



S.S. 18 - Km. 83,645 - Parco Gioioso -  
84025 - Santa Cedia - EBOLI - (SA) -  
Tel : 0828/601264 - Fax : 0828/600863 -  
Cell : 333/9989986 -  
P. IVA n. : 01816420655 -  
C.F. : LBR RFL 55C02 D390Y -  
WWW.LABROCCAPROGETTAZIONI.COM  
INFO@LABROCCAPROGETTAZIONI.COM

*Studio di Progettazione*  
*Ing. Raffaele La Brocca*

Pratica : 2013/0025	Regione CAMPANIA	Provincia SALERNO	Comune EBOLI
Prot. llo n° : 14/00043/U			

Oggetto :  
**PIANO URBANISTICO ATTUATIVO "SUB-AMBITO 1" -**  
**- SCHEDA N. 2 "CUPE" - DI INIZIATIVA PRIVATA -**  
(ai sensi della Legge Regionale n. 16 del 22/12/2004, art. 27, co. 1, lett. c) e s.m.i. del 05/01/2011, n. 1)

Elaborato :  
**Relazione Idrologica ed Idraulica**  
**ai sensi dell'art.47 comma 4 lettere a), b) e c) delle NTA del PAI**  
**dell'Autorità di Bacino Campania Sud ed Interregionale del fiume Sele**

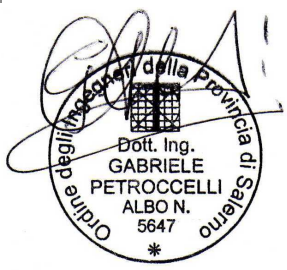

Committenti : <b>D'Arco Cosimo</b> <b>Nigro Gelsomino</b> <b>Albanese Rocco</b>	I Consulenti idraulici : <b>ing. Gabriele Petroccelli</b> <b>ing. Daniele Giafrida</b>
Approvazione Elaborato : Firme : _____ _____ _____	 

TAVOLA :	Agg. : 001 del Settembre 2014	Responsabile Progettazione : Ing. Raffaele La Brocca	Responsabile Direzione Lavori : Ing. Raffaele La Brocca
	Rev. : 001 del Settembre 2014	Scala : // // // // // -	Data : <b>Dicembre 2014</b>

Operatore : **Geom. Carmine La Brocca**     Arch. File : SERVERHP\Prat\2013-0025\Relaz.illustr.diProg.doc

- SPAZIO RISERVATO ALL'ENTE PUBBLICO -

**RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA ai sensi dell'art.47**  
**comma 4 lettere a), b) e c) delle NTA del PAI dell'Autorità di**  
**Bacino Campania Sud ed Interregionale del fiume Sele**

Oggetto: ***REDAZIONE DEL PIANO URBANISTICO ATTUATIVO “SUB-AMBITO 1” -  
SCHEDA N. 2 “CUPE” DI INIZIATIVA PRIVATA - PER LA REALIZZAZIONE DI  
UN COMPLESSO IMMOBILIARE RESIDENZIALE, UBICATO ALLA LOCALITA’  
CUPE, DEL COMUNE DI EBOLI (SA).***

Committente: **Sig. Cosimo D’Arco**  
**Sig. Mario Nigro**  
**Sig. Rocco Albanese**

Consulenti Idraulici: ***Dott. Ing. Gabriele Petroccelli***  
**Via Giuseppe Mezzacapo,85/A**  
**84036 Sala Consilina (SA)**  
**Isc. Ordine Ingegneri della Provincia di**  
**Salerno n.5647 - Tel. e Fax 0975.22645**  
**E-mail: [petroccelligabriele@tiscali.it](mailto:petroccelligabriele@tiscali.it)**

***Dott. Ing. Daniele GIAFFRIDA***  
**Via Pozzillo, n°9**  
**84036 Sala Consilina (SA)**  
**Isc. Ordine Ingegneri della Provincia di**  
**Salerno n.5672 - Tel. e Fax 0975.22645**  
**E-mail: [daning1@gmail.com](mailto:daning1@gmail.com)**

**RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA ai sensi dell'art.47 delle NTA del PAI**

**INDICE**

<b>1. NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>4</b>
<b>2. BREVE DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI DA REALIZZARE .....</b>	<b>5</b>
<b>3. CARATTERISTICHE GEOLOGICHE ED IDROLOGICHE DELL'AREA DI INTERVENTO</b>	<b>7</b>
<b>4. CALCOLO DEL FABBISOGNO IDRICO (ART.47 COMMA 4 LETTERA A).....</b>	<b>10</b>
<b>5. CALCOLO DEI REFLUI METEORICI E CIVILI CON DIM,ENSIONAMENTO E VERIFICA DI MASSIMA DELEL RETI DI SCARICO (ART.47 COMMA 4 LETTERA B) .....</b>	<b>14</b>
5.1 CALCOLO REFLUI METEORICI.....	14
5.2 DIMENSIONAMENTO DI MASSIMA DELLE RETE DI SCARICO DEI REFLUI METEORICI	17
5.3 DIMENSIONAMENTO VASCHE DI PRIMA PIOGGIA.....	22
5.4 CALCOLO REFLUI CIVILI.....	26
5.5 DIMENSIONAMENTO DI MASSIMA DELLE RETE DI SCARICO DEI REFLUI CIVILI ....	27
<b>6. BILANCIO IDROGEOLOGICO DELL'AREA DI INTERVENTO .....</b>	<b>32</b>
6.1 RIPARTIZIONE DELL'ACQUA NEL SOTTOSUOLO.....	32
6.2 MOVIMENTI DI ACQUA NEL SOTTOSUOLO.....	34
6.3 PROCEDIMENTO DI ANALISI.....	34
<b>7. SINTESI DEI RISULTATI .....</b>	<b>41</b>
<b>ALLEGATI .....</b>	<b>42</b>

## **RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA ai sensi dell'art.47 delle NTA del PAI**

### **PREMESSA**

Gli scriventi **Dott. Ing. Gabriele Petroccelli**, nato a Chiaromonte (PZ) il 04.12.1981, laureato in Ingegneria per l'ambiente ed il Territorio (indirizzo difesa del suolo) presso la Facoltà di Ingegneria dell'Università degli Studi di Napoli "Federico II", iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Salerno con n. 5647, con Studio professionale sito in Sala Consilina (SA) alla Via Pozzillo n°9 e **Dott. Ing. Daniele Giaffrida**, nato a Dachau (D) il 27.06.1981, laureato in Ingegneria Civile presso la Facoltà di Ingegneria dell'Università degli Studi di Napoli "Federico II", iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Salerno con n. 5672, con Studio professionale sito in Sala Consilina (SA) alla Via Pozzillo n°9 hanno ricevuto incarico, dai Committenti sig. Cosimo D'Arco, sig. Mario Nigro e sig. Rocco Albanese, nella loro qualità di richiedenti del PUA di cui all'oggetto, di redigere la presente relazione idrologica ed idraulica al fine di ottemperare a quanto disposto al comma 4, lettere a), b), c), dall'art. 47 "Norme di rinvio" delle Norme Tecniche di Attuazione del PsAI dell'Autorità di Bacino Campania Sud ed Interregione del fiume Sele.

L'art. 47 "Norme di rinvio" al comma 4 recita come segue:

<<.....>>

*4. Sul bacino idrografico del Sele, come individuato al precedente articolo 4, i progetti relativi a nuove costruzioni, nuovi insediamenti produttivi, nuove opere pubbliche o di interesse pubblico devono essere, in relazione all'entità dell'intervento, corredati della seguente documentazione:*

- a) calcolo del fabbisogno idrico effettuato in relazione alle esigenze scaturenti dalla tipologia dell'intervento, ovvero in funzione del numero di abitanti equivalenti, con attestazione del suo soddisfacimento resa dall'Ente erogatore del servizio;*
- b) calcolo dei reflui, sia essi meteorici, che civili e/o industriali con dimensionamento e verifica di massima delle reti di scarico, previsione delle eventuali opere di trattamento e smaltimento, indicazione dei recapiti finali, sia essi sistemi di reti fognari ovvero a tenuta, che impluvi naturali, in tale ultimo caso eventuale calcolo di verifica idraulica del corpo ricettore commisurato all'entità della portata da smaltire - il tutto nel rispetto del D. Lvo 152/06 e successive modifiche e/o integrazioni;*
- c) assenso da parte dell'Ente Deputato a ricevere i calcolati reflui, sia in caso di collettore fognario che di impianto di depurazione e, nel caso di smaltimento statico, dichiarazione di periodico espurgo da parte di ditta autorizzata. Per eventuali immissioni in alvei, previsione di adeguate opere di protezione allo sbocco;*

<<.....>>

---

**RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA ai sensi dell'art.47 delle NTA del PAI**

## **1. NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

---

La normativa cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo e progettazione e' la seguente:

- TESTO UNICO PER L'EDILIZIA DPR 380/01.
- D.lgs. 152/2006 Testo Unico Ambientale.
- NTA del PA dell'Autorità di Bacino Campania Sud ed Interregione del fiume Sele.
- Circolare Ministeriale n. 11633/74

Quest'ultima, in particolare, è denominata “ Istruzioni per la compilazione degli elaborati tecnici di progettisti di fognature” e prevede una serie di indicazioni quali, ad esempio, le quote di posa e i diametri minimi da assegnare agli specchi.

**RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA ai sensi dell'art.47 delle NTA del PAI**

**2. BREVE DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI DA REALIZZARE**

Il progetto prevede la realizzazione di un complesso immobiliare, costituito da cinque fabbricati a destinazione residenziale e direzionale, di un fabbricato residenziale a schiera bifamiliare e un fabbricato ad uso pubblico annesso alle attrezzature sportive, a destinazione di spogliatoi e servizi.

Il fabbricato residenziale a schiera si compone di due villette a schiera avente dimensioni in pianta di mt. 14,00 - mt. 18,30 ed è costituito da un piano seminterrato, adibito a locali di servizio, da un piano rialzato, adibito a zona giorno e da un piano primo, adibito a zona notte, aventi una superficie lorda di pavimento complessiva di mq. 291,26 di cui mq. 137,82 al piano rialzato w mq. 153,44 al piano primo.

Il fabbricato ad uso pubblico annesso alle attrezzature sportive si compone del solo piano terra avente dimensioni in pianta di mt. 28,60 - mt. 5,00, adibito a quattro locali spogliatoi e servizi per le attività sportive, per una superficie lorda di pavimento di mq. 115,03.

Il fabbricato residenziale, denominato con la lettera "A", ha una forma circolare con diametro di mt. 28,60 ed è costituito da cinque piani in elevazione, di cui un piano seminterrato adibito a cantinole per gli alloggi, un piano rialzato e primo, adibiti ad attività direzionali e un piano secondo, terzo e quarto, adibiti a residenze. Il fabbricato "A" si compone di otto attività direzionali e da dodici unità residenziali aventi ciascuno una superficie lorda di pavimento di mq. 74,02 oltre alla superficie lorda di pavimento del vano scala di ciascun piano di mq. 50,26.

I due fabbricati residenziali, denominati con la lettera "B", hanno una forma rettangolare e dimensioni in pianta di mt. 22,50 - mt. 14,20 e sono costituiti da quattro piani in elevazione, di cui un piano seminterrato, adibito a cantinole degli alloggi, un piano rialzato e primo, adibiti ad attività direzionali e un piano secondo e terzo, adibiti a residenze, oltre la copertura, adibita a locali di servizio. Ogni fabbricato "B" si compone di sei attività direzionali, di cui due avente ciascuno una superficie lorda di pavimento di mq. 86,28 e quattro avente ciascuno una superficie lorda di pavimento di mq. 99,50 e da sei unità residenziali aventi le medesime superficie lorde di pavimento delle attività direzionali.

I due fabbricati residenziali, denominati con la lettera "C" e "C1", hanno una forma rettangolare e dimensioni in pianta di mt. 24,60 - mt. 19,00 e sono costituiti da cinque piani in elevazione, di cui un piano rialzato e piano primo (del solo fabbricato "C1"), adibiti ad attività direzionali e piano primo (del solo fabbricato "C") piano secondo, terzo e quarto, adibiti a residenze. I fabbricati "C" e "C1" si

---

**RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA ai sensi dell'art.47 delle NTA del PAI**

compongono di dodici attività direzionali, avente ciascuno una superficie lorda di pavimento di mq. 94,415 e da ventiquattro unità residenziali, aventi superficie lorda di pavimento variabili da mq. 62,49 a mq. 94,415 a mq. 126,34.

I parcheggi pertinenziali saranno realizzati nelle corti pertinenziali dei fabbricati, mentre quelli pubblici sono stati ricavati nell'area pertinenziale delle attrezzature sportive pubbliche. Il bilancio delle aree a standard e la verifica urbanistica sarà eseguita nel paragrafo successivo.

Sulle coperture piane ed inclinate è stata prevista la realizzazione di un sistema di pensiline fotovoltaiche, volte alla produzione di energia prodotta da fonti alternative, al fine di migliorare il confort energetico dell'intero complesso edilizio.

## **RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA ai sensi dell'art.47 delle NTA del PAI**

### **3. CARATTERISTICHE GEOLOGICHE ED IDROLOGICHE DELL'AREA DI INTERVENTO**

L'area oggetto di studio, ove sarà realizzato il complesso residenziale in esame, è ubicata nel Comune di Eboli (SA) alla località Cupe, nonché è situata di fronte al centro commerciale "Le Bolle", nella fascia in esame le pendenze risultano insignificanti. Tutta la zona fa parte dell'imponente fascia di pianura della Piana del Sele.

L'appezzamento di terreno, che nei punti più elevati non supera i 80 mt. sul livello del mare, è costituita principalmente da un'unica formazione geologica composta da depositi di argille più o meno stratificati; tale argille sono rappresentate in diverse colorazioni che caratterizzano la vita delle stesse. L'area è riportata nel Nuovo Catasto Terreni del Comune di Eboli (SA) al foglio di mappa 19 particelle nn. 250 - 252 - 253 - 254 - 550 - 602 - 1083 - 1125, di superficie complessiva di mq. 19.883 su cui non insiste alcun manufatto edilizio

In località Cupe la geologia è caratterizzata da due complessi litologici che hanno caratteristiche molto diverse:

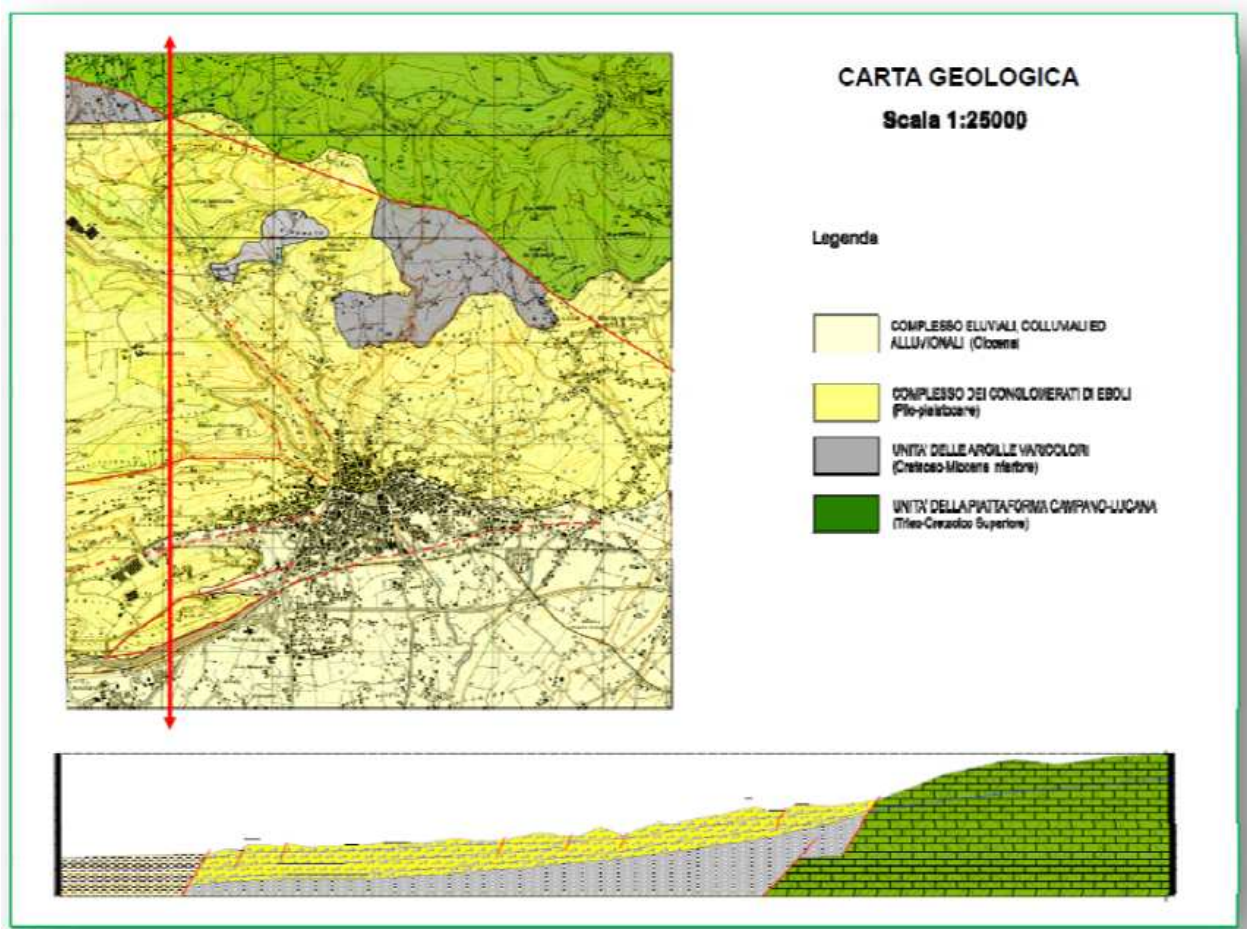
- **i depositi eluvio colluviali ed i terreni alluvionali del Supersistema Battipaglia - Persano (BP)**, costituenti il sottosuolo dell'area di interesse, che presentano una permeabilità d'insieme media e sono sede di orizzonti acquiferi sovrapposti laddove ai depositi fini e finissimi sono interdigitati con quelli a tessitura media e grossolana.
- **i depositi conglomeratici del Supersistema di Eboli (CE)**, affioranti in corrispondenza del dosso collinare Fontanelle, che sono caratterizzati da una permeabilità medio alta e, quindi, da un'elevata circolazione interna, che non permette la formazione di falde acquifere di una qualche importanza, se non alla profondità di diverse decine di metri; accumuli sovrapposti di varia portata possono prodursi, per limite di permeabilità, in corrispondenza di paleosuoli o di livelli cementati (crostoni), che sono distribuiti a diverse altezze nell'ambito della sequenza, o ancora per tamponamento da parte dei depositi argillosi di origine quaternaria che sono presenti nelle aree perimetrali al "serbatoio" conglomeratico. Dove per cause di ordine tettonico e stratigrafico si creano vie preferenziali per il deflusso idrico, nel complesso conglomeratico possono essere presenti acquiferi di portata anche



**RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA ai sensi dell'art.47 delle NTA del PAI**

rilevante, provenienti dal serbatoio carbonatico di M. S. Elmo, con cui i conglomerati vengono a contatto in corrispondenza delle faglie che lo delimitano perimetralmente.

Uno di essi viene a giorno nel settore sud-orientale del dosso collinare in parola, dando luogo alle cosiddette sorgenti delle “Fontanelle”, ubicate a circa 250 mt a sud-ovest del sito di interesse. La portata di queste emergenze, che era abbastanza elevata sino ad alcune decine di anni or sono (50 l/sec), si è ridotta nettamente dopo il terremoto del 1980.



Le caratteristiche litologiche permettono ancora che tali terreni siano molto permeabili e, non inglobando nella massa percentuali anche minime di terreni argillosi, non siano di conseguenza intaccati da fenomeni franosi.

Orbene, pur se nelle linee generali la costituzione geolitologica della Piana del Sele, bisogna precisare che in alcuni settori, come quello in oggetto di studio, la formazione argillosa risulta ricoperta da una coltre costituita da terreni da coltivazione.

### **RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA ai sensi dell'art.47 delle NTA del PAI**

Riguardo alla problematica della stabilità e degli eventuali fenomeni franosi, che è di fondamentale importanza negli studi geologico - tecnici riguardanti territori pianeggianti o aree leggermente in pendio, si può affermare che essa, nel nostro caso, presenta anche caratteristiche molto favorevoli riguardo alla stabilità.

In effetti, la morfologia dell'ambiente ove si trova l'area in esame, condizionata dalla formazione precedentemente descritta, risulta notevolmente stabile, in base all'alto grado di permeabilità del substrato, risultano quasi impercettibili e/o di trascurabile rilievo.

I caratteri idrografici e le particolarità geomorfologiche della valle ci consentono, pertanto, di affermare che non vi sono da temere alluvioni o azioni erosive tali da compromettere la stabilità che in qualche modo hanno influenza sull'area di sedime dei fabbricati da realizzare sul terreno di proprietà.

La falda freatica non si è rinvenuta nelle prime fasi di scavo, sono invece comparse piccole ed isolate falde superficiali del tutto localizzate alla quota di metri - 3,50 e non collegate con la falda principale che si rinviene più in profondità.

Da quanto detto ed esposto, si può chiaramente evincere e stabilire che i terreni, aventi funzioni di ricettori dei liquami di scarico sono essenzialmente a grana fina e rientrano nella categoria granulometrica "Limo con Argilla".

Il valore del coefficiente di permeabilità per i suddetti terreni in questione, attenendosi ai valori standard che si hanno per tale categoria granulometrica ed ai risultati di prove di permeabilità eseguite su campioni dello stesso terreno, può ritenersi che classifica il terreno in esame come: **moderatamente permeabile.**

## **RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA ai sensi dell'art.47 delle NTA del PAI**

### **4. CALCOLO DEL FABBISOGNO IDRICO (ART.47 COMMA 4 LETTERA A)**

In ingegneria idraulica la *dotazione idrica* è la quantità di acqua assegnata ad un abitante per soddisfare il suo fabbisogno idrico-potabile.

La dotazione idrica rappresenta la grandezza fondamentale in base alla quale vengono dimensionate tutte le opere idrauliche quali condotte di adduzione, reti di distribuzione urbane, capacità dei serbatoi, fognature, impianti di depurazione, ecc.

Il concetto di dotazione idrica media annua pro capite, espressa in l/ab giorno, è stato introdotto dal Piano Regolatore Generale degli Acquedotti (P.R.G.A.) disposto dalla Legge n.129 del 4 febbraio 1963 e approvato con D.M. del 16.03.1967 per superare le difficoltà della stima dei fabbisogni idrici globali dei centri abitati partendo dalle varie componenti dei fabbisogni stessi presenti nel singolo abitato (es. fabbisogni delle abitazioni private, fabbisogni idrici degli edifici pubblici e negli istituti collettivi pubblici e privati, fabbisogni idrici dei servizi pubblici vari, fabbisogni idrici delle utenze commerciali, turistiche, industriali e artigianali, ecc.). Infatti nel valore della dotazione idrica sono compresi tutti i suddetti fabbisogni pertanto dal suo prodotto con la popolazione futura da servire diviso il numero di secondi in un giorno si ha la portata media annua (in l/s) necessaria per alimentare un determinato abitato.

Definiamo, di seguito, alcuni concetti ricorrenti nella letteratura tecnica:

- Il “*fabbisogno idrico*” rappresenta il volume di acqua (in l/ab.giorno) necessario al soddisfacimento del bisogno idrico di una singola utenza;
- Il “*consumo idrico*” è il volume di acqua effettivamente consumato da una singola utenza e che viene restituito nell'ambiente dopo aver subito una degradazione qualitativa.

La determinazione del consumo idrico può essere quantificato, in fase di verifica, direttamente a livello delle singole utenze o macroscopicamente determinando la differenza del volume di acqua in arrivo al serbatoio a servizio dell'abitato e quello in uscita verso il centro urbano.

La determinazione del fabbisogno è invece molto più difficile da quantificare, in fase di pianificazione, anche perché non sempre i dati dei consumi si identificano con i fabbisogni.

La stima del fabbisogno idrico delle varie utenze è pertanto difficile anche perché dipende da molti fattori, quali il clima, il livello sociale ed economico, gli usi, le abitudini della popolazione, il costo

### **RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA ai sensi dell'art.47 delle NTA del PAI**

dell'acqua all'utilizzazione, ecc. Una stima del fabbisogno insufficiente comporterebbe un attingimento da parte delle utenze superiore all'entità delle risorse idriche disponibili con conseguente esaurimento della stessa senza che si raggiunga il soddisfacimento del bisogno; al contrario nel caso di sovrastima si avrebbe un consumo superiore al fabbisogno effettivamente necessario alla singola utenza con conseguente spreco della risorsa idrica.

A seconda della tipologia dei consumi si possono individuare diverse tipologie di utenze:

- **utenze delle abitazioni private** che comprendono principalmente quelli per: alimentazione, pulizia personale, cucina, lavaggio biancheria, pulizia della casa, innaffiamento dei giardini privati, pulizia delle auto, pulizia degli spazi condominiali, piscine private, ecc. ma anche quelli connessi alle utenze sempre presenti nel contesto urbano, quali.
- **utenze di edifici pubblici e istituti collettivi** quali: ospedali/cliniche private, scuole/università, caserme, mercati, penitenziari, ospizi, orfanotrofi, mattatoi, banche, uffici pubblici e privati, istituti religiosi, ecc.,
- **utenze per servizi pubblici vari** quali: fontanine pubbliche, lavaggio delle strade, innaffiamento giardini pubblici, impianti portuali (in particolare per il rifornimento delle navi), impianti ferroviari, impianti aeroportuali, servizio antincendio, impianti sportivi, pulizia serbatoi, pulizia fogne, ecc.
- **utenze commerciali e turistiche:** alberghi, pensioni campeggi, ristoranti, bar, esercizi commerciali in genere, ecc.;
- **utenze artigianali e industriali:** lavanderie, autolavaggi, officine meccaniche, stazioni di servizio, piccole industrie che prelevano dalla rete potabile acqua necessaria al personale ed i servizi igienici nonché ad eventuali specifici cicli di produzione.

#### Calcolo della dotazione idrica

Il fabbisogno idrico e la dotazione idrica nella pratica vengono determinati con riferimento alla popolazione residente. La scelta di fare riferimento alla popolazione residente nasce dalla maggiore disponibilità di dati rispetto a quelli relativi alla popolazione effettivamente presente.

**RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA ai sensi dell'art.47 delle NTA del PAI**

Quando un centro abitato è interessato da consistenti movimenti di popolazione dovuti a flussi turistici e/o pendolarismo, alla dotazione idrica dei residenti si deve aggiungere quella relativa alla popolazione fluttuante.

Il consumo dei residenti, in realtà, non coincide con la quantità di acqua consumata da un individuo residente ma con la somma di questa con una parte di acqua destinata agli ospedali, caserme, collegi, (abitanti stabili non residenti) nonché scuole, ed altre strutture pubbliche presenti nella città di residenza.

Solo gli eventuali contributi dei non residenti (es. pendolari, turisti) vengono conteggiati separatamente poiché i relativi consumi non vengono fatti rientrare in quelli ascrivibili alla popolazione residente nel bacino di utenza. Questo può chiarire, per quale ragione, in una grande città si debba distribuire una quantità di acqua procapite maggiore rispetto ad un'altra con minore popolazione residente.

Il fabbisogno base procapite (relativo ai soli usi domestici), tarato sugli attuali tenori di vita della popolazione italiana, è pari a circa 150÷200 l/ab\*giorno; questo valore va incrementato di un'aliquota che stima l'incidenza procapite dei consumi urbani collettivi. Tale incidenza cresce con la densità abitativa del nucleo urbano.

Per la stima dello standard per i residenti, in generale si può far riferimento, in modo piuttosto semplicistico, alla Classe demografica (popolazione residente), così come inizialmente proposto dal Piano Regolatore Generale degli Acquedotti (P.R.G.A.) del marzo 1967:

Popolazione	Dotazione idrica (l/ab*giorno)
case sparse	80
P<5.000	120
5.000<P<10.000	150
10.000<P<50.000	200
50.000<P<100.000	250
P>100.000	300
grandi città	500-700

**RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA ai sensi dell'art.47 delle NTA del PAI**

Tali valori sono da considerarsi al netto delle eventuali perdite nelle reti di adduzione, nei serbatoi e nelle reti distributive urbane. L'entità delle perdite in questo caso è stimato pari al 20% della dotazione netta.

**Calcolo del fabbisogno idrico**

**INPUT**

n. abitanti	103
dotazione idrica procapite	250 l/ab *giorno

$$\begin{aligned}
 \text{Fabbisogno Idrico} &= \text{dotazione idrica} \cdot \text{n. abitanti} = 250 \cdot 103 = 25.750 \frac{l}{\text{giorno}} \\
 &= 25,75 \text{ mc/giorno}
 \end{aligned}$$

Tale valore verrà incrementato di un 20% al fine di portare in conto le potenziali perdite summenzionate, pertanto:

$$\text{Fabbisogno Idrico} = 30.900 \frac{l}{\text{giorno}} = 30,90 \text{ mc/giorno}$$

In allegato alla presente, si riporta una planimetria con l'ubicazione del punto di allaccio alla rete idrica comunale.

**RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA ai sensi dell'art.47 delle NTA del PAI**

## **5. CALCOLO DEI REFLUI METEORICI E CIVILI CON DIMENSIONAMENTO E VERIFICA DI MASSIMA DELLE RETI DI SCARICO (ART.47 COMMA 4 LETTERA B)**

### **5.1 CALCOLO REFLUI METEORICI**

La portata dei reflui meteorici verrà stimata mediante il metodo VAPI del G.N.D.C.I./C.N.R., che correla le portate con le principali caratteristiche geomorfologiche dell'area, quali superficie e permeabilità.

Applicando tale metodologia si ha che la stima del max annuale delle portate al colmo di piena  $Q_T$  è fornita dalla seguente relazione:

$$Q_T = K_T \cdot m(Q)$$

#### Generalità

L'analisi idrologica dei valori estremi delle precipitazioni e delle piene in Campania è stata effettuata nel Rapporto VAPI Campania attraverso una metodologia di analisi regionale di tipo gerarchico, basata sull'uso della distribuzione di probabilità del valore estremo a doppia componente (TCEV - Two Component Extreme Value). Tale procedura si basa sulla considerazione che esistono zone geografiche via via più ampie che possono considerarsi omogenee nei confronti dei parametri statistici della distribuzione, man mano che il loro ordine aumenta.

Indicando con  $Q$  il massimo annuale della portata al colmo e con  $T$  il periodo di ritorno, cioè l'intervallo di tempo durante il quale si accetta che l'evento di piena possa verificarsi mediamente una volta, la massima portata di piena  $Q_T$  corrispondente al prefissato periodo di ritorno  $T$ , può essere valutata come:

$$Q_T = K_T \cdot m(Q) \quad (1.)$$

dove:

- $m(Q)$  = media della distribuzione dei massimi annuali della portata di piena (piena indice).
- $K_T$  = fattore probabilistico di crescita, pari al rapporto tra  $Q_T$  e la piena indice.

### **RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA ai sensi dell'art.47 delle NTA del PAI**

Per quanto attiene alla valutazione del fattore regionale di crescita e della legge di probabilità pluviometrica, il rapporto VAPI propone la formulazione riportata nei paragrafi che seguono.

#### Valutazione del fattore regionale di crescita

Nell'ambito del Progetto VAPI del G.N.D.C.I./C.N.R. il territorio nazionale è stato suddiviso in aree idrologicamente omogenee, caratterizzate pertanto da un'unica distribuzione di probabilità delle piene annuali rapportate al valore medio (legge regionale di crescita con il periodo di ritorno  $K_T(T)$ ).

L'indagine regionale volta alla determinazione di tale legge è stata svolta per la regione Campania nel Rapporto VAPI Campania sopra menzionato. I risultati sono stati ottenuti sotto forma di una relazione tra  $K_T$  e T esplicitata come:

$$T = \frac{1}{1 - \exp(-13.11 \cdot 0.0202^{K_T} - 0.923 \cdot 0.230^{K_T})} \quad (2.)$$

Questa relazione può essere valutata in prima approssimazione attraverso la seguente:

$$K_T = -0.0545 + 0,680 \cdot \ln T \quad (3.)$$

con un errore di sottostima al massimo di poco superiori al 15% fino a  $T=30$  anni e sempre inferiori al 4% per  $T>50$  anni.

Nella tabella A che segue sono riportati, per diversi periodi di ritorno, i valori di  $K_T$  ottenuti dall'equazione (3).



**RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA ai sensi dell'art.47 delle NTA del PAI**

T (anni)	$K_T$
2	0.87
5	1.29
10	1.63
20	2.03
30	2.26
50	2.61
100	3.07
300	3.83
500	4.17
1000	4.64

*Tabella A - Legge regionale di crescita delle portate per la regione Campania*

In particolare, la portata al colmo di piena delle acque meteoriche di scarico verrà determinata mediante una stima indiretta della piena media annua, ovvero mediante il criterio della regressione empirica.

**Regressione empirica:** Diverse formulazioni di tipo regressivo fra la piena media annua e le principali grandezze fisiche del bacino possono essere considerate; in particolare, per le sue prestazioni statistiche, valutate attraverso una tecnica di cross-validation, si propone qui la seguente relazione:

$$\mu(Q) = a \cdot A_{rid}^b$$

in cui con  $A_{rid}$  si intende l'area del bacino ridotta delle sue parti carbonatiche con copertura boschiva, espressa in  $km^2$ , mentre  $m(Q)$  è in  $m^3/s$ , ed i parametri valgono:

$$a = 3.2160$$

$$b = 0.7154$$

Per il calcolo della massima portata di piena si è fatto riferimento ad un evento meteorico con periodo di ritorno cinquantennale.

**RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA ai sensi dell'art.47 delle NTA del PAI**

**INPUT**

$A_{rid}$  0.0081 kmq

$\mu (Q)(m^3/s) = 0.102$  piena indice

$k_r = 2,61$  coefficiente di crescita

$Q_{50}$  Portata ( $m^3/s$ ) = 0.27 Portata reflui meteorici

In allegato alla presente, si riporta una planimetria con l'ubicazione del punto di allaccio alla rete comunale di raccolta della acque reflue meteoriche.

Con i valori di portata calcolati si procederà al dimensionamento di massima ed alla verifica della tubazione di progetto. Si è scelta una tubazione corrugata in pead a parete strutturate per reti fognarie non in pressione di diametro nominale DN400.

Diametro Esterno	Diametro Interno	Peso	Altezza della	Momento di inerzia	Spessore minimo	Passo costole	Momento Trasversal
200	176	1.90	12.00	0.050	1.4	16.500	245
250	218	2.60	16.00	0.138	1.7	44.000	637
315	273	3.70	21.00	0.254	1.9	49.000	1,253
350	300	4.50	25.00	0.458	2.0	43.800	2,848
400	344	5.90	28.00	0.523	2.3	54.300	3,266
465	400	7.90	32.50	0.938	2.5	52.800	7,649
500	427	9.40	36.50	1.009	2.8	66.000	8,127
580	500	13.00	40.00	1.827	3.0	65.900	18,119
630	533	14.90	48.50	1.984	3.3	88.000	19,279
700	600	17.50	50.00	3.560	3.5	75.400	41,402
800	690	22.90	55.00	4.069	4.1	87.000	47,612
930	800	31.80	65.00	7.275	4.5	105.500	93,248
1,000	853	38.40	73.50	7.823	5.0	107.000	99,426
1,200	1,025	50.30	87.50	15.376	5.0	131.000	203,414

**5.2 DIMENSIONAMENTO DI MASSIMA DELLE RETE DI SCARICO DEI REFLUI METEORICI**

Per il dimensionamento di massima della condotta di scarico dei reflui meteorici si adotterà lo schema di *moto uniforme*, ovvero moto permanente con portata, altezza idrica e velocità media costanti in ogni sezione, in alveo prismatico declive nel senso del moto e a pendenza costante, con pelo libero

**RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA ai sensi dell'art.47 delle NTA del PAI**

parallelo al fondo. Sotto questa ipotesi, la pendenza media disponibile  $i_m$ , definita come il rapporto tra la differenza di quota e la distanza fra la sezione di monte e quella di valle, è esattamente pari alla pendenza piezometrica  $J$ , che rappresenta la perdita di carico (dissipazione energetica) per unità di lunghezza.

Per il calcolo della portata di una tubazione funzionante a pelo libero si è utilizzata la formula di moto uniforme ed in particolare la formula di Chézy:

$$v = \chi \sqrt{R \cdot i}$$

dove

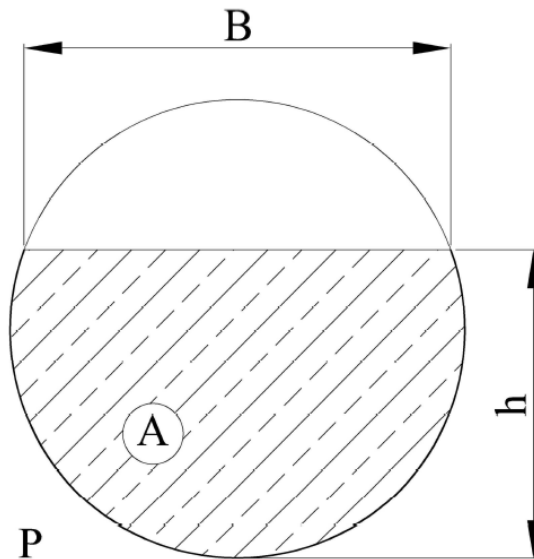
- $v$  velocità media del fluido in m/s;
- $\chi$  coefficiente di conduttanza dipendente dalla scabrezza relativa  $\epsilon/R$ , dal numero di Reynolds ( $Re$ ) e dalla forma della sezione;
- $R$  raggio idraulico definito come rapporto tra la superficie della sezione del flusso ( $A$ ) ed il contorno dello stesso che tocca il canale ( $P$ );
- $i$  pendenza in m/m.

Nel caso di tubazione circolare i due termini  $A$  e  $P$ , visualizzabili nella figura seguente, sono espressi dalle seguenti formule:

$$A = \frac{1}{2} r^2 \left\{ \left[ \frac{\pi}{90^\circ} \cdot \arccos \left( 1 - \frac{h}{r} \right) \right] - \text{sen} \left[ 2 \cdot \arccos \left( 1 - \frac{h}{r} \right) \right] \right\}$$

$$P = r \left[ \frac{\pi}{90^\circ} \cdot \arccos \left( 1 - \frac{h}{r} \right) \right]$$

**RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA ai sensi dell'art.47 delle NTA del PAI**



**Grandezze geometriche per il calcolo della portata**

In caso di deformazione per schiacciamento nelle tubazioni plastiche, l'area dell'ellissoide risultante tende a diminuire rispetto all'area del cerchio iniziale; restando inalterato il perimetro, il raggio idraulico quindi diminuisce proporzionalmente. Dal punto di vista idraulico, una percentuale di deformazione entro i limiti accettabili del 5,6% risulta poco influente sulle perdite di carico. Si può quindi affermare con sufficiente approssimazione che i parametri di flusso rimangano inalterati anche in caso di piccole deformazioni. Nel caso di moto assolutamente turbolento il coefficiente di conduttanza non è più dipendente dal numero di Reynolds e può essere espresso da formule empiriche che mettono in relazione tale coefficiente con il coefficiente di scabrezza ed il raggio idraulico.

Tra le formule di uso più comune per la determinazione della scabrezza si ricordano quelle di:

a) Bazin

$$\chi_B = \frac{87}{1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R}}}$$

b) Gauckler-Stricker

**RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA ai sensi dell'art.47 delle NTA del PAI**

$$\chi_{GS} = K_S \sqrt[6]{R}$$

dove  $\gamma$  e  $K_S$  sono dei parametri legati alla scabrezza della canalizzazione.

Si ricava quindi:

$$V_B = \chi_B \sqrt{R \cdot i}$$

$$V_{GS} = \chi_{GS} \sqrt{R \cdot i}$$

**INPUT**

Portata di progetto $Q_{50}$	0.41 mc/s
Condotta di progetto/verifica	$\Phi 400$ materiale plastico
Pendenza media	2%

**RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA ai sensi dell'art.47 delle NTA del PAI**



**DATI GEOMETRICI**

TIPO SEZIONE:  Rettangolare  Trapezia  Circolare

RAGGIO (m):

**SCABREZZA**

INDICE DI SCABREZZA:  Strickler  Manning

CATEGORIA:

TIPO:

SOTTOTIPO:

Selezionare una tipologia di superficie dall'elenco sovrastante o immettere direttamente il valore di scabrezza desiderato nella casella sottostante.

SCABREZZA ASSEGNATA:

**DATI DI CALCOLO**

INCOGNITA:  Altezza di moto uniforme  Pendenza  Portata

PENDENZA:

PORTATA (mc/s):

**RISULTATI**

ALTEZZA DI MOTO UNIFORME (m):	<input type="text" value="0.23"/>
PENDENZA (m/m):	<input type="text" value="0.020000"/>
PORTATA (mc/s):	<input type="text" value="0.27"/>
VELOCITÀ (m/s):	<input type="text" value="3.58"/>
ALTEZZA CINETICA (m):	<input type="text" value="0.66"/>
ENERGIA SPECIFICA (m):	<input type="text" value="0.89"/>
ALTEZZA CRITICA (m):	<input type="text" value="0.36"/>
PENDENZA CRITICA (m/m):	<input type="text" value="0.007047"/>
AREA BAGNATA (mq):	<input type="text" value="0.08"/>
CONTORNO BAGNATO (m):	<input type="text" value="0.69"/>
RAGGIO IDRAULICO (m):	<input type="text" value="0.109"/>
LARGHEZZA IN SUPERFICIE (m):	<input type="text" value="0.40"/>
NUMERO DI FROUDE:	<input type="text" value="2.62"/>
TIPO ALVEO:	<input type="text" value="forte pendenza"/>
GRADO DI RIEMPIMENTO (%):	<input type="text" value="57.84"/>

**RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA ai sensi dell'art.47 delle NTA del PAI**

### **5.3 DIMENSIONAMENTO VASCHE DI PRIMA PIOGGIA**

Prima di sversare i reflui meteorici nella fognatura comunale si è pensato di chiarificare gli stessi trattandoli attraverso delle vasche di prima pioggia (v. planimetria rete di raccolta e smaltimento reflui meteorici).

#### Funzione e utilizzo degli impianti di prima pioggia

L'inquinamento associato alle acque di scorrimento superficiale di aree urbanizzate è una delle principali cause di alterazione della qualità dei corpi ricettori. Infatti, nelle aree urbane le acque meteoriche dilavano un miscuglio eterogeneo di sostanze disciolte, colloidali e sospese.

Una parte significativa del carico inquinante delle acque di pioggia deriva dal dilavamento atmosferico di inquinanti di origine naturale e antropica. In prevalenza, il carico inquinante di origine atmosferica riguarda i composti disciolti (metalli, cloruri, sodio). La troposfera inoltre contiene aerosol, polveri e gas inquinanti come CO, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, e idrocarburi volatili provenienti da immissioni industriali e veicolari e da processi di combustione incompleti. In particolare alta è la presenza in prossimità di zone ad alta densità abitativa di metalli pesanti connessi al traffico su ruota: Zn e Cd sono associati all'usura dei pneumatici, Cr e Cu alla corrosione della carrozzeria e delle parti meccaniche in movimento, Pb e Ni agli scarichi dei veicoli e agli oli lubrificanti.

Successivamente l'acqua entra in contatto con le superfici urbane, dalle quali rimuove una parte del materiale accumulato durante i periodi asciutti. Tale materiale deriva dalla deposizione atmosferica nei periodi secchi, dal traffico veicolare (derivati di combustione dei carburanti, usura dei pneumatici, parti meccaniche e impianto frenante dei veicoli, corrosione della carrozzeria, etc.), da rifiuti in prevalenza organici, dalla vegetazione, dall'erosione del suolo ed alla corrosione delle superfici.

Infine, l'acqua giunge alla rete fognaria, dove può risospingere i sedimenti qui precedentemente accumulati durante i periodi caratterizzati da piccole portate. A causa delle interazioni tra precipitazione, atmosfera e superfici dilavate, particolare rilevanza ambientale assumono dunque le cosiddette acque di prima pioggia: esse sono costituite dal volume d'acqua meteorica di scorrimento defluito durante la prima parte della precipitazione. Tale frazione di pioggia è caratterizzata da elevate concentrazioni di sostanze inquinanti e richiedono particolari procedure di smaltimento.

## **RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA ai sensi dell'art.47 delle NTA del PAI**

### Quadro legislativo essenziale

L'art. 113 del Decreto Legislativo 6 aprile 2012 n°152 e smi riguardante le acque meteoriche di dilavamento e acque di prima pioggia afferma che vanno disciplinate “ ai fini della prevenzione dai rischi idraulici ed ambientali”, rimandando alle regioni l'autorità in materia.

Da un punto di vista cronologico, la prima regolamentazione ad affrontare l'argomento in modo diretto è la legge regionale della Lombardia del 27 maggio 1985 n°62 relativa alla “*Disciplina degli scarichi degli insediamenti civili delle fognature pubbliche e tutela delle acque sotterranee dall'inquinamento*”. L'art. 20 comma 2 di tale legge regionale definisce “acque di prima pioggia” quelle corrispondenti per ogni evento meteorico ad una precipitazione di 5 mm uniformemente distribuita sull'intera superficie scolante servita dalla rete di drenaggio. Lo stesso articolo stabilisce che, ai fini del calcolo delle portate, tale precipitazione deve considerarsi avvenire per una durata di 15 minuti. Successivamente lo stesso Consiglio Regionale ha chiarito che devono considerarsi acque di prima pioggia risultanti da eventi meteorici che si succedono a distanza l'uno dall'altro non inferiore a 96 ore e provenienti da superfici scolanti di estensione superiore a 2000 m<sup>2</sup> (computati escludendo le aree a verde). Le rimanenti regioni si sono per la maggior parte allineate alla normativa della regione Lombardia, la quale è ormai adottata da quasi tutte le regioni italiane.

La necessità di avviare al trattamento le acque di prima pioggia richiede la predisposizione di opportuni volumi di immagazzinamento, vasche di prima pioggia, che consentano di immagazzinare tali acque onde rispettare le ridotte portate che caratterizzano normalmente gli impianti di depurazione

### Vasche di prima pioggia di tipo tradizionale

Nella pratica corrente, le acque di prima pioggia vengono separate da quelle successive (seconda pioggia) e rilanciate all'unità di trattamento (Dissabbiatori, Disoleatori, etc) tramite un bacino di accumulo interrato di capacità tale da contenere il volume d'acqua corrispondente ai primi 5mm di pioggia caduta sulla superficie scolante di pertinenza dell'impianto.

Il bacino è preceduto da un pozzetto separatore che contiene al proprio interno uno stramazzo su cui sfiorano le acque di seconda pioggia dal momento in cui il pelo libero dell'acqua nel bacino raggiunge il livello della soglia dello stramazzo. Nel bacino è di solito prevista una pompa di svuotamento che viene



**RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA ai sensi dell'art.47 delle NTA del PAI**

attivata automaticamente da una sonda rivelatrice di pioggia.

**Acque di Prima pioggia:**

Sono identificate nei primi 5 mm di acqua meteorica di dilavamento, uniformemente distribuita su tutta la superficie scolante servita dal sistema di drenaggio. Per il calcolo delle relative portate si assume che tale valore venga raggiunto dopo un periodo di tempo di 15 minuti di pioggia. Di seguito si elencano i coefficienti di afflusso alla rete:

Coefficiente di afflusso	Superficie
1	Superfici totalmente impermeabili
0,8	Cemento o ardesia
0,3	Ghiaia
0,3	Stabilizzato

**Acque di seconda pioggia:**

Sono identificate come le acque meteoriche di dilavamento, derivanti dalla superficie scolante servita dal sistema di drenaggio e avviata allo scarico nel corpo recettore in tempi successivi a quelli definiti per il calcolo delle acque di prima pioggia (dopo i primi 15 minuti).

**Acque reflue di dilavamento :**

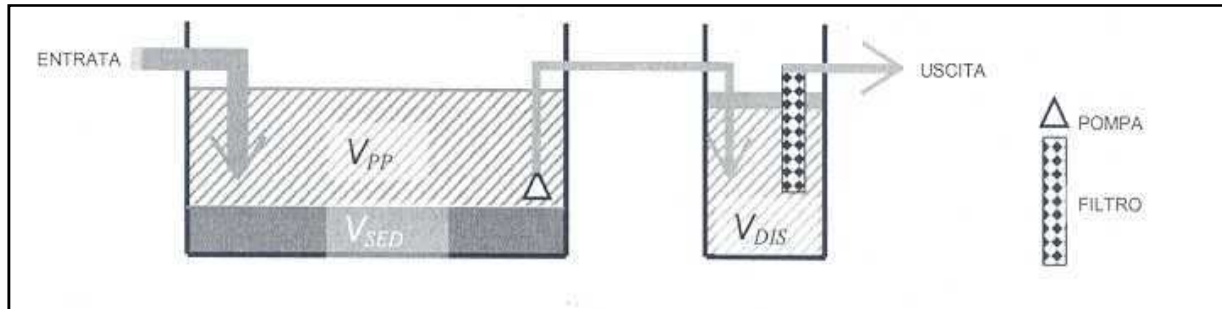
Il dilavamento delle superfici scoperte, in relazione alle attività che in esse si svolgono o agli usi previsti, non si esaurisce con le acque di prima pioggia bensì si protrae nell'arco di tempo in cui permangono gli eventi piovosi.

In linea generale tali condizioni si realizzano quando non sono state adottate le misure atte ad evitare/contenere, durante il periodo di pioggia, il dilavamento delle zone nelle quali si svolgono fasi di lavorazione o attività di deposito/stoccaggio di materie prime/scarti o rifiuti.

A titolo esemplificativo rientrano in questo ambito particolari lavorazioni che per loro natura non possono essere svolte di norma in ambienti chiusi o per le quali non è fattibile realizzare interventi di protezione dalle acque di pioggia, ovvero le operazioni per loro natura tipicamente "sporcanti".

Il sistema di trattamento delle acque di prima pioggia previsto in progetto è costituito da un impianto di sedimentazione e da un successivo impianto di disoleazione.

**RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA ai sensi dell'art.47 delle NTA del PAI**



**SCHEMA DI FLUSSO IMPIANTO DI TRATTAMENTO ACQUE DI PRIMA PIOGGIA**

Volume totale delle vasche = volume  $V_{PP} + V_{SED}$

Volume di prima pioggia:  $V_{PP} = S \times 5 \text{ mm}$

Portata :  $Q = S \times i$

Volume di sedimentazione (volume dei fanghi):  $V_{SED} = Q \times C_f$

$V_{PP}$ : Volume utile della vasca di prima pioggia  $\text{m}^3$

$Q$ : Portata dei reflui dovuta all'evento meteorico  $\text{l/s}$

$S$ : Superficie scolante drenante servita dalla rete di drenaggio  $\text{Ha}$

$i$ : Intensità delle precipitazioni piovose definita pari a  $0,0056 \text{ l/s m}^2$

$C_f$  Coefficiente della quantità di fango prevista per le singole tipologie di lavorazione

$V_{SED}$ : Volume utile della vasca di sedimentazione dei fanghi  $\text{m}^3$

Volume del disoleatore:  $V_{DIS} = Q_p \times t_s$

$V_{DIS}$ : Volume disoleatore  $\text{m}^3$

$Q_p$ : Portata della pompa dell'impianto  $\text{l/s}$  . Deve essere maggiore/uguale di  $1 \text{ l/s}$ .

$t_s$ : Tempo di separazione  $\text{min}$  . È in funzione della densità dell'olio.

DATI D'INGRESSO

$S$  (Superficie impermeabile) =  $6.249,25 \text{ mq}$ ;

$Q_p$  (portata della pompa dell'impianto) =  $2,64 \text{ l/sec}$ ;

$t_s$  (Tempo di separazione  $\text{min}$ ) =  $16,6 \text{ min}$  (per reflui con densità dell'olio  $< 0,85 \text{g/cm}^3$ );

Coefficiente quantità di fango ridotta pari a 100.

**RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA ai sensi dell'art.47 delle NTA del PAI**

DIMENSIONAMENTO VOLUME PRIMA PIOGGIA ( $V_{PP}$ ):

$$V_{PP} = S \times 5 \text{ mm} = 6.249,25 \text{ mq} \times 0,005 \text{ m} = 31,25 \text{ mc}$$

PORTATA (Q):

$$Q = S \times i = 6.249,25 \text{ mq} \times 0,0056 \text{ l/s m}^2 = 34,99 \text{ l/s}$$

DIMENSIONAMENTO VOLUME DI SEDIMENTAZIONE ( $V_{SED}$ ):

$$V_{SED} \text{ (m}^3\text{)} = Q \times C_f = 34,99 \text{ l/s} \times 100/1000 = 3,50 \text{ m}^3$$

DIMENSIONAMENTO VOLUME DI DISOLEAZIONE ( $V_{DIS}$ ):

$$V_{DIS} = QP \times t_s = 2,64 \text{ l/sec} \times 16,6 \text{ min} \times 60 \text{ s} / 1000 = 2,63 \text{ mc}$$

## 5.4 CALCOLO REFLUI CIVILI

Il calcolo della portata fecale media e di punta si effettua sulla base delle utenze servite dal tratto fognario in esame (determinate tenendo conto della densità abitativa e dell'estensione dell'area servita dal tratto), valutando la dotazione idrica a disposizione, il coefficiente di punta e tenendo conto anche di un coefficiente di dispersione che quantifichi qualitativamente le perdite (si assume che tale coefficiente sia pari a 0,8). Nel caso di specie il calcolo di specie il calcolo verrà effettuato per un numero di abitanti equivalenti complessivi pari a 82 (41 residenti + 41 non residenti) con un coefficiente di punta pari a 4

$$Q_{f,m} = \frac{d_{idrica} \cdot nab \cdot 0,8}{86400}$$

$$c_p = 20 \cdot Nab^{-0,2}$$

$$Q_{f,p} = Q_{f,m} \cdot c_p$$

Pertanto la portata fecale media risulta pari a

**RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA ai sensi dell'art.47 delle NTA del PAI**

$$Q_{f.m} = 0,24 \frac{l}{s}$$

Mentre la portata fecale di punta risulta pari a 4

$$Q_p = 0,96 \frac{l}{s}$$

In allegato alla presente, si riporta una planimetria con l'ubicazione del punto di allaccio alla rete comunale di raccolta della acque reflue civili.

Con i valori di portata calcolati si procederà al dimensionamento di massima ed alla verifica della tubazione di progetto. Si è scelta una tubazione corrugata in pead a parete strutturate per reti fognarie non in pressione di diametro nominale DN300.

Diametro Esterno	Diametro Interno	Peso	Altezza della	Momento di inerzia	Spessore minimo	Passo costole	Momento Trasversal
200	176	1.90	12.00	0.050	1.4	16.500	245
250	218	2.60	16.00	0.138	1.7	44.000	637
315	273	3.70	21.00	0.254	1.9	49.000	1,253
350	300	4.50	25.00	0.458	2.0	43.800	2,848
400	344	5.90	28.00	0.523	2.3	54.300	3,266
465	400	7.90	32.50	0.938	2.5	52.800	7,649
500	427	9.40	36.50	1.009	2.8	66.000	8,127
580	500	13.00	40.00	1.827	3.0	65.900	18,119
630	533	14.90	48.50	1.984	3.3	88.000	19,279
700	600	17.50	50.00	3.560	3.5	75.400	41,402
800	690	22.90	55.00	4.069	4.1	87.000	47,612
930	800	31.80	65.00	7.275	4.5	105.500	93,248
1,000	853	38.40	73.50	7.823	5.0	107.000	99,426
1,200	1,025	50.30	87.50	15.376	5.0	131.000	203,414

## 5.5 DIMENSIONAMENTO DI MASSIMA DELLE RETE DI SCARICO DEI REFLUI CIVILI

Per il dimensionamento di massima della condotta di scarico dei reflui meteorici si adotterà lo schema di **moto uniforme**, ovvero moto permanente con portata, altezza idrica e velocità media costanti in ogni sezione, in alveo prismatico declive nel senso del moto e a pendenza costante, con pelo libero parallelo al fondo. Sotto questa ipotesi, la pendenza media disponibile  $i_m$ , definita come il rapporto

**RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA ai sensi dell'art.47 delle NTA del PAI**

tra la differenza di quota e la distanza fra la sezione di monte e quella di valle, è esattamente pari alla pendenza piezometrica  $J$ , che rappresenta la perdita di carico (dissipazione energetica) per unità di lunghezza.

Per il calcolo della portata di una tubazione funzionante a pelo libero si è utilizzata la formula di moto uniforme ed in particolare la formula di Chézy:

$$v = \chi \sqrt{R \cdot i}$$

dove

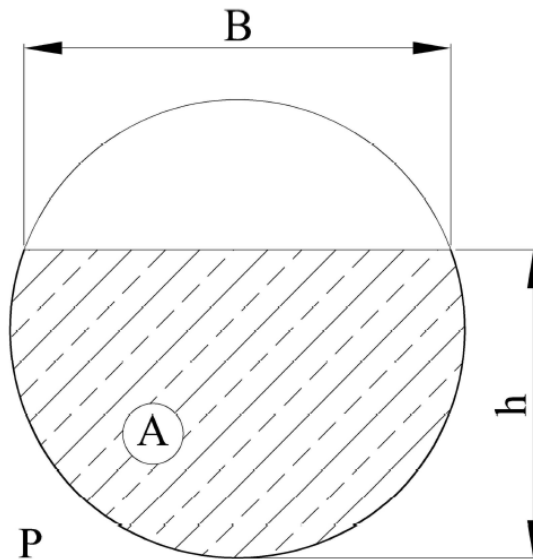
- $v$  velocità media del fluido in m/s;
- $c$  coefficiente di conduttanza dipendente dalla scabrezza relativa  $\epsilon/R$ , dal numero di Reynolds ( $Re$ ) e dalla forma della sezione;
- $R$  raggio idraulico definito come rapporto tra la superficie della sezione del flusso ( $A$ ) ed il contorno dello stesso che tocca il canale ( $P$ );
- $i$  pendenza in m/m.

Nel caso di tubazione circolare i due termini  $A$  e  $P$ , visualizzabili nella figura seguente, sono espressi dalle seguenti formule:

$$A = \frac{1}{2} r^2 \left\{ \left[ \frac{\pi}{90^\circ} \cdot \arccos \left( 1 - \frac{h}{r} \right) \right] - \text{sen} \left[ 2 \cdot \arccos \left( 1 - \frac{h}{r} \right) \right] \right\}$$

$$P = r \left[ \frac{\pi}{90^\circ} \cdot \arccos \left( 1 - \frac{h}{r} \right) \right]$$

**RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA ai sensi dell'art.47 delle NTA del PAI**



**Grandezze geometriche per il calcolo della portata**

In caso di deformazione per schiacciamento nelle tubazioni plastiche, l'area dell'ellissoide risultante tende a diminuire rispetto all'area del cerchio iniziale; restando inalterato il perimetro, il raggio idraulico quindi diminuisce proporzionalmente. Dal punto di vista idraulico, una percentuale di deformazione entro i limiti accettabili del 5,6% risulta poco influente sulle perdite di carico. Si può quindi affermare con sufficiente approssimazione che i parametri di flusso rimangano inalterati anche in caso di piccole deformazioni. Nel caso di moto assolutamente turbolento il coefficiente di conduttanza non è più dipendente dal numero di Reynolds e può essere espresso da formule empiriche che mettono in relazione tale coefficiente con il coefficiente di scabrezza ed il raggio idraulico.

Tra le formule di uso più comune per la determinazione della scabrezza si ricordano quelle di:

a) Bazin

$$\chi_B = \frac{87}{1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R}}}$$

b) Gauckler-Stricker

**RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA ai sensi dell'art.47 delle NTA del PAI**

$$\chi_{GS} = K_S \sqrt[6]{R}$$

dove  $\gamma$  e  $K_S$  sono dei parametri legati alla scabrezza della canalizzazione.

Si ricava quindi:

$$V_B = \chi_B \sqrt{R \cdot i}$$

$$V_{GS} = \chi_{GS} \sqrt{R \cdot i}$$

**INPUT**

Portata di progetto $Q_p$	<b>0.00096 mc/s</b>
Condotta di progetto/verifica	<b>Φ300 materiale plastico</b>
Pendenza media	<b>2%</b>

**RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA ai sensi dell'art.47 delle NTA del PAI**



**DATI GEOMETRICI**

TIPO SEZIONE:  Rettangolare  Trapezia  Circolare
 RAGGIO (m):

**SCABREZZA**

INDICE DI SCABREZZA:  Strickler  Manning  
 CATEGORIA:   
 TIPO:   
 SOTTOTIPO:   
 SCABREZZA ASSEGNATA:

Selezionare una tipologia di superficie dall'elenco sovrastante o immettere direttamente il valore di scabrezza desiderato nella casella sottostante.

**DATI DI CALCOLO**

INCOGNITA:  Altezza di moto uniforme  Pendenza  Portata  
 PENDENZA:   
 PORTATA (mc/s):

**RISULTATI**

ALTEZZA DI MOTO UNIFORME (m):   
 PENDENZA (m/m):   
 PORTATA (mc/s):   
 VELOCITÀ (m/s):   
 ALTEZZA CINETICA (m):   
 ENERGIA SPECIFICA (m):   
 ALTEZZA CRITICA (m):   
 PENDENZA CRITICA (m/m):   
 AREA BAGNATA (mq):   
 CONTORNO BAGNATO (m):   
 RAGGIO IDRAULICO (m):   
 LARGHEZZA IN SUPERFICIE (m):   
 NUMERO DI FROUDE:   
 TIPO ALVEO:   
 GRADO DI RIEMPIMENTO (%):



---

**RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA ai sensi dell'art.47 delle NTA del PAI**

## 6. BILANCIO IDROGEOLOGICO DELL'AREA DI INTERVENTO

---

### 6.1 RIPARTIZIONE DELL'ACQUA NEL SOTTOSUOLO

I diversi tipi di acque (igroscopica, pellicolare, capillare e gravifica) si ripartiscono in diverse zone di umidità secondo uno schema fisso che può presentare varianti, non sostanziali, in relazione al clima, all'alimentazione ed al tipo di acquifero. Per semplicità, si consideri il caso teorico di una roccia permeabile per porosità, poggiante su un substrato impermeabile orizzontale. Si supponga che l'acquifero sia stato alimentato uniformemente dall'acqua atmosferica, che questa si sia infiltrata totalmente e uniformemente fino a raggiungere il substrato, che abbia saturato l'acquifero fino ad un certo livello e che, successivamente, questo sia stato sottoposto al fenomeno di evapotraspirazione. Così come è evidenziato nella fig.1, si possono distinguere due zone di umidità principali: la **zona di saturazione** (corrispondente alla parte inferiore dell'acquifero) dove tutti i meati sono saturi e la **zona di aerazione** (corrispondente alla parte superiore) dove circolano aria e acqua nello stesso tempo.

**RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA ai sensi dell'art.47 delle NTA del PAI**

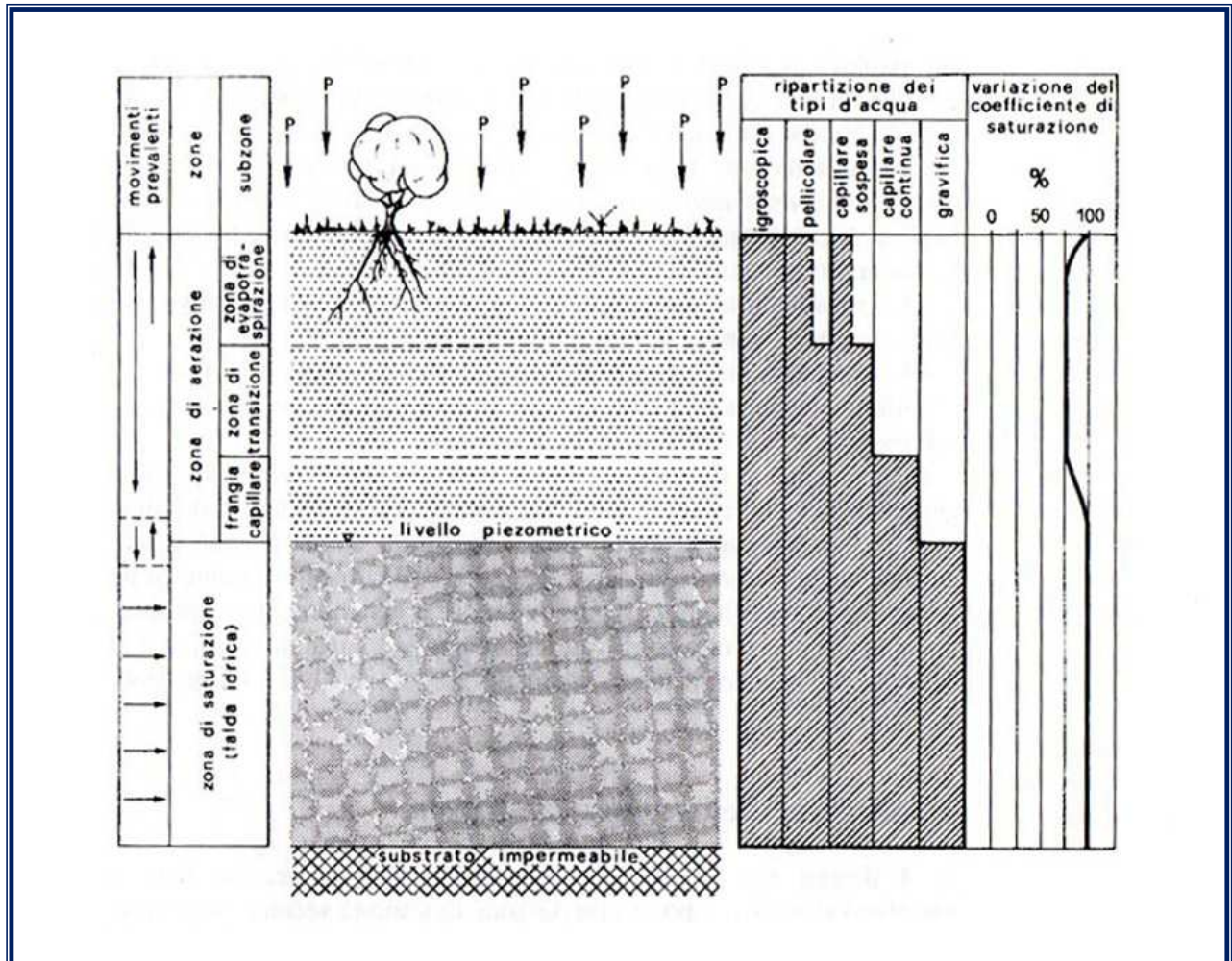


Fig. 1- Ripartizione dell'acqua nel sottosuolo (da Civita, in Ippolito ed altri, 1975)

L'acqua che circola nella zona di saturazione è chiamata **falda idrica** o semplicemente **falda**. La superficie che la separa dalla zona di aerazione è detta **superficie piezometrica** ed il livello relativo è chiamato **livello piezometrico**. La falda si muove, per effetto della gravità, con spostamenti a prevalente componente orizzontale.

Nella zona di aerazione, dove i movimenti dell'acqua hanno una prevalente componente verticale, si possono distinguere tre sub-zone (fig.1): la **frangia capillare**, la **zona di transizione**, la **zona di evapotraspirazione**.

La frangia capillare è caratterizzata dalla presenza di acqua capillare continua e sospesa. La zona di transizione è posta al di sopra della frangia capillare e non ha alcun legame idraulico con la falda. I

## **RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA ai sensi dell'art.47 delle NTA del PAI**

pori sono occupati dall'acqua igroscopica, dall'acqua pellicolare, dal vapore acqueo e dall'acqua capillare sospesa.

La zona di evapotraspirazione è quella più superficiale, dove l'acqua che vi penetra può essere riportata nell'atmosfera per l'azione combinata dei fenomeni di evaporazione e di traspirazione. I meati sono occupati dagli stessi tipi di acque della sub-zona sottostante, ma varia sensibilmente il coefficiente di saturazione (normalmente tra il **75% ed il 100%**) a seconda del clima, dell'alimentazione dell'acquifero e della presenza o meno di copertura vegetale. Lo spessore medio della zona di evapotraspirazione è di circa **1-2 metri**, ma può raggiungere profondità maggiori in relazione alla lunghezza delle radici della vegetazione.

La superficie piezometrica è continuamente soggetta a variazioni di livello entro una **fascia di oscillazione** la cui ampiezza varia di anno in anno.

### **6.2 MOVIMENTI DI ACQUA NEL SOTTOSUOLO**

Le acque di infiltrazione efficace sono soggette ad una circolazione sotterranea molto complessa, con percorsi che variano soprattutto in relazione alle caratteristiche idrogeologiche dei diversi acquiferi ed ai loro reciproci rapporti geometrici.

Schematicamente si possono distinguere due tipi di movimenti principali: **sub-verticali e sub-orizzontali (fig.1)**. I movimenti sub-verticali, nei quali c'è una netta prevalenza della componente verticale rispetto a quella orizzontale, riguardano la zona di aerazione. Ci si riferisce al movimento discendente legato alla percolazione delle acque verso la falda, al movimento ascendente dovuto alla capillarità ed alle oscillazioni del livello piezometrico (con alternanza di movimenti ascendenti e discendenti).

I movimenti sub-orizzontali coincidono con il deflusso della falda e comportano il trasferimento di quantitativi d'acqua, variabili nel tempo, dalle zone di alimentazione a quelle di recapito.

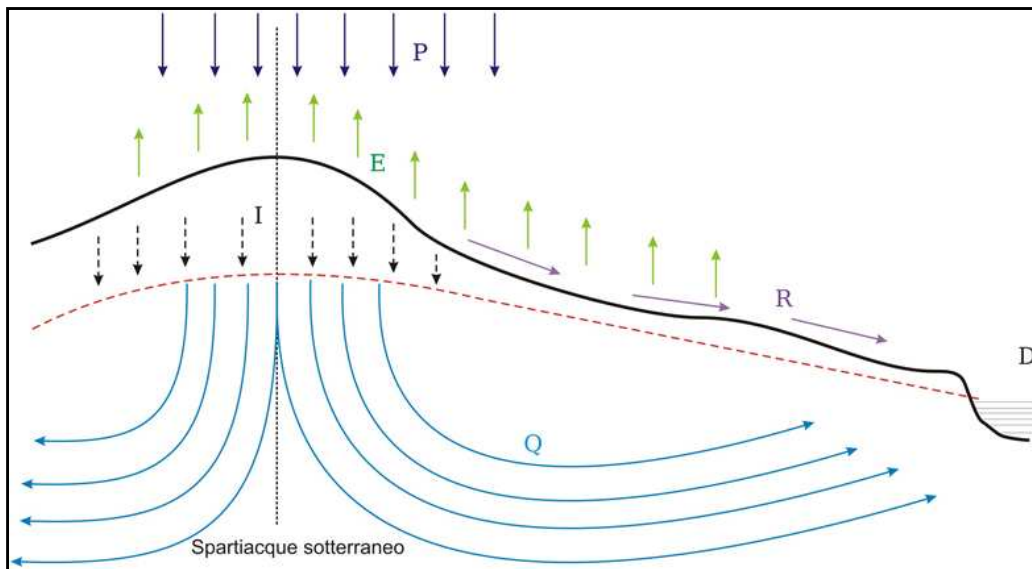
### **6.3 PROCEDIMENTO DI ANALISI**

L'acqua compie un ciclo chiuso il cui motore è rappresentato dall'energia solare e dalla forza di gravità.

**RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA ai sensi dell'art.47 delle NTA del PAI**

Appresso verrà affrontato lo studio idrologico locale per l' area oggetto di intervento. Per bilancio idrologico di un'area, della quale si voglia giungere alla valutazione delle risorse idriche disponibili, si intende il calcolo analitico dei singoli parametri dell'espressione seguente:

$$P = E_r + R + I$$



*Schema del bilancio idrogeologico*

dove:

- **P** rappresenta gli apporti idrici diretti costituiti dagli afflussi meteorici;
- **E<sub>r</sub>** rappresenta l'evapotraspirazione reale e costituisce una perdita idrologica;
- **P-E<sub>r</sub>** rappresenta la precipitazione efficace sull'area.
- **R+I** rappresenta il deflusso idrico globale presunto, indicato anche con **D<sub>p</sub>** come riportato nella seguente relazione:

$$P - E_r = R + I = D_p$$

Il deflusso idrico globale presunto (**D<sub>p</sub>**) è costituito da due aliquote:

- una che contribuisce al ruscellamento superficiale indicata con **R**;
- una che contribuisce all'alimentazione delle falde profonde, indicata con **I**, a cui si dà il nome di infiltrazione efficace presunta.

## **RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA ai sensi dell'art.47 delle NTA del PAI**

In questa sede, in particolare, sarà interessante valutare l'aliquota di infiltrazione efficace (I), la quale alimenta le falde acquifere, nel nostro bacino idrografico, al fine di poter stimare i potenziali volumi d'acqua attingibili dalla sorgente. Il bilancio idrologico sarà pertanto valutato come di seguito.

### **PRECIPITAZIONE METEORICA**

Per la stima dell'apporto idrico diretto si farà riferimento al valore medio dell'altezza di pioggia totale annua osservata al pluviometro del Servizio Idrografico e Mareografico di Eboli. Il dato di interesse è stato estratto dallo Studio idrologico del bacino idrografico del Sele (Annali Idrologici Parte I).

Si osservi inoltre che il termine rappresentativo dell'apporto idrico P prevede in generale sia quelli diretti che indiretti. Il calcolo degli apporti idrici indiretti, inteso come il contributo al bilancio idrologico che proviene dall'alimentazione superficiale (laghi, fiumi, ecc.) , nel caso in esame è nulla.

### **EVAPOTRASPIRAZIONE REALE**

L'evapotraspirazione, intesa come somma dell'evapotraspirazione reale (o effettiva  $E_r$ ) e dell'evaporazione ( $E_v$ ), è un parametro di non facile valutazione in quanto dipende da molteplici fattori tra loro interagenti.

Nei nostri territori, se si escludono zone particolari, l'incidenza dell'evaporazione sui bilanci idrologici, è generalmente trascurabile, perché il fenomeno risulta limitato ad aree limitatamente ristrette.

Per il calcolo dell'evapotraspirazione reale, nelle normali applicazioni pratiche ci si serve di formule empiriche, le più semplici delle quali sono basate principalmente sull'utilizzazione dei dati di temperatura del suolo.

Nella presente indagine si farà riferimento alla ben nota formula di Turc che associa l'evapotraspirazione reale della zona alla precipitazione media annua P (mm/a) ed alla temperatura media dell'aria (T in °C) su un periodo di riferimento sufficientemente lungo da risultare statisticamente significativo.

Si osservi che all'interno della formula di Turc rientra un parametro, indicato con L, che prende il nome di *potere evaporante dell'atmosfera*. In generale, il suddetto parametro dovrebbe essere stimato da zona a zona perché rappresenta le caratteristiche evaporimetriche al contatto suolo/atmosfera e dipende da una lunga serie di fattori. Nella seguente analisi si fa riferimento ad una

### **RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA ai sensi dell'art.47 delle NTA del PAI**

correlazione empirica valida per la Regione Campania in cui il parametro  $L$  è correlato mediante una funzione cubica alla temperatura media dell'aria.

$$L = 300 + 25T + 0.05T^3$$

#### **DEFLUSSO IDRICO PRESUNTO**

La differenza tra l'afflusso  $P$  e l'evapotraspirazione reale  $E_r$  permette di ricavare il **deflusso idrico globale** ( $D_p$ ) o **precipitazione efficace** che è costituito dalla somma dei termini di "uscita" dall'area di studio mediante le due aliquote del ruscellamento superficiale e dell'infiltrazione nel terreno.

$$D_p = R + I$$

Si osservi che al solito il deflusso idrico globale ( $D_p$ ), espresso in termini di mm di colonna d'acqua, è definito presunto perché viene ricavato per differenza e non sperimentalmente. Esso cumula infatti le approssimazioni di stima degli afflussi ( $P$ ) e dell'evapotraspirazione reale ( $E_r$ ). Anche il ruscellamento ( $R$ ) e l'infiltrazione ( $I$ ) vengono quindi indicati come presunti, perché i relativi valori non derivano da misure dirette.

Dal deflusso idrico presunto ( $D_p$ ) è possibile ricavare i valori delle due componenti (ruscellamento e infiltrazione) mediante i **coefficienti di infiltrazione potenziale (c.i.p.)** che tengono conto soprattutto dei litotipi affioranti all'interno del dominio idrogeologico. Si tratta di percentuali di  $D_p$  ricavate da osservazioni su bacini campione e da esperienze effettuate in varie parti del mondo:

$$(c.i.p.) = \left( \frac{I_p}{D_p} \right) \cdot 100$$

Il coefficiente di infiltrazione potenziale varia in funzione dei seguenti fattori:

- litotipi affioranti all'interno del dominio idrogeologico di studio;
- pendenza dei versanti;
- copertura vegetale presente;
- porosità e/o fatturazione della roccia in superficie.

In ogni caso il fenomeno della ricettività dell'acquifero nei confronti delle acque di infiltrazione non è da confondere con la permeabilità.

**RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA ai sensi dell'art.47 delle NTA del PAI**

Nel seguito vengono presentati i risultati del bilancio idrologico con le relative osservazioni utili alle finalità dell'indagine.

**ANALISI DEI RISULTATI**

**- Ante Intervento (caso indisturbato):**

Comune:	Eboli (SA)	
Località:	loc. Cupe	
Superficie totale (mq)	19.883	
Orientazione	N /S	
Altitudine media (m.s.l.m.):	88	
Classe di permeabilità:	$10^{-1} \div 10^{-3}$ m/sec	
Media Precipitazione annua:	1189 mm/anno	( fonte Annali Idrologici, SIMI)
Temperatura media dell'aria:	16.1 °C	( fonte Annali Idrologici, SIMI)
Altezza della precipitazione meteorica P:	1189 mm/anno	
Superficie del dominio di studio:	19.883 mq	
Volume di afflusso meteorico annuo:	23.640,88 mc (nel dominio di studio)	
EVAPOTRASPIRAZIONE REALE $E_r$ :	740,36 mm/anno	
Volume di acqua perso per ET:	14.720,71 mc	(nel dominio di studio)
PRECIPITAZIONE EFFICACE:	448,63 mm/anno	
Volume di apporto efficace:	8.920,17 mc (nel dominio di studio)	
COEFFICIENTE DI INFILTRAZIONE :	0.60	
PRECIPITAZIONE EFFICACE = DEFLUSSO IDRICO GLOBALE PRESUNTO		
Contributo all'INFILTRAZIONE EFFICACE:	269,18 mm/anno	
	0,17 l/sec	



**RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA ai sensi dell'art.47 delle NTA del PAI**

Contributo al RUSCELLAMENTO:	179,45	mm/anno
	0,11	l/sec

**- Post Intervento (caso disturbato):**

Comune:	Eboli (SA)	
Località:	loc. Cupe	
Superficie totale (mq)	19.883	
Orientazione	N /S	
Altitudine media (m.s.l.m.):	88	
Classe di permeabilità:	10 <sup>-1</sup> ÷ 10 <sup>-3</sup> m/sec	
Media Precipitazione annua:	1189 mm/anno	( fonte Annali Idrologici, SIMI)
Temperatura media dell'aria:	16.1 °C	( fonte Annali Idrologici, SIMI)

**Superficie impermeabile (strade, fabbricati e parcheggi):**

Superficie del dominio di studio:	19.883 mq	8.080,11 mq	<b><u>40,64 %</u></b>
Altezza della precipitazione meteorica P:	1.189	mm/anno	
Superficie del dominio di studio:	19.883	mq	
Volume di afflusso meteorico annuo:	23.640,88	mc (nel dominio di studio)	
EVAPOTRASPIRAZIONE REALE E <sub>p</sub> :	740,36	mm/anno	
Volume di acqua perso per ET:	14.720,71	mc (nel dominio di studio)	
PRECIPITAZIONE EFFICACE:	448,63	mm/anno	
Volume di apporto efficace:	8.920,17	mc (nel dominio di studio)	

COEFFICIENTE DI INFILTRAZIONE : 0,356

PRECIPITAZIONE EFFICACE = DEFLUSSO IDRICO GLOBALE PRESUNTO



**RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA ai sensi dell'art.47 delle NTA del PAI**

**VARIAZIONI STIMATE**

Contributo all'INFILTRAZIONE EFFICACE:	157,02	mm/anno	<b>- 41,67 %</b>
	0,099	l/sec	
Contributo al RUSCELLAMENTO:	291,61	mm/anno	<b>62,50%</b>
	0,18	l/sec	

**RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA ai sensi dell'art.47 delle NTA del PAI**

**7. SINTESI DEI RISULTATI**

Alla luce di quanto esposto nei capitoli precedenti si riporta di seguito una tabella riassuntiva dei calcoli effettuati.

<u>FABBISOGNO IDRICO STIMATO</u>	<u>PORTATA REFLUI METEORICI</u>	<u>PORTATA REFLUI CIVILI</u>
30,90 mc/giorno	$Q_{50}$ 0,27 mc/s	$Q_{fp}$ 0,96 l/s
		$Q_{f,m}$ 0,24 l/s
	Diametro tubazione $\Phi 400$	Diametro tubazione $\Phi 300$

*Tanto si riferisce in merito all'incarico conferitoci.*

*Sala Consilina (SA) lì, Dicembre 2014*

I consulenti idraulici

**Dott. Ing. Gabriele Petroccelli**

**Dott. Ing. Daniele Giaffrida**

**RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA ai sensi dell'art.47 delle NTA del PAI**

**Allegati**

## ***ALLEGATI***

1. Planimetria con ubicazione allaccio alla rete idrica, fogna acque meteoriche (acque bianche) e fogna reflui civili (acque nere).