsi:

- *delle basi in scala 1:10.000 della Carta Tecnica Regionale*
- *delle basi in scala 1:5.000 della Carta Tecnica della Provincia di Torino.*
- *della Tavoletta I.G.M. 56 II SE "Buttigliera d'Asti" alla scala 1:25.000.*

Per la definizione dei dati idrologici di progetto sono state utilizzate le curve di probabilità pluviometrica fornite dall'Autorità di Bacino del Fiume Po e contenute, fra l'altro anche nella D.G.R. 15 luglio 2002 n. 45-6656 "Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI). Deliberazione del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del fiume Po in data 26 aprile 2001, approvato con decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri in data 24 maggio 2001. Indirizzi per l'attuazione del PAI nel

settore urbanistico".

Infine relativamente agli studi pregressi relativi ai bacini idrografici considerati è risultato disponibile il Progetto Esecutivo degli *"Interventi di messa in sicurezza della Diga di Arignano"* – Agosto 2005, approvato dalla Regione Piemonte i cui lavori sono in fase di realizzazione a cui per congruenza si è fatto riferimento per la definizione delle portate di progetto per il Rio del Molino.

2.2. RILIEVI SUL TERRENO

Per le verifiche di tipo idraulico si è fatto riferimento ai rilievi di dettaglio mediante tecniche GPS condotti dagli scriventi nella primavera del 2006, con definizione di una serie di sezioni trasversali del corso d'acqua, rappresentative dello stato attuale dei luoghi, rilevate con passo variabile ed opportunamente infittite in corrispondenza dei manufatti di condizionamento del deflusso presenti in alveo.

Tali rilievi sono stati opportunamente integrati, per il settore in corrispondenza del Rio del Molino, dai rilievi topografici disponibili nell'ambito del Progetto Esecutivo degli *"Interventi di messa in sicurezza della Diga di Arignano"* redatto dalla società Canavese Progetti engineering s.r.l. nell'agosto 2005.

Il dettaglio dell'ubicazione delle sezioni di verifica è riportato nell'elaborato:

- B02 "Ubicazione sezioni di rilievo"

mentre le sezioni rilevate sono riportate negli elaborati:

- B03 "Sezioni Trasversali di Rilievo: Rio del Molino"

- B04 "Sezioni Trasversali di Rilievo: Rio della Serra"

- B05 "Sezioni Trasversali di Rilievo: Rio di Mombello".

3.0 COMPETENZE AMMINISTRATIVE SUI CORSI D'ACQUA

Il Rio del Molino in comune di Arignano risulta catastalmente censito come acqua pubblica. Esso risulta di competenza del Servizio OO.PP e Difesa del Suolo della Regione Piemonte.

Il Rio della Serra e il Rio Mombello per il tratto nell'ambito del territorio di Arignano presentano un sedime privato.

4.0 ASPETTI FISICI DEI BACINI E DEI CORSI D'ACQUA

4.1. FISIOGRAFIA

I bacini idrografici dei Rii in studio sono parte del versante meridionale dei rilievi della Collina torinese in prossimità del settore di raccordo all'ampia pianura delimitata a SE dei rilievi del Braidese drenata dal Torrente Banna di cui i corsi d'acqua risultano tributari di sponda destra.

I bacini considerati si estendono su di un settore collinare posto nell'ambito dei territori comunali di Marentino a Ovest di Moncucco a Nord e Mombello a Est, compresi tra le quote altimetriche di circa 450 m s.l.m.m. all'altezza del Bric Ornesio posto nell'ambito del bacino de Rio del Molino, e 270 m s.l.m.m. circa alle sezioni di chiusura poste ai limiti del territorio comunale.

I bacini del Rio del Molino e del Rio Mombello risultano avere una estensione, all'altezza delle sezioni di chiusura considerate poste all'altezza della Strada Provinciale per Castelnuovo Don Bosco, rispettivamente di circa 14 km² e 4,50 km², con una forma fortemente allungata avente asse S-N e lato maggiore parallelo all'asta principale che sviluppa circa 10 km nel caso del Rio del Molino e di circa 5 km per Rio della Serra. La massima ampiezza trasversale è di circa 2 km per il Rio del Molino e di 1 km per il Rio Mombello.

Il bacino imbrifero del Rio della Serra risulta avere una superficie molto più modesta con una estensione all'altezza della sezione di chiusura considerata posto poco a valle della S.P. per Castelnuovo di poco superiore a 1 kmq; anch'esso mantiene una forma fortemente allungata con asse NS con andamento dell'asta parallelo ai limitrofi Rii del Mulino e di Mombello.

Per i bacini idrografici del Rio della Serra e del Rio Mombello, con chiusura in corrispondenza della S.P., si è dato corso all'elaborazione della curva ipsografica e alla definizione della pendenza media dei versanti secondo la seguente correlazione proposta in letteratura (Horton):

$$p_v = e * \Sigma l_i / S$$

dove:

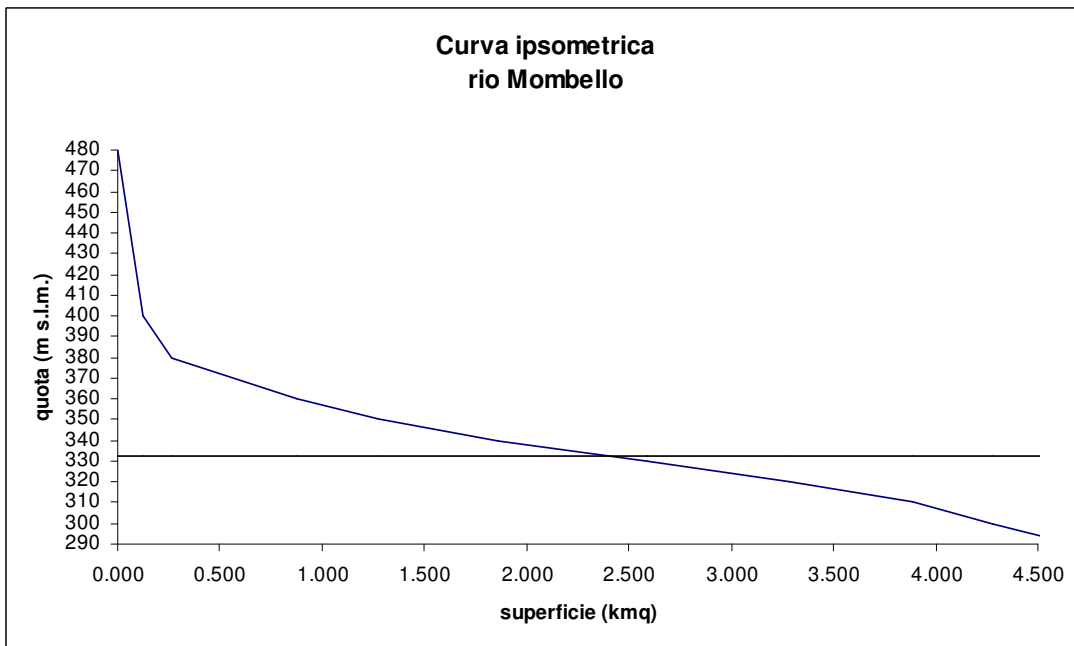
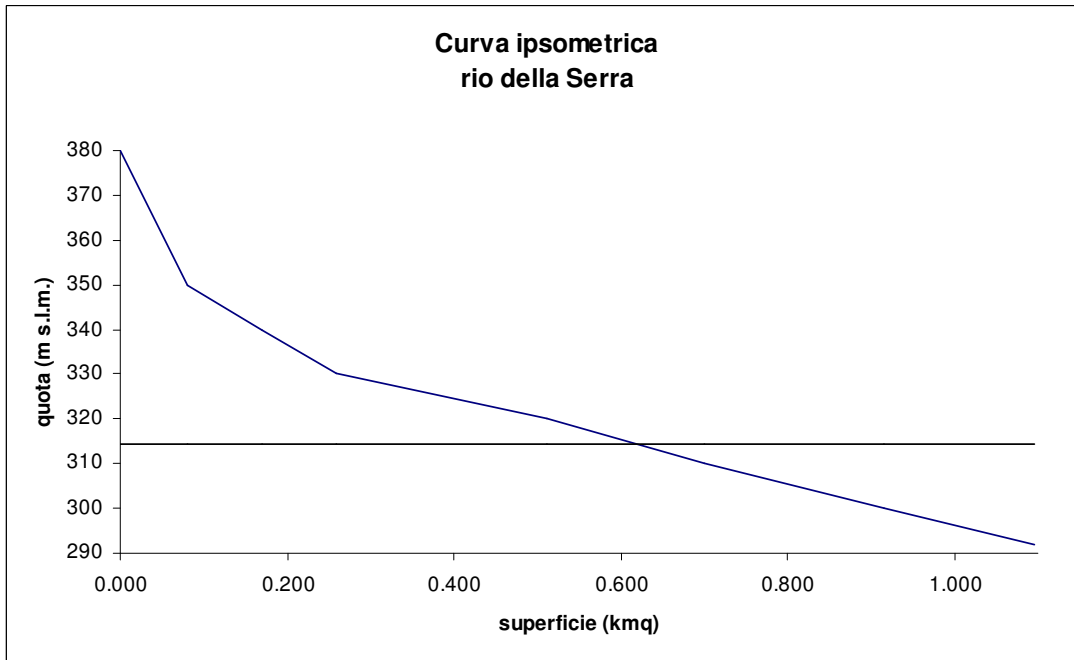
e = equidistanza tra le curve di livello i

l_i = sviluppo dell'i-esima curva di livello

S = superficie del bacino

TABELLA 1 – Parametri fisici dei bacini idrografici

Bacino	Rio del Molino	Rio della Serra	Rio Mombello
Superficie del bacino	13,94 km ²	1,09 km ²	4,50 km ²
Quota massima del bacino	450 m	380 m	445 m
Quota media del bacino	349 m	314 m	332 m
Quota sezione di chiusura	290 m	292 m	294 m
Lunghezza dell'asta	9,7 km	1,73 km	4,9 km
Pendenza media asta		1,04 %	9,84 %
Pendenza media versanti		11,41 %	14,58 %



La fisiografia dei bacini è quella propria di un ambiente di collina ad acclività moderata, con prevalenza della copertura arborea nei settori più acclivi e/o abbandonati e un tempo coltivati a vigneto, e fondovalli con destinazione a pioppeto e/o a seminativo e a prato irriguo. I centri edificati si collocano in genere sui crinali e sulle porzioni più elevate dei rilievi e risultano marginali rispetto ai bacini idrografici.

La rete di drenaggio secondaria naturale risulta ben sviluppata nei settori di testata mentre giunti nei fondovalle i rii presentano un andamento monocursale ben definito e nell'ambito del territorio di Arignano non presentano significativi tributari.

Il Rio del Molino perde le sue caratteristiche naturali in corrispondenza del Lago di Arignano, ottenuto mediante la realizzazione di uno sbarramento in terra con formazione di un invaso artificiale un tempo destinato principalmente a scopi irrigui.

A valle dello sbarramento, nell'ambito del territorio comunale, l'alveo risente della sua antica destinazione volta all'irrigazione e di alimentazione dei mulino posto nella parte meridionale del territorio. Così che per un lungo tratto l'alveo presenta caratteristiche artificiali, decorrendo in posizione pensile rispetto all'originario fondovalle ora sfruttato a fini agricoli.

L'intervento antropico risulta condizionare anche l'alveo del Rio della Serra in corrispondenza del suo tratto urbano. A partire dal settore Nord orientale del centro urbano infatti l'alveo è costretto in affiancamento alla S.P. per Moncucco e poi tombato poco a valle del centro sportivo comunale. L'alveo torna a cielo aperto a valle della SP per Castelnuovo per poi essere nuovamente tombato per qualche centinaio di metri in affiancamento alla strada comunale per Tetti Giachino.

L'andamento delle aste è costantemente da nord verso sud sino a valle dell'abitato per poi spostare il proprio asse verso Ovest. Per il dettaglio si rimanda alla tavola allegata "Carta dei bacini idrografici".

4.2. CARATTERISTICHE DEGLI ALVEI

Come già accennato nell'ambito del territorio comunale gli alvei considerati presentano un andamento monocursale, in cui tratti subrettilinei si alternano ad altri sinuoso-irregolari. Il deflusso è concentrato in un unico canale che presenta una sezione regolare in genere a forma trapezia con base minore di ampiezza variabile da 1 a 3 m. I rii nel tratto posto nell'ambito del territorio comunale di Arignano incidono costantemente depositi alluvionali limo sabbiosi; l'alveo è compreso tra

sponde ovunque ben definite, la cui altezza è variabile da 1 a 2 m. In particolare gli alvei del Rio del Molino e del Rio della Serra risultano fortemente condizionati nel tratto urbano dall'intervento antropico mentre il Rio Mombello decorre interamente nell'ambito di un territorio rurale, condizionato esclusivamente da alcuni attraversamenti della locale viabilità e dal Ponticello della S.P. per Castelnuovo.

Non si denotano diffusi tratti in dissesto, localmente si evidenziano nei settori di battuta locali fenomeni di erosione spondale con formazione a tratti di scarpate subverticali. Gli alvei del Rio del Molino e del Rio Mombello risultano costantemente bordati da una fitta vegetazione ripariale.

4.3. GEOLOGIA

Per le caratteristiche geolitologiche del bacino imbrifero si rimanda alla relazione geologica. Peraltro si osserva come i bacini si sviluppino nella loro parte valliva entro termini sedimentari miocenici litologicamente costituiti da argille e argille sabbiose costituenti i rilievi della Collina di Torino. Entro il territorio comunale di Arignano si osservano inoltre in affioramento, alle quote più elevate, termini Pliocenici in facies Astina, costituiti da sabbie di colore giallo con stratificazione poco evidente e nel settore meridionale del territorio depositi fluviolacustri del Villafranchiano, costituiti da sabbie quarzose grossolane.

4.4. PERMEABILITÀ

L'unità sedimentaria di copertura è caratterizzata da una permeabilità per porosità, che è essenzialmente funzione della dimensione dei pori intergranulari, a sua volta legata alla granulometria della componente clastica, alla natura della frazione fine e del grado di addensamento. La circolazione idrica è possibile solo se i vuoti sono reciprocamente connessi. Con riferimento a quanto sopra ed alle caratteristiche geolitologiche dei terreni compresi nell'ambito del bacino è stato quindi possibile

assegnare a ciascuna delle sub-aree un dato di permeabilità, con lo scopo di fornire un elemento indispensabile per l'elaborazione del modello idrologico.

A tal fine, per la definizione delle classi di permeabilità ci si è riferiti alle seguenti accezioni semplificate, previste dal modello idrologico stesso:

- *molto permeabile*
- *mediamente permeabile*
- *poco permeabile*
- *impermeabile*

La natura delle unità geologiche presenti nel territorio porta ad escludere la possibilità di riferire ad interi areali le attribuzioni estreme di “molto permeabile” ed “impermeabile”, sebbene esse possano essere adeguate per descrivere specifiche situazioni locali, non rappresentative di un intero contesto. Tale situazione rende manifesta la difficoltà di adottare un termine univoco per connotare settori estesi quali quelli compresi dalle sub-aree, in cui si affiancano situazioni distinte per aspetti litologici, morfologici, plano-altimetrici, ciascuno dei quali può condizionare, in modo non trascurabile, le capacità di assorbimento idrico del substrato. Con tali premesse si è ritenuto di applicare la connotazione di “poco permeabile” al bacino del Rio del Molino il quale si estende per larga parte entro termini poco permeabili piuttosto acclivi. Per i restanti bacini di estensione minore, caratterizzati da pendenze minori e ricadenti in termini litologici di diversa natura si è applicata una connotazione di “mediamente permeabile”.

4.5. USO DEL SUOLO

Le condizioni climatiche e pedologiche non pongono limitazioni all'uso del suolo, in particolare nei fondovalli prevale il seminativo irriguo e il prato stabile, qui la copertura arborea risulta connessa alla coltura del pioppo. I settori più elevati dei bacini vedono la presenza di una diffusa copertura arborea costituita da bosco ceduo di latifoglie (farnia e castagno) spesso in abbandono ed infestato dalla

robinia. Questa ha colonizzato anche ampi settori in origine destinati a vigneto la cui estensione risulta ora marginale.

4.6. DINAMICA DI VERSANTE E TRASPORTO SOLIDO

Viene qui di seguito riportata una sintetica analisi sulle condizioni di dissestabilità del bacino, particolarmente indirizzata ad evidenziare la predisposizione del bacino medesimo a fungere da sorgente per il carico solido veicolabile dai corsi d'acqua.

A questo proposito, trattandosi di un'area poco acclive, e per quanto riguarda il Rio del Molino con presenza di una vasta area di laminazione e sedimentazione quale quella del bacino a monte dello sbarramento della Diga di Arignano, i rilievi condotti non hanno evidenziato situazioni di "fragilità" riconducibili a processi di dissesto gravitativo in atto o latente in grado di apportare materiale solido all'alveo.

In senso generale si sottolinea che il trasporto solido, nel contesto esaminato, trova origine per la massima parte da locali erosioni di sponda e limitate ai settori di battuta della corrente. Con riferimento a quanto sopra riportato si ritiene di poter affermare che in tale contesto il trasporto solido, per il settore d'alveo in esame, costituisca un aspetto trascurabile per quanto concerne la dinamica dei deflussi; tale considerazione risulta inoltre confermata dai dati acquisiti attraverso le osservazioni di campagna e dalla documentazione storica.

5.0 IDROLOGIA

Il presente capitolo riassume le metodologie, i contenuti ed i risultati dello studio idrologico finalizzato all'esame degli eventi meteorici intensi sui bacini dei Rii considerati ed alla definizione delle interferenze tra il territorio circostante l'asta e il deflusso delle portate di piena nei tratti in esame.

Obiettivo dello studio è stato quello di:

- *fornire l'inquadramento idrologico generale dell'area di studio sulla base dei dati idroclimatici disponibili, delle caratteristiche morfologiche e di copertura del suolo;*
- *analizzare i deflussi nell'ambito del territorio e definire le piene di riferimento.*

5.1. DATI IDROLOGICI

Data l'assenza di misure idrometriche dirette si sono ricercate le stazioni pluviometriche significative per l'area oggetto dello studio in possesso di osservazioni tali da consentire la definizione delle massime portate di piena del corso d'acqua. Le stazioni pluviometriche individuate in prossimità dell'ambito in studio sono quelle di Pino Torinese (620 m s.l.m.) e Moncalieri (240 m s.l.m.) per le quali risultano disponibili rispettivamente 41 e 32 osservazioni.

5.2. ELABORAZIONI STATISTICHE DEI DATI PLUVIOMETRICI

In base alle osservazioni pluviometriche locali disponibili sono state dapprima eseguite le usuali elaborazioni statistiche necessarie a fornire l'adeguata legge di distribuzione delle probabilità che meglio rappresenta il fenomeno idrologico. Sono state inoltre riportate le linee segnalatrici di probabilità pluviometrica proposte dalla "Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica" di cui alle norme di attuazione del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI).

5.2.1. Curve di possibilità climatica puntuali

Nel presente studio ai fini delle valutazioni degli eventi estremi interessano essenzialmente le precipitazioni relativamente brevi ed intense; tali eventi hanno come elementi caratteristici il tempo di pioggia t_p , definito "durata" della precipitazione e l'altezza di pioggia h .

Qualora in una stazione pluviometrica si siano misurate le precipitazioni per un sufficiente numero di anni risulterà possibile classificare le massime annue aventi un'assegnata durata t_p in base ai tempi di ritorno T_r .

Ripetendo la classificazione per i vari t_p , si possono tracciare nel piano $h-t_p$ le curve aventi parametro T_r , che si definiscono linee segnalatrici di possibilità pluviometrica. Tali curve, dette anche "*curve di possibilità climatica*" sono rappresentabili con buona approssimazione da equazioni del tipo:

$$h = a \cdot t^n$$

ove a ed n dipendono dalla stazione considerata e dal tempo di ritorno T_r .

Le elaborazioni necessarie alla valutazione delle precipitazioni di assegnata probabilità possono essere sviluppate sulla base delle serie storiche disponibili: in particolare per le stazioni di Pino Torinese e Moncalieri. Le elaborazioni statistiche dei campioni di pioggia forniscono, per ciascuna stazione considerata, i coefficienti a ed n delle curve di possibilità climatica per differenti tempi di ritorno T_r .

Nella tabella seguente si riportano i risultati ottenuti dall'Autorità di Bacino.

TABELLA 2 - Curve di possibilità climatica

	$T_r = 20$	$T_r = 200$	$T_r = 500$
Pino Torinese	$h = 40,32 t^{0,256}$	$h = 55,63 t^{0,249}$	$h = 61,72 t^{0,247}$
Moncalieri	$h = 49,49 t^{0,208}$	$h = 72,11 t^{0,194}$	$h = 81,00 t^{0,191}$

5.2.2. Linee segnalatrici di probabilità pluviometrica di cui al PAI

Il Piano per l'Assetto Idrogeologico del bacino del Po fornisce, nell'ambito della "Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica", i parametri delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica per tempi di ritorno di 20, 100, 200 e 500 anni. Tali parametri sono discretizzati su di un reticolo avente maglia quadrata con lato 2 km. Le celle BF105, BF106 e BE 105 sono quelle di interesse per il Rio di Mombello e per il Rio della Serra.

Nella Tabella seguente vengono riportate le espressioni analitiche delle curve proposte per la cella suddetta, fornite dalla Direttiva dell’Autorità di Bacino del Fiume Po.

TABELLA 3 - Curve di possibilità pluviometrica PAI

	$T_r = 20$	$T_r = 100$	$T_r = 200$	$T_r = 500$
Cella BF106	$h = 49,46 t^{0,23}$	$h = 65,35 t^{0,215}$	$h = 72,22 t^{0,211}$	$h = 81,18 t^{0,206}$
Cella BE105	$h = 47,80 t^{0,235}$	$h = 62,37 t^{0,222}$	$h = 69,20 t^{0,218}$	$h = 77,62 t^{0,214}$

5.2.3. Curve di regionalizzazione “Regione Piemonte” TCEV

Sulla base dello studio di regionalizzazione redatto dal servizio Difesa Assetto Idrogeologico della Regione Piemonte (Progetto VAPI Modello TCEV), elaborando le serie storiche dei dati di pioggia disponibili nell’ambito del territorio regionale, è possibile definire l’altezza di pioggia critica in relazione alla quota media del bacino (Z), al tempo di corrivazione (t) e alla sua ubicazione nell’ambito del territorio regionale. In particolare questo è stato suddiviso in sei macrozone omogenee e in tre sottozone pluviometriche specifiche a tenere in conto la diversa esposizione alle perturbazioni meteoriche del territorio regionale.

Per i bacini di interesse ubicati, in relazione alla citata suddivisione, all’interno della zona A03, il legame tra altezza di pioggia e i parametri t e Z sono espressi nella forma:

$$\text{zona A03} \quad h = 22.62 * t^{0,3377+0,000178z/1,38}$$

Successivamente, attraverso l’utilizzo delle curve di crescita si definiscono i coefficienti correttivi che consentono di individuarne, noto il valore del tempo di corrivazione, l’altezza critica.

6.0 METODOLOGIA DI CALCOLO DELLE PORTATE DI PIENA

Per la definizione della metodologia di calcolo delle portate di piena lungo l'asta principale del corso d'acqua è stato considerato il comportamento idraulico del corso d'acqua definito in base alla documentazione storica, ai dati di rilevamento, alla morfologia degli alvei e dei settori ad esso limitrofi nonché alle caratteristiche generali del bacino. Per la definizione della portata di progetto, in assenza di stazioni di misura diretta nell'ambito del bacino considerato, per la valutazione delle portate di piena si è utilizzato un approccio di tipo indiretto basato sull'uso dei modelli proposti in letteratura per piccoli bacini. Nel caso specifico sono stati utilizzati i seguenti metodi congruenti con quanto proposto dal Piano per l'Assetto Idrogeologico del bacino del Po nell'ambito delle norme di attuazione della "Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica".

- metodo razionale
- metodo S.C.S.

6.1. METODO RAZIONALE

Tale metodo fa riferimento alla così detta "formula razionale", presentando quindi già caratteri di un modello deterministico di formazione delle piene pur mantenendo nella definizione dei parametri notevole dose di empirismo. E' stato quindi applicato il metodo cinematico che esprime la portata al colmo come segue:

$$Q_{max} = \frac{C \cdot hc \cdot S}{3.6 \cdot tc}$$

dove:

- C = *coefficiente di deflusso*
- hc = *altezza di precipitazione, espressa in mm, relativa ad un dato tempo di ritorno ed una durata di pioggia pari a tc ;*
- S = *superficie del bacino espressa in km^2 ;*
- tc = *tempo di corrivazione del bacino espresso in ore.*

Il tempo di corrivazione rappresenta l'intervallo di tempo dall'inizio della precipitazione oltre al quale tutto il bacino contribuisce al deflusso nella sezione terminale. Per valutare il tempo di corrivazione nel presente studio sono state applicate le correlazioni seguenti:

Formula di Ventura:

$$t_c = 0,127 * (S/i)^{1/2}$$

dove:

$$\begin{aligned} S &= \text{superficie del bacino (kmq)} \\ I &= \text{pendenza media dell'asta fluviale (\%)} \end{aligned}$$

Formula di Pezzoli:

$$t_c = 0,055 * L * (i)^{-1/2}$$

dove:

$$\begin{aligned} L &= \text{lunghezza dell'asta principale (km)} \\ i &= \text{pendenza media dell'asta fluviale (\%)} \end{aligned}$$

Formula di Giandotti:

$$t_c = \frac{4*(S)^{1/2} + 1,5 * L}{0,8 * (H_m - H_0)^{1/2}}$$

dove:

$$\begin{aligned} S &= \text{superficie del bacino (kmq)} \\ L &= \text{lunghezza dell'asta del corso d'acqua principale (km)} \\ H_m &= \text{altitudine media del bacino} \\ H_0 &= \text{altitudine alla sezione di chiusura} \end{aligned}$$

Il metodo considera il bacino idrografico come una singola unità e stima il valore al colmo della portata con le seguenti assunzioni:

- la precipitazione è uniformemente distribuita sul bacino
- la portata stimata ha lo stesso tempo di ritorno dell'altezza di pioggia critica
- il tempo di formazione del colmo di piena è pari a quello della fase di riduzione
- la massima intensità di pioggia ha una durata pari a quella del tempo di corrivazione t_c

Il coefficiente di deflusso tiene conto di tre fattori:

- il fattore di ragguglio della precipitazione alla superficie del bacino idrografico considerato

- il fattore di trattenuta del terreno, funzione della capacità di assorbimento del terreno
- il fattore di laminazione che dipende dalla capacità d'invaso sulla superficie del bacino e nel reticolo idrografico stesso

Normalmente per bacini come quello in esame di ridotte dimensioni l'effetto d'invaso può essere trascurato. Per gli altri parametri diversi autori hanno fornito diverse correlazioni ottenendo valori non univoci.

In definitiva occorre osservare come il valore del coefficiente di deflusso c assume valori molto diversi a seconda delle caratteristiche geomorfologiche e meteorologiche del bacino, esso dipende infatti dalla natura dei terreni, dal grado di saturazione del suolo al momento della precipitazione (condizione questa che cambia nel tempo in funzione anche dell'intensità dell'evento pluviometrico), dalla pendenza media dei versanti del bacino imbrifero, dall'estensione e dal tipo di copertura vegetale, dalla presenza delle opere realizzate dall'uomo. Inoltre il bacino normalmente non ha caratteristiche uniformi ed è quindi necessario adottare un valore medio. Nella letteratura tecnica esistono diverse tabelle di riferimento che aiutano i progettisti nella valutazione di tale coefficiente. I valori indicati in tali tabelle oscillano mediamente da un minimo di 0,1, per superfici molto permeabili coperte da boschi, a 0,8 per terreni compatti ed utilizzati in agricoltura. Nel seguito si riportano le indicazioni fornite dalla Direttiva citata in precedenza.

Tipo di suolo	c	
	Uso del suolo	
	Coltivato	Bosco
Suolo con infiltrazione elevata, normalmente sabbioso o ghiaioso	0,20	0,10
Suolo con infiltrazione media, senza lenti argillose; suoli limosi e simili	0,40	0,30
Suolo con infiltrazione bassa, suoli argillosi e suoli con lenti argillose vicine alla superficie, strati di suolo sottile al di sopra di roccia impermeabile	0,50	0,40

TABELLA 4 – Valori di riferimento coefficiente di deflusso (Ven Te Chow, 1964)

6.2. METODO S.C.S.

Il metodo del Soil Conservation Service risulta applicabile per piccoli bacini (estensione massima pari ad alcune decine di kmq) e trova largo impiego negli USA ove è stato formulato. Il modello di calcolo ricostruisce in via semplificata l'idrogramma di piena del deflusso idrologico tenendo in conto la capacità di ritenzione e di infiltrazione del terreno, ed osservando che la pioggia efficace è inferiore all'altezza di precipitazione totale, per cui è possibile definire una certa altezza di precipitazione per cui non si ha deflusso. Con l'assunzione che la durata della pioggia efficace risulti inferiore od uguale a 0,133 tc e che la sua durata sia inferiore a 0,2 volte il tempo di crescita dell'onda di piena, la portata al colmo si esplicita nel modo seguente:

$$Q = 0,208 * A * Qs / tp$$

dove:

- Qs = deflusso netto per unità di superficie (mm)
 A = superficie del bacino espressa in km²;
 tp = tempo di crescita dell'onda di piena (hr).

Il tempo di crescita tp risulta pari a:

$$tp = t_{pe} / 2 + t_{lag}$$

dove

- t_{pe} = durata della pioggia netta (hr)
 t_{lag} = intervallo di tempo tra il centroide della pioggia e il colmo (hr);

L'intervallo di tempo t_{lag} risulta pari a 0,6 tc e può essere stimato come:

$$t_{lag} = (2,587 L^{0,8} (1000/CN - 9)^{0,7}) / 1900 i_v^{0,5}$$

dove:

- L = lunghezza idraulica del bacino (m) $L = 110 A^{0,6}$
 CN = "curva number" funzione del tipo di suolo e di copertura vegetale;
 i_v = pendenza media dei versanti (%);
 A = superficie del bacino espressa in ha;

Per quanto concerne il deflusso netto per unità di superficie questo può essere stimato come:

$$Qs = (h - 0,2 S)^2 / (h + 0,8 S)$$

Dove:

h = *altezza precipitazione meteorica (mm)*
 S = *massima ritenzione potenziale del terreno;*

con $S = 25400/CN - 254$

Il valore di CN (Curve Number) è un parametro correlabile principalmente alle caratteristiche litologiche del territorio e alla destinazione d'uso e secondariamente alle condizioni di umidità del terreno antecedenti gli eventi meteorici. Il Soil Conservation Service fornisce i valori di CN a seconda del tipo di suolo (A, B, C, D) per condizioni di umidità media (AMC II). Diverse condizioni di umidità sono correlabili a quella media attraverso specifiche correlazioni analitiche sperimentali.

La classificazione dei suoli prevede quattro categorie da quella a basso potenziale di deflusso (A) quali suoli sabbioso ghiaiosi, a quella ad alto potenziale di deflusso (D) quali suoli argillosi.

Nel seguito si riportano in forma tabellare valori tipici del fattore CN.

Aree agricole generiche					
Descrizione copertura	Condizione idrologica	CN per gruppi di suolo			
		A	B	C	D
Pascolo, prato o prateria – foraggi ininterrotti per il pascolo	Povera	68	79	86	89
	Media	49	69	79	84
	Buona	39	61	74	80
Prato – erba ininterrotta, protetta dal pascolamento e generalmente affienata	-	30	58	71	78
Boscaglia – misto di arbusti infestanti ed erba con prevalenza di arbusti	Povera	48	67	77	83
	Media	35	56	70	77
	Buona	30	48	65	73
Combinazione di bosco ed erba (frutteti)	Povera	57	73	82	86
	Media	43	65	76	82
	Buona	32	58	72	79
Boschi	Povera	45	66	77	83
	Media	36	60	73	79
	Buona	30	55	70	77
Fattoria – costruzioni, viottoli, strade e terreni circostanti	-	59	74	82	86

TABELLA 5 – Valori di riferimento parametro CN

7.0 VALUTAZIONE DELLE PORTATE DI PIENA

Il presente paragrafo si prefigge di valutare le portate al colmo nelle sezioni significative del reticolo idrografico, in particolare i bacini considerati prevedono una sezione di chiusura posta all'altezza della Strada Provinciale per Castelnuovo, all'altezza della quale si sviluppa buona parte dell'edificato di Arignano.

7.1. STUDI PREGRESSI

Per l'area in esame risultano disponibili gli elaborati relativi al Progetto Esecutivo degli "Interventi di messa in sicurezza della Diga di Arignano" posta sull'asta del Rio del Molino, redatto dalla società Canavese Progetti engineering s.r.l. nell'agosto 2005. Lo sbarramento oggetto d'intervento è risultato danneggiato dall'evento alluvionale dell'ottobre 2000 per cui è risultato necessario intervenire per la sua messa in sicurezza.

E' evidente come l'invaso presente a tergo dello sbarramento condizioni in modo marcato i deflussi verso valle. Per cui in sede di progettazione la Regione Piemonte ha richiesto diverse analisi circa il deflusso delle portate di piena, con contestuale definizione delle aree a rischio di inondazione in condizioni di esercizio e di collasso della diga. Per cui nel presente studio si fa specifico riferimento agli elaborati a carattere idrologico e idraulico allegati al progetto.

Le analisi idrauliche svolte hanno preso in considerazione per diversi tempi di ritorno (50, 200 e 500 anni) tre scenari rappresentativi delle condizioni di esercizio, di collasso del paramento e di condizioni intermedie. Per la definizione delle aree di pericolosità, nel presente studio si è fatto riferimento alle condizioni di esercizio.

In particolare per il settore compreso tra il paramento e la S.P. per Castelnuovo Don Bosco nello studio citato si è fatto riferimento a condizioni di deflusso in moto vario considerando in esercizio gli scarichi di superficie e di mezzofondo, ciò in considerazione dell'effetto di laminazione della piena che l'ampia porzione di territorio subpianeggiante presente a monte del rilevato della S.P. è in grado di svolgere. Come condizione terminale si è simulato il rilevato stradale come

stramazzo posto trasversale all'alveo, considerando il ponticello esistente in condizioni sia di totale oblitterazione che di apertura ottimale.

I risultati ottenuti nell'ambito del progetto citato (riportati in estratto dall'originale alla relazione idraulica) hanno permesso di giungere a una stima delle portate defluenti a valle della strada provinciale sulla base delle quali è stato possibile definire, sulla base di analisi in moto permanente, le aree di pericolosità idraulica per i diversi tempi di ritorno considerati.

In particolare per i diversi tempi di ritorno e in condizioni di attraversamento occluso sono stati ottenuti i seguenti valori di portata di progetto:

	Q (tr 50) [mc/s]	Q (tr 200) [mc/s]	Q (tr 500) [mc/s]
Portata di progetto	55,16	67,14	78,28

TABELLA 6 – Portata di progetto Rio del Molino a valle della S.P. per Castelnuovo

7.2. METODO RAZIONALE

Con riferimento a quanto esposto al paragrafo 6.1 sulla base delle altezze di pioggia calcolate con le diverse curve di possibilità climatica disponibili si sono calcolate le portate al colmo nelle sezioni di interesse per diversi tempi di ritorno. In particolare si è fatto riferimento ai soli bacini del Rio della Serra e del Rio Mombello per il Rio del Molino si è fatto riferimento agli studi pregressi già approvati dalla Regione Piemonte.

7.2.1. Tempo di corrivazione

I valori ottenuti applicando le diverse correlazioni esposte al paragrafo 6.1 sono riportati nella tabella seguente per i bacini considerati. Onde avere un dato statistico rappresentativo di tutto il bacino tali valori sono stati mediati

Metodo	u.m	Rio della Serra	Rio Mombello
Ventura	hr	1,32	2,74
Pezzoli	hr	0,95	2,74
Giandotti	hr	1,80	3,21
Valore medio	hr	1,36	2,90

TABELLA 7 - Tempi di corrivazione

7.2.2. Coefficienti di deflusso

Per quanto riguarda il coefficiente di deflusso C, con riferimento alle tabelle riportate in precedenza, si è tenuto in conto della prevalenza di superfici a destinazione agricola associate a pendenze dei versanti modeste con basso indice di superficie a destinazione urbana. Con riferimento alle condizioni di permeabilità del bacino esposte in precedenza e con le indicazioni di letteratura, risultando i bacini caratterizzati da modeste pendenze dei versanti, si è assunto un coefficiente di deflusso pari a 0,5 per il Rio della Serra caratterizzato da versanti poco acclivi e fondovalle ampio già nel settore di testata. Per il Rio di Mombello si è assunto un coefficiente di deflusso 0,55 risultando qui i versanti caratterizzati da pendenza maggiore e con settore di testata più inciso ed esteso.

7.2.3. Altezze di pioggia

Sulla base delle curve di possibilità climatica disponibili e del tempo di corrivazione medio definito in precedenza è possibile definire l'altezza della pioggia di progetto. I valori ottenuti sono riportati nella tabella seguente.

Curva di riferimento	h (tr 20) [mm]	h (tr 200) [mm]	h (tr 500) [mm]
Pino Torinese	43,62	60,06	66,59
Moncalieri	52,76	76,54	85,90
PAI	51,38	73,99	82,90
TCEV Regione Piemonte	51,31	73,89	83,39

TABELLA 8 – Altezza di pioggia, Rio della Serra

Curva di riferimento	h (tr 20) [mm]	h (tr 200) [mm]	h (tr 500) [mm]
Pino Torinese	52,95	72,51	80,28
Moncalieri	61,76	88,65	99,27
PAI	63,18	90,41	101,08
TCEV Regione Piemonte	63,83	91,92	103,74

TABELLA 9 – Altezza di pioggia, Rio Mombello

Dalle tabelle precedenti si evince come la stazione di Pino Torinese fornisca altezze di pioggia significativamente ridotte rispetto ai valori di riferimento ottenuti dalle altre stazioni. Pertanto per non giungere a una sottostima delle portate di calcolo nel seguito si escluderanno i risultati ottenuti per tale stazione di misura.

7.2.4. Valori di portata metodo cinematico

Con riferimento ai parametri caratteristici del bacino definiti in precedenza, per i diversi tempi di ritorno e delle altezze di pioggia considerate, si ottengono i seguenti risultati.

Curva di riferimento	Q (tr 20) [mc/s]	Q (tr 200) [mc/s]	Q (tr 500) [mc/s]
Moncalieri	5,92	8,59	9,64
PAI	5,77	8,30	9,30
TCEV Regione Piemonte	5,72	8,23	9,29
Valori medi	5,80	8,37	9,41

TABELLA 10 - Portata Rio della Serra

Curva di riferimento	Q (tr 20) [mc/s]	Q (tr 200) [mc/s]	Q (tr 500) [mc/s]
Moncalieri	14,76	21,19	23,72
PAI	15,10	21,61	24,16
TCEV Regione Piemonte	15,15	21,81	24,62
Valori medi	15,00	21,53	24,17

TABELLA 11 - Portata Rio Mombello

7.3. METODO S.C.S.

Con riferimento a quanto esposto al paragrafo 6.2 sulla base delle altezze di pioggia calcolate con le diverse curve di possibilità climatica disponibili si sono calcolate le portate al colmo nelle sezioni di interesse per diversi tempi di ritorno.

7.3.1. Curve Number (CN)

Per quanto riguarda il parametro CN, con riferimento alle tabelle riportate in precedenza, si è considerato un suolo appartenente alla classe B, rappresentativa di un suolo con modesta infiltrabilità se saturo.

Per i bacini considerati si sono assunti valori CN pari a 60 e 62 intermedi tra i valori proposti per combinazioni di frutteti ed erba (CN = 58) e boschi (CN = 66) essendo prevalenti i prati per il Rio della Serra.

Per la valutazione delle capacità potenziale d'infiltrazione S si è fatto riferimento a una condizione del terreno di tipo satura (AMC III) utilizzando la correlazione:

$$CN_{III} = CN_{II} / (0,43 + 0,0057 CN_{II})$$

7.3.2. Valori di portata Metodo SCS

Con riferimento ai parametri caratteristici del bacino definiti in precedenza, per i diversi tempi di ritorno e delle altezze di pioggia considerate, si ottengono i seguenti risultati.

Curva di riferimento	Q (tr 20) [mc/s]	Q (tr 200) [mc/s]	Q (tr 500) [mc/s]
Moncalieri	3,91	8,49	10,51
PAI	3,68	7,95	9,85
TCEV Regione Piemonte	3,67	7,93	9,96
Valori medi	3,75	8,12	10,11

TABELLA 12 - Portata Rio della Serra

Curva di riferimento	Q (tr 20) [mc/s]	Q (tr 200) [mc/s]	Q (tr 500) [mc/s]
Moncalieri	15,03	29,50	35,75
PAI	15,73	30,52	36,84
TCEV Regione Piemonte	16,06	31,40	38,44
Valori medi	15,61	30,48	37,01

TABELLA 13 - Portata Rio Mombello

7.4. PORTATE DI PROGETTO

Sulla base delle considerazioni svolte ai punti precedenti nella tabella seguente si riportano nella tabella seguente i valori di portata di progetto per i due bacini considerati.

	Q (tr 20) [mc/s]	Q (tr 200) [mc/s]	Q (tr 500) [mc/s]
Metodo razionale	5,80	8,37	9,41
Metodo SCS	3,75	8,12	10,11
Portata di progetto	5	8,5	10

TABELLA 14 – Portata di progetto Rio della Serra

Curva di riferimento	Q (tr 20) [mc/s]	Q (tr 200) [mc/s]	Q (tr 500) [mc/s]
Metodo razionale	15,00	21,53	24,17
Metodo SCS	15,61	30,48	37,01
Portata di progetto	15,5	26	30,5

TABELLA 15 - Portata di progetto Rio Mombello

	Q (tr 50) [mc/s]	Q (tr 200) [mc/s]	Q (tr 500) [mc/s]
Portata di progetto	55,16	67,14	78,28

TABELLA 16 – Portata di progetto Rio del Molino

Sulla base dei valori di portata definiti nel presente documento si è proceduto alla

analisi idraulica dei settori d'alveo ricadenti nell'ambito del territorio comunale. I risultati ottenuti e le procedure di verifica sono riportate nell'elaborato A2 "Relazione idraulica".

INDICE

1	PREMESSA	pag. 1
2	METODOLOGIA D'INDAGINE	“ 2
	2.1 ACQUISIZIONE DEI DATI	“ 2
	2.2 RILIEVI SUL TERRENO	“ 3
3	COMPETENZE AMMINISTRATIVE SUL CORSO D'ACQUA	“ 3
4	ASPETTI FISICI DEL BACINO E DEL CORSO D'ACQUA	“ 4
	4.1 FISIOGRAFIA	“ 4
	4.2 CARATTERISTICHE DEGLI ALVEI	“ 7
	4.3 GEOLOGIA	“ 8
	4.4 PERMEABILITÀ	“ 8
	4.5 USO DEL SUOLO	“ 9
	4.6 DINAMICA DI VERSANTE E TRASPORTO SOLIDO	“ 10
5	IDROLOGIA	“ 10
	5.1 DATI IDROLOGICI	“ 11
	5.2 ELABORAZIONI STATISTICHE DEI DATI PLUVIOMETRICI	“ 11
6	METODOLOGIA DI CALCOLO DELLE PORTATE DI PIENA	“ 14
	6.1 METODI RAZIONALI	“ 14
	6.2 METODO S.C.S.	“ 17
7	VALUTAZIONE DELLE PORTATE DI PIENA	“ 19
	7.1 STUDI PREGRESSI	“ 19
	7.2 METODO RAZIONALE	“ 20
	7.3 METODO SCS	“ 23
	7.4 PORTATA DI PROGETTO	“ 24

