

COMMITTENTE



COMUNE DI PALERMO
AREA INFRASTRUTTURE E TERRITORIO

PROGETTISTA

ATI:



(Capogruppo Mandataria)



DOMINIQUE PERRAULT
ARCHITECTE

METROPOLITANA AUTOMATICA LEGGERA DELLA CITTA' DI
PALERMO
PRIMA LINEA
TRATTA FUNZIONALE ORETO/NOTARBARTOLO

PROGETTO PRELIMINARE

IDROLOGIA E IDRAULICA
RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA

COMMESSA	FASE	COMPARTO	DOCUMENTO	REV	SCALA	NOME FILE
MPA1	PP	IDR	INRS01	0	-	IDR_INRS01_0.dwg

							PROGETTISTA
0	AGOSTO 2006	EMISSIONE ELABORATI OPERE CIVILI PER CONSEGNA FINALE	Canzoneri	Canzoneri	Checchi/Di Nicola	Piscitelli	
REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO	AUTORIZZATO	

	Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo. Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.
	Relazione idrologica

INDICE

1) PREMESSA.....	Errore. Il segnalibro non è definito.
2) INQUADRAMENTO TERRITORIALE.....	3
3) CARATTERIZZAZIONE IDROLOGICA DEL TERRITORIO	4
4.1 <u>Elaborazioni statistiche</u>	9
4.2 <u>Determinazione delle piogge nette</u>	14
4.3 <u>Determinazione delle piogge suborarie</u>	18
4) PLANIMETRAZIONE DEI BACINI AFFERENTI ALLE STAZIONI METROPOLITANE.....	22
5) PORTATE DI PROGETTO.....	24

Lista delle Tabelle, dei diagrammi e delle figure

Tabella 3.1 Stazioni Metro afferenti alle stazioni pluviometriche	5
Imm. 3.2 Planimetria con ubicazione delle stazioni pluviometriche	6
Tabella 3.3 Dati di Pioggia St. Istituto Castelnuevo	7
Tabella 3.4 Dati di Pioggia St. Osservatorio Astronomico	8
Tabella 3.5 Stazione Istituto Castelnuevo: Relazione $h_f - T$	10
Tabella 3.6 Stazione Osservatorio Astronomico: Relazione $h_f - T$	10
Diagr. 3.7 Istituto Castelnuevo – Curve di probabilità pluviometrica	12
Diagr. 3.8 Osservatorio astronomico – Curve di probabilità pluviometrica	13
Tabella 3.9 Valori del coefficiente di afflusso secondo Lotti	14
Diagr. 3.10 Istituto Castelnuevo – Curve di probabilità pluviometrica Piogge Nette	16
Diagr. 3.11 Osservatorio Astronomico – Curve di probabilità pluviometrica Piogge Nette	17
Diagr. 3.12 Istituto Castelnuevo – Curve di probabilità pluviometrica Piogge Suborarie	19
Diagr. 3.13 Osservatorio Astronomico – Curve di probabilità pluviometrica Piogge Suborarie	20
Imm. 5.1 Stralcio Planimetrico Stazione Sciuti	26
Imm. 5.2 Stralcio Planimetrico Stazione Notarbartolo	27
Imm. 5.3 Stralcio Planimetrico Stazione Archimede	28
Imm. 5.4 Stralcio Planimetrico Stazione Politeama	29
Imm. 5.5 Stralcio Planimetrico Stazione Massimo	30
Imm. 5.6 Stralcio Planimetrico Stazione Borsa	31
Imm. 5.7 Stralcio Planimetrico Stazione Giulio Cesare	32
Imm. 5.8 Stralcio Planimetrico Stazione Oreto Nord	33
Imm. 5.9 Stralcio Planimetrico Stazione Oreto SUD	34
Imm. 5.10 Stralcio Planimetrico Stazione Oreto Svincolo	35
Imm. 5.10 Stralcio Planimetrico Deposito Vagoni	36

Allegato A: Stralcio Planimetrico delle stazioni Metropolitane

	Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo. Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.
	Relazione idrologica

Allegato B: Grafici delle Portate di Calcolo

	Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo. Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.
	Relazione idrologica

1) PREMESSA

L'indagine è finalizzata alla determinazione delle altezze di pioggia ricadenti nelle aree prossime alle stazioni ferroviarie, da porre a base per le calcolazioni idrauliche.

La presente relazione tecnica illustra la metodologia utilizzata nel corso dello studio e riassume i principali risultati ottenuti.

In particolare, nel seguito, dopo un breve inquadramento territoriale, è riportato lo studio idrologico, e la planimetrazione dei bacini idraulici afferenti a ciascuna stazione metropolitana.

2) INQUADRAMENTO TERRITORIALE

La linea della Metropolitana Automatica Leggera di Palermo si snoda fra lo svincolo della via Oreto, immediatamente prossimo all'imbocco dell'Autostrada A19 Palermo – Catania, e la via Sciuti, attraversando interamente il centro cittadino. Lungo il suddetto percorso sono ubicate 9 stazioni metropolitane.

L'area oggetto di esame ricade per la maggior parte nel bacino idrografico del fiume Oreto, ed in parte in un'area intermedia compresa fra l'Oreto e Punta Raisi.

Il bacino idrografico del F. Oreto ricade nel versante settentrionale della Sicilia e si estende, per circa 120 Km², dal M. La Pizzuta e dal M. Gibilmesi sino al M. Tirreno presso la stazione di Erasmo delle FF.SS. alla periferia sud del centro abitato di Palermo.

	Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo. Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.
	Relazione idrologica

Esso confina tra il bacino del F. Jato a sud-ovest, il bacino del F. Belice destro a sud ed il bacino del F. Eleuterio ad est e ricade nel territorio della provincia di Palermo. Nel bacino ricadono i centri abitati di Altofonte e Monreale, e una parte del centro abitato di Palermo.

Il corso del F. Oreto si sviluppa per circa 20 Km e riceve lungo il suo percorso le acque di piccoli affluenti.

3) CARATTERIZZAZIONE IDROLOGICA DEL TERRITORIO

Al fine di stimare le massime altezze di pioggia di progetto è stata condotta un'indagine idrologica preliminare che è consistita nell'individuazione delle stazioni pluviometriche più prossime all'opera in progetto e nell'applicazione del metodo dei Topoieti per individuare le stazioni pluviometriche da considerare nei calcoli idrologici.

Le stazioni pluviometriche preliminarmente individuate sono le seguenti:

1. Altofonte;
2. Monreale;
3. Istituto Castelnuovo;
4. Istituto Zootecnico;
5. Osservatorio Astronomico;
6. Partanna Mondello;
7. San Martino delle Scale;
8. Villa Trabia;
9. Villagrazia.

	Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo. Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.
	Relazione idrologica

Dall'applicazione del metodo dei topoieti si è rilevato che le stazioni di maggiore importanza sono la 3 e la 5, ossia Istituto Castelnuevo e l'Osservatorio Astronomico.

Le stazioni della metropolitana afferenti a ciascuna stazione pluviometrica sono riportate nella seguente tabella:

Stazioni Metro	
Istituto Castelnuevo	Osservatorio Astronomico
Sciuti	Archimede
Notarbartolo	Politeama
	Massimo
	Borsa
	Giulio Cesare
	Oreto Nord
	Oreto Sud
	Oreto Svincolo

Tabella 3.1 Stazioni Metro afferenti alle stazioni pluviometriche



Imm. 3.2 Planimetria con ubicazione delle stazioni pluviometriche

Per ciascuna stazione pluviometrica selezionata sono state raccolte le altezze di pioggia massime annuali per la durata di 1, 3, 6, 12, e 24 ore, nel periodo compreso fra il 1940 ed il 2000.

Mediante l'elaborazione statistica dei suddetti dati sono state ricostruite le Curve di Probabilità Pluviometrica per ciascuna stazione.



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.

Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Relazione idrologica

STAZIONE PLUVIOMETRICA DI PALERMO ISTITUTO CASTELNUOVO						
Anni di osservazione		41				
	Anno	INTERVALLO DI ORE				
		1	3	6	12	24
		h(mm)	h(mm)	h(mm)	h(mm)	h(mm)
	1940	16,0	32,0	49,0	53,0	71,8
	1952	8,6	24,0	44,8	61,2	62,8
	1953	26,0	40,2	62,6	88,6	90,8
	1955	26,6	27,6	27,6	32,4	60,0
	1956	21,0	28,8	47,0	54,8	55,2
	1957	23,0	28,4	28,6	34,6	38,4
	1958	11,8	30,4	37,8	59,4	97,2
	1959	14,8	17,2	17,2	20,6	25,4
	1960	36,0	49,0	53,2	63,8	64,8
	1961	22,4	23,6	31,8	44,8	52,6
	1962	11,4	18,2	25,4	38,8	71,8
	1963	39,8	42,6	42,6	42,6	55,6
	1964	24,2	45,6	72,0	72,8	72,8
	1965	23,0	26,2	27,4	35,6	50,6
	1966	17,4	29,0	46,6	61,4	75,0
	1967	39,2	50,2	51,6	51,6	51,6
	1968	42,8	47,8	50,2	54,6	56,2
	1969	20,2	33,6	40,8	40,8	47,0
	1970	17,0	19,4	21,6	29,2	32,4
	1971	22,4	37,8	40,2	51,2	68,8
	1972	24,8	51,2	80,8	92,8	92,8
	1973	40,0	63,0	63,4	66,0	90,6
	1974	17,0	20,0	24,2	28,0	36,0
	1975	33,6	39,4	41,6	53,6	72,4
	1976	26,0	40,4	40,4	51,4	72,8
	1977	11,4	20,8	28,6	34,2	42,4
	1978	15,4	32,2	38,4	59,6	89,2
	1980	13,6	16,6	25,2	30,0	34,6
	1981	18,2	25,4	45,4	54,4	60,0
	1982	28,0	34,4	35,8	39,8	51,4
	1983	46,8	76,6	92,6	107,6	109,8
	1984	24,4	62,0	72,0	110,4	118,6
	1985	21,2	24,0	35,0	47,0	66,2
	1986	16,6	25,0	38,8	46,0	47,6
	1987	49,2	69,2	72,0	72,0	88,4
	1988	76,4	82,4	102,4	114,0	124,2
	1989	15,2	21,6	24,6	32,4	40,6
	1993	26,6	41,0	60,0	77,6	84,2
	1994	27,0	35,6	53,6	75,4	84,6
	1997	62,4	73,8	73,8	74,6	74,6
	2000	29,2	39,2	61,8	63,2	86,8

Tabella 3.3 Dati di Pioggia St. Istituto Castelnuovo

**Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.****Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.****Relazione idrologica**

STAZIONE PLUVIOMETRICA DI PALERMO OSSERVATORIO ASTRONOMIC						
Anni di osservazione		46				
	Anno	INTERVALLO DI ORE				
		1	3	6	12	24
		h(mm)	h(mm)	h(mm)	h(mm)	h(mm)
	1953	22,4	49,0	72,2	91,2	99,8
	1954	59,8	79,4	90,6	91,0	94,0
	1956	13,6	23,0	38,2	42,8	43,0
	1957	21,6	35,2	35,2	35,2	36,6
	1958	14,0	26,4	36,4	51,4	62,8
	1959	22,4	22,4	22,4	22,4	22,8
	1960	37,8	61,2	69,8	74,2	74,4
	1961	19,2	24,4	29,2	34,0	34,4
	1962	11,0	15,0	24,4	44,2	63,6
	1963	23,2	23,8	27,4	41,4	50,6
	1964	26,4	45,8	56,4	57,0	57,0
	1965	21,6	25,8	37,2	38,6	44,4
	1966	15,2	25,2	37,2	48,0	56,2
	1967	33,6	41,4	42,0	42,0	42,0
	1968	22,4	24,6	26,8	27,6	27,6
	1969	26,4	36,8	37,2	38,0	45,2
	1970	8,8	13,0	21,4	23,6	27,4
	1971	18,6	28,4	28,4	42,2	54,6
	1972	18,2	22,8	43,8	60,8	63,6
	1973	19,2	34,8	56,8	67,4	130,0
	1974	10,2	15,8	19,4	23,6	25,2
	1975	26,6	26,8	26,8	28,6	28,6
	1976	33,2	33,2	33,2	33,2	45,0
	1977	8,4	14,6	16,6	20,4	23,4
	1978	15,4	27,4	31,2	36,2	40,6
	1979	19,6	29,0	29,0	29,0	33,2
	1980	19,4	20,0	21,2	23,4	27,6
	1981	13,0	27,0	43,4	54,4	58,8
	1982	13,0	13,6	17,2	28,6	41,6
	1983	26,8	51,4	66,6	70,8	76,2
	1984	10,6	31,2	36,6	36,8	40,8
	1985	14,2	16,0	26,6	36,8	52,0
	1986	15,4	27,6	35,4	37,2	38,0
	1987	33,8	42,6	57,8	65,2	82,8
	1988	19,4	24,0	35,8	46,8	63,2
	1989	22,6	24,6	24,6	24,6	29,8
	1991	19,4	19,4	28,0	56,0	77,6
	1992	21,0	40,4	50,8	63,0	63,2
	1993	19,0	25,0	48,2	56,4	70,4
	1994	17,4	37,2	52,8	71,0	74,6
	1995	25,6	28,0	28,0	40,0	63,6
	1996	22,4	40,4	42,8	64,8	78,6
	1997	32,4	41,2	72,6	78,6	78,6
	1998	21,0	26,6	28,4	51,0	55,8
	1999	17,6	24,0	24,0	38,4	63,2
	2000	24,0	32,2	45,6	46,2	65,0

Tabella 3.4 Dati di Pioggia St. Osservatorio Astronomico

	Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo. Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.
	Relazione idrologica

4.1 Elaborazioni statistiche

Per la determinazione delle curve di probabilità pluviometrica è stata utilizzata la nota legge di Gumbel.

Indicando con $P(x)$ la probabilità di non superamento della variabile idrologica x si può scrivere che:

$$P(x) = 1 - \frac{1}{T}$$

ove:

- T è il tempo di ritorno della variabile x (numero di anni in cui la variabile è raggiunta o superata mediamente una sola volta).

La funzione di probabilità di Gumbel è di tipo doppio esponenziale:

$$P(h_t) = \exp[-\exp(\alpha_t(h_t - u_t))]$$

ove:

- $P(h_t)$ è la probabilità di non superamento della variabile idrologica h_t ;
- α_t ed u_t sono i due parametri della legge di Gumbel, legati alla media μ ed allo scarto quadratico medio σ della variabile h_t dalle seguenti relazioni:

$$\alpha_t = \frac{1.283}{\sigma}$$

$$u_t = \mu - 0.45\sigma$$

Per quanto sopra riportato si ha che:

$$\frac{T-1}{T} = \exp[-\exp(\alpha_t(h_t - u_t))]$$

Mediante quest'ultima relazione, per fissato valore di T , si ottengono le altezze di pioggia h_t per ciascuna durata t considerata.

	Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo. Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.
	Relazione idrologica

Nell'ipotesi che le precipitazioni seguano la legge di invarianza di scala temporale le Curve di Probabilità Pluviometrica (CPP) espresse attraverso la legge di Gumbell si possono scrivere nella seguente forma di potenza:

$$h_{t,T} = a t^n$$

ove:

- $h_{t,T}$ è l'altezza di pioggia di durata t e tempo di ritorno T ;
- a ed n sono due parametri che caratterizzano la curva e dipendono dalla climatologia locale;
- t è la durata della precipitazione.

Le elaborazioni statistiche sono state condotte considerando i tempi di ritorno 10, 20, 50, 100, 300, e 500 anni. Per le durate di pioggia di 1, 3, 6, 12, e 24 ore si ottengono le seguenti altezze di pioggia:

Tempo di ritorno	h max				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
10 anni	44,83 mm	59,97 mm	72,91 mm	86,27 mm	98,09 mm
20 anni	52,71 mm	69,55 mm	84,04 mm	99,02 mm	111,24 mm
50 anni	62,92 mm	81,96 mm	98,45 mm	115,52 mm	128,26 mm
100 anni	70,57 mm	91,25 mm	109,25 mm	127,89 mm	141,01 mm
300 anni	82,64 mm	105,92 mm	126,29 mm	147,41 mm	161,14 mm
500 anni	88,24 mm	112,73 mm	134,20 mm	156,47 mm	170,49 mm

Tabella 3.5 Stazione Istituto Castelnuovo: Relazione $h_t - T$

Tempo di ritorno	h max				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
10 anni	32,93 mm	47,09 mm	60,25 mm	70,02 mm	84,35 mm
20 anni	37,97 mm	54,28 mm	69,57 mm	80,18 mm	97,01 mm
50 anni	44,48 mm	63,59 mm	81,63 mm	93,34 mm	113,38 mm
100 anni	49,36 mm	70,56 mm	90,66 mm	103,19 mm	125,66 mm
300 anni	57,07 mm	81,57 mm	104,92 mm	118,75 mm	145,03 mm
500 anni	60,64 mm	86,68 mm	111,54 mm	125,98 mm	154,02 mm

Tabella 3.6 Stazione Osservatorio Astronomico: Relazione $h_t - T$

	Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo. Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.
	Relazione idrologica

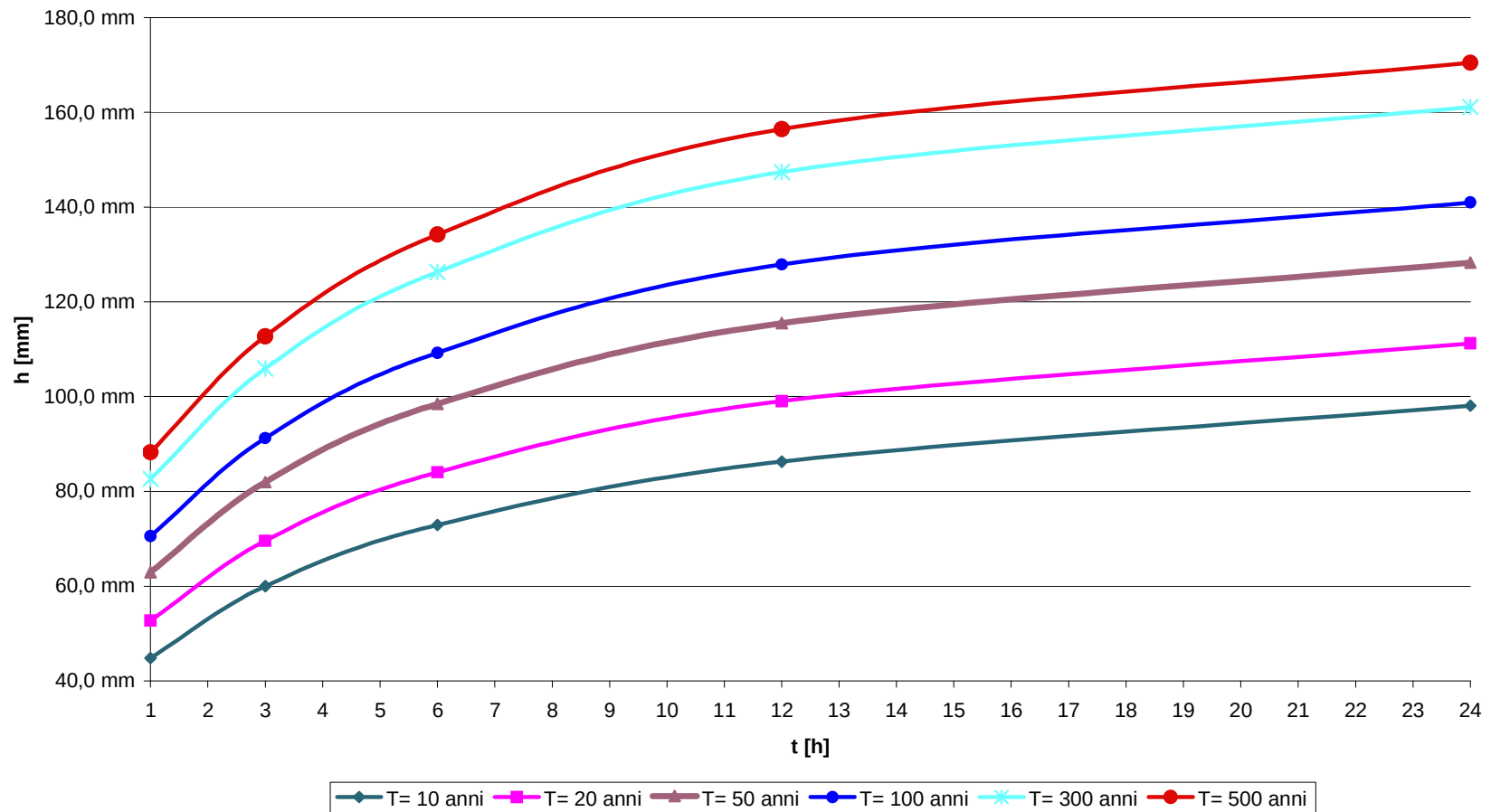
Dalle elaborazioni sopra riportate, per ciascuna stazione pluviometrica, sono state costruite le curve di probabilità pluviometrica di pioggia lorda, che sono riportate nei seguenti grafici:



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Relazione idrologica

Curve di Probabilità Pluviometrica
Istituto Castelnovo



Diagr. 3.7 Istituto Castelnovo – Curve di probabilità pluviometrica

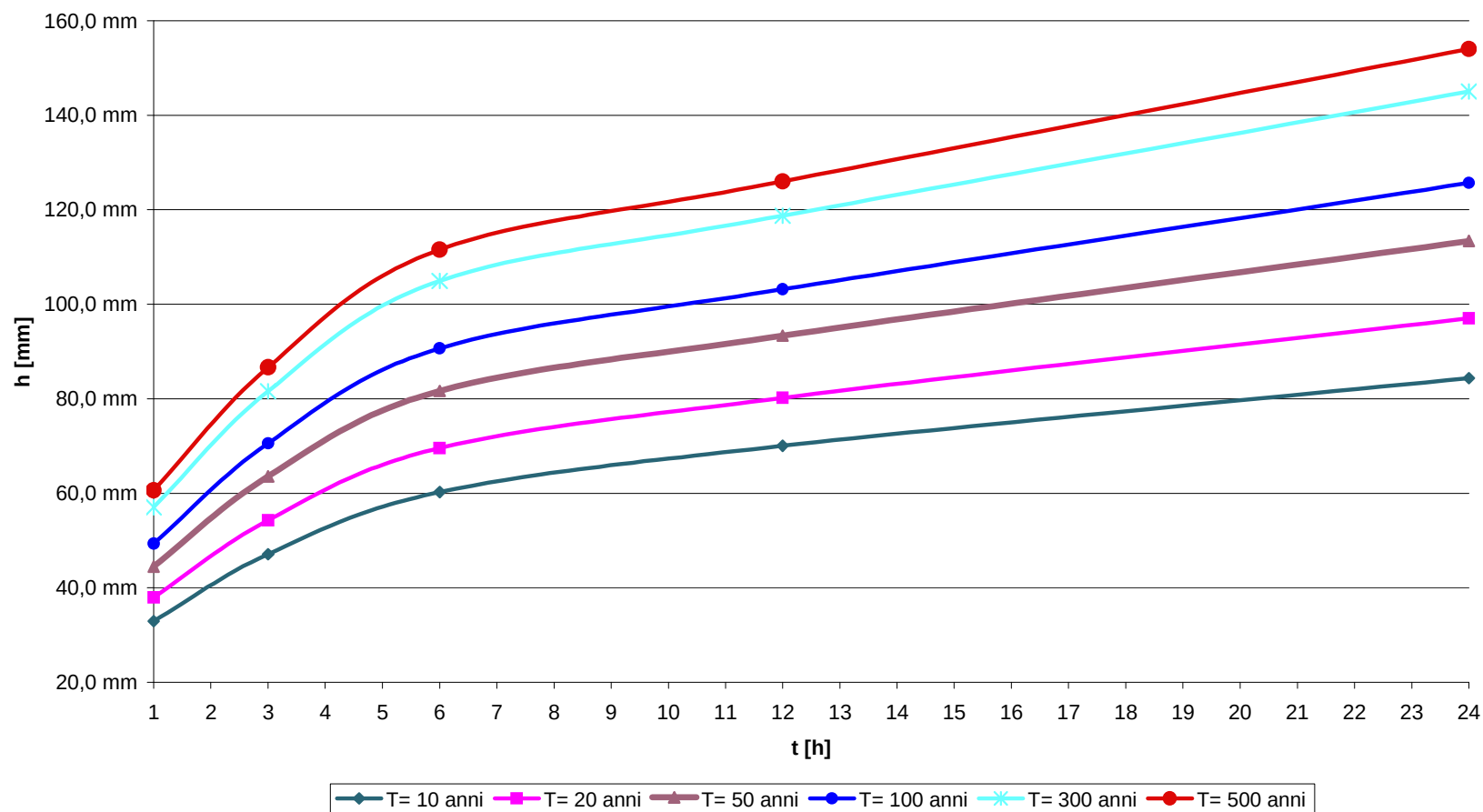


Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.

Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Relazione idrologica

Curve di Probabilità Pluviometrica
Osservatorio Astronomico



Diagr. 3.8 Osservatorio astronomico – Curve di probabilità pluviometrica

4.2 Determinazione delle piogge nette

La depurazione delle piogge lorde dalle perdite idrologiche è stata effettuata avvalendosi del metodo del coefficiente di afflusso.

Tale metodo consiste molto semplicemente nello stimare il coefficiente di afflusso Φ , definito come il rapporto tra il volume defluito ed il volume affluito; esso rappresenta quindi la percentuale di afflusso che da luogo al deflusso.

Il coefficiente di afflusso Φ dipende:

- Dal tipo di vegetazione presente nel bacino e dalla estensione delle aree coperte da vegetazione;
- Dalla morfologia del terreno che determina zone più o meno estese di depressioni superficiali;
- Dalla permeabilità del terreno

La stima del coefficiente di afflusso è stata effettuata con l'ausilio della tabella di Lotti, generalmente adottata nell'ambito di bacini urbani:

TIPO DI TERRENO	bassa densità di copertura vegetale	alta densità di copertura vegetale
Impermeabile	0.85	0.77
debolmente permeabile	0.70	0.60
Permeabile	0.55	0.50

Tabella 3.9 Valori del coefficiente di afflusso secondo Lotti

I coefficienti riportati in tabella sono funzione, oltre che delle caratteristiche del bacino in esame, dei tempi di ritorno considerati. Nel caso in esame si è ritenuto idoneo adottare un unico coefficiente di afflusso pari a 0.85.

Determinato il coefficiente di afflusso è stato adottato il metodo della sottrazione proporzionale per la determinazione delle piogge nette.

Il metodo della sottrazione proporzionale consiste nell'ipotizzare che la perdita per infiltrazione avvenga in misura appunto



proporzionale alla pioggia caduta, pertanto a grandi volumi piovuti corrispondono grandi perdite e, a piogge più modeste, perdite inferiori.

Per ogni intervallo di tempo t , la pioggia viene ridotta, di volta in volta, moltiplicando il valore lordo per il coefficiente di afflusso Φ .

Nei grafici seguenti sono riportate, per ciascuna stazione, le curve di probabilità pluviometrica di pioggia netta:

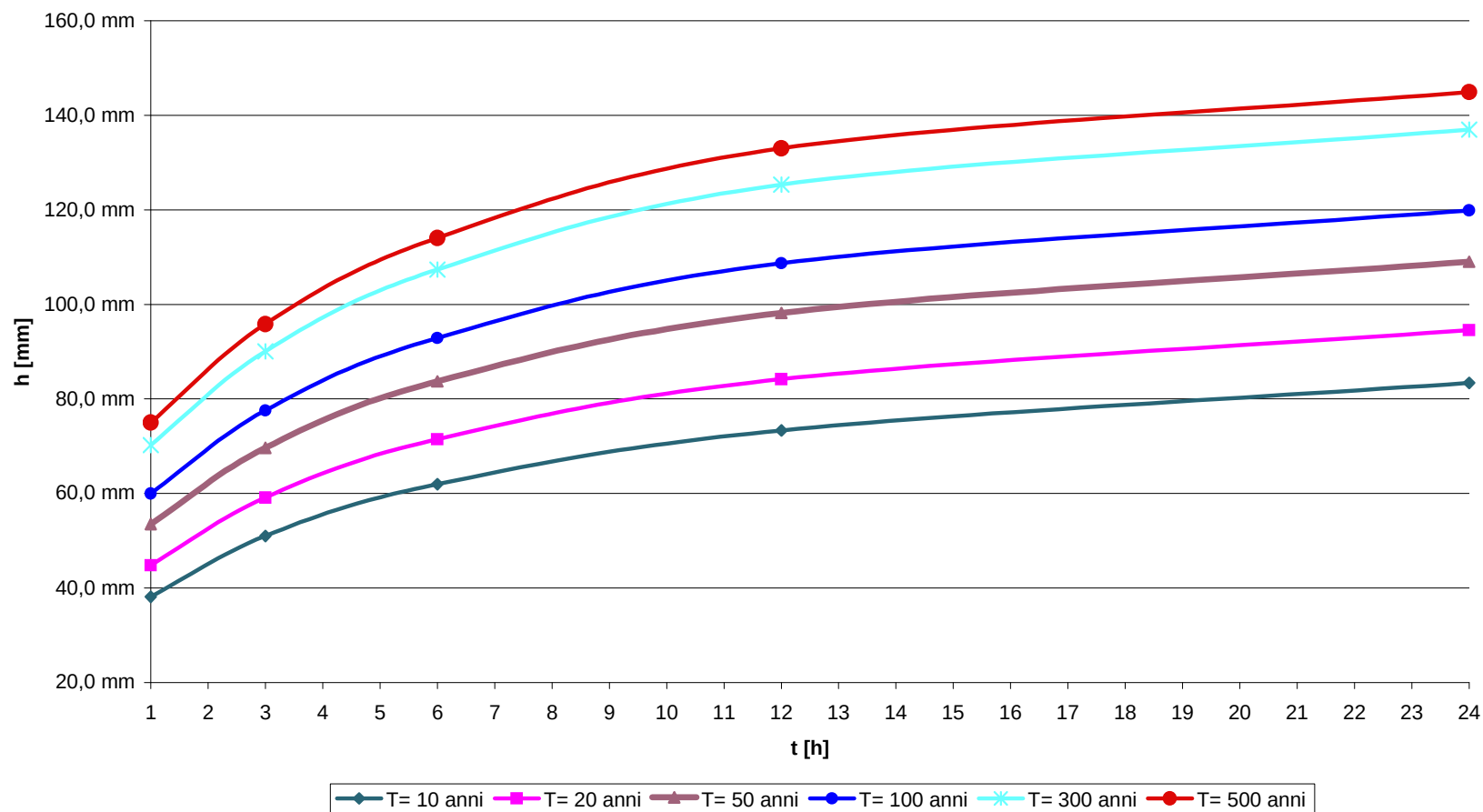


Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.

Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Relazione idrologica

Curve di Probabilità Pluviometrica - Piogge Nette
Istituto Castelnuevo



Diagr. 3.10 Istituto Castelnuevo – Curve di probabilità pluviometrica Piogge Nette

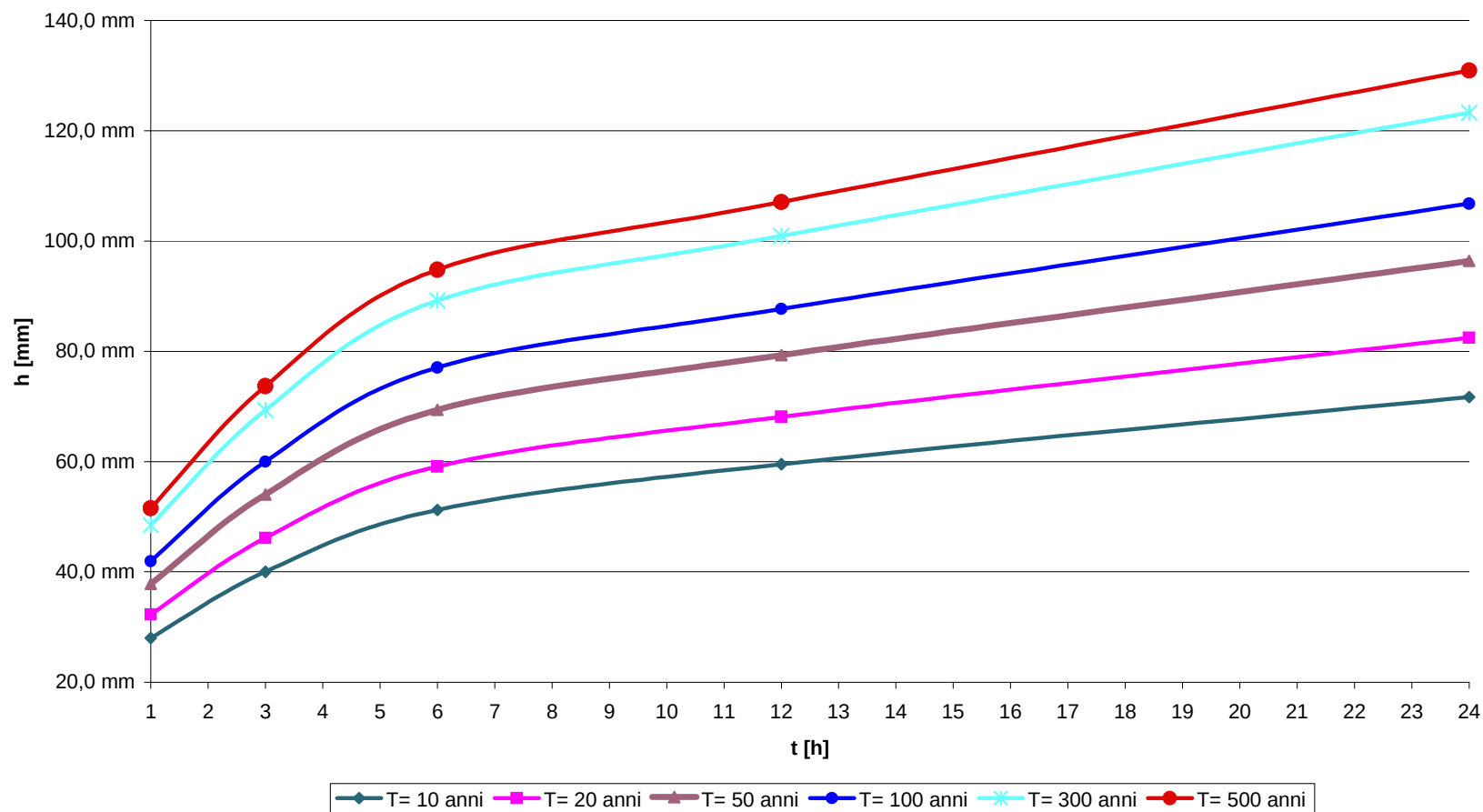


Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.

Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Relazione idrologica

Curve di Probabilità Pluviometrica - Piogge Nette
Osservatorio Astronomico



Diagr. 3.11 Osservatorio Astronomico – Curve di probabilità pluviometrica Piogge Nette

	Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo. Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.
	Relazione idrologica

4.3 Determinazione delle piogge suborarie

Le curve di probabilità pluviometrica sopra riportate, costruite con riferimento alle piogge aventi durata compresa tra 1 e 24 ore non può essere estrapolata per valori della durata t inferiori a 1 ora.

E' però ben noto che il rapporto tra l'altezza di pioggia $h_{t,T}$ con t minore di 60 minuti, e l'altezza di pioggia $h_{60,T}$ di durata 60 minuti e relativa al tempo di ritorno T è dipendente solo dalla durata t espressa in minuti:

$$\frac{h_{t,T}}{h_{60,T}} = f(t)$$

avendo indicato con f un simbolo funzionale.

Sulla estrema variabilità delle condizioni climatiche del territorio italiano, e quindi sulla sua rappresentatività, nonché sulla indipendenza delle piogge brevi da fattori geografici, si fonda la proposta di utilizzare la seguente espressione per esprimere il legame funzionale:

$$\frac{h_{t,T}}{h_{60,T}} = \left(\frac{t}{60}\right)^s$$

in cui s è un coefficiente che assume un diverso valore numerico in dipendenza della regione in esame. Nel caso della Sicilia il valore di s da adottare è pari a 0.386.

Sulla base di quanto sopra riportato sono state calcolate, per ciascuna stazione pluviometrica, le altezze di pioggia suboraria e quindi sono state costruite le relative curve di probabilità pluviometrica.

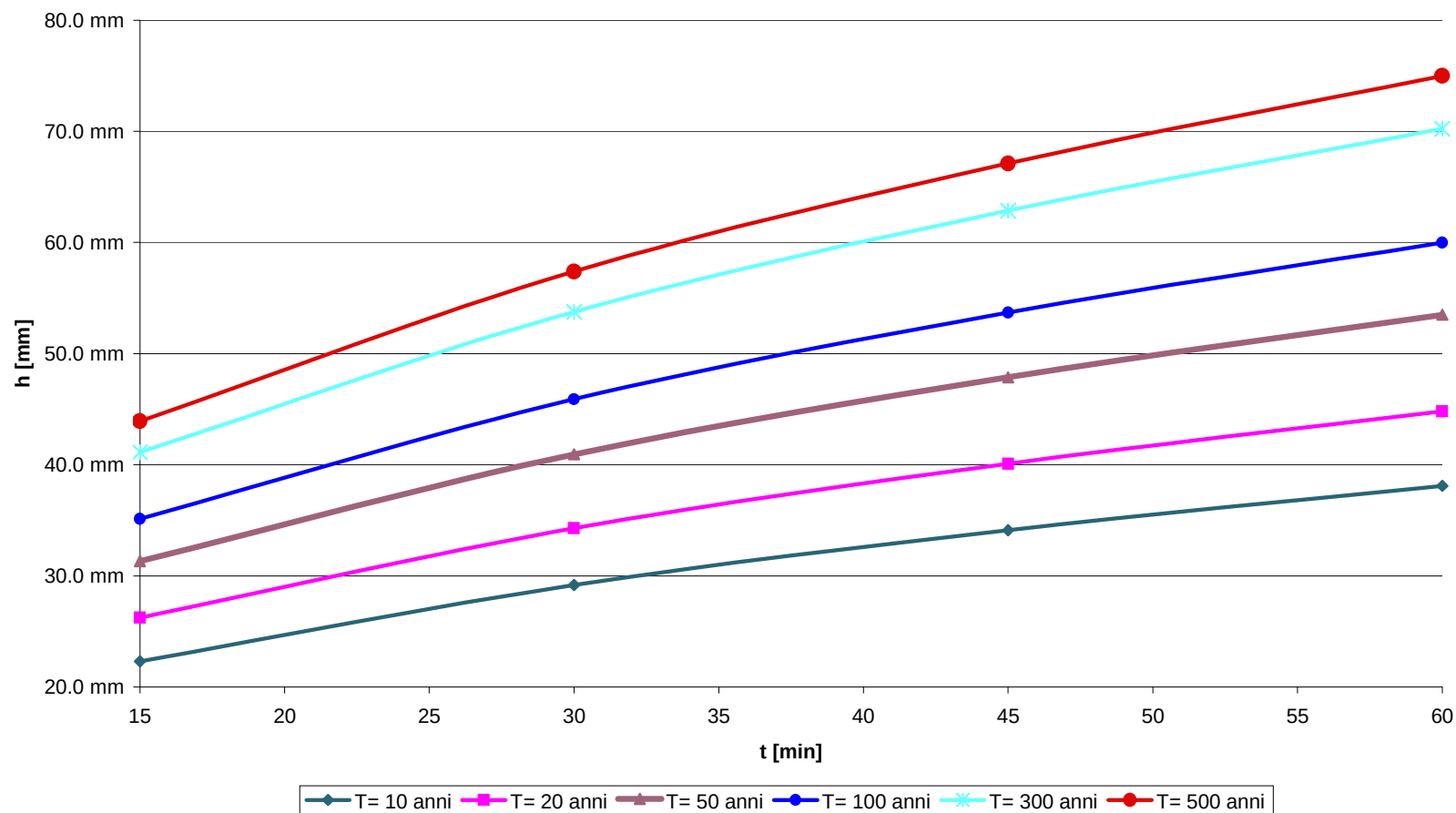


Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.

Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Relazione idrologica

Curve di Probabilità Pluviometrica - Piogge Suborarie
Istituto Castelnuevo



Diagr. 3.12 Istituto Castelnuevo – Curve di probabilità pluviometrica Piogge Suborarie

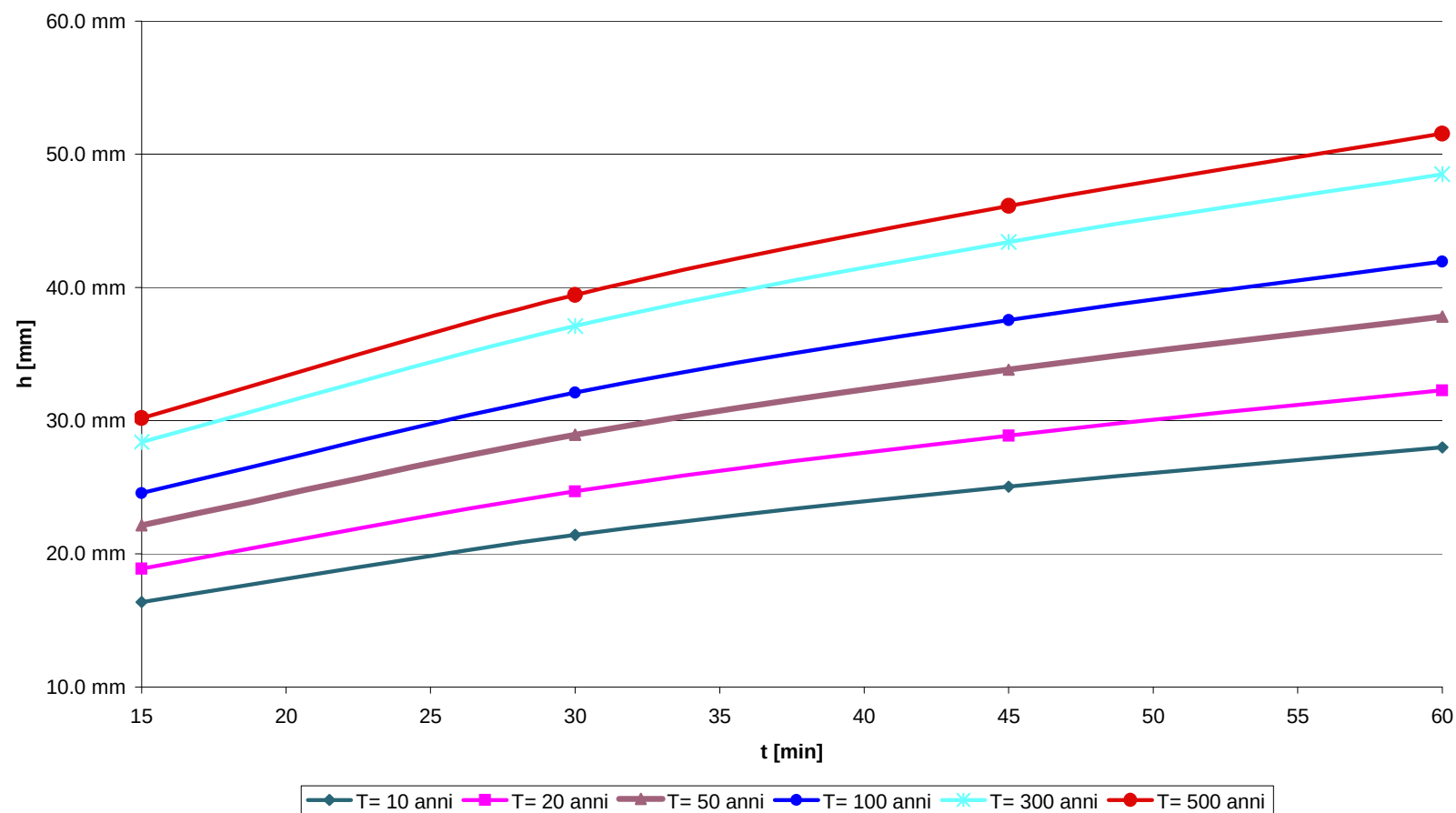


Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.

Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Relazione idrologica

Curve di Probabilità Pluviometrica - Piogge Suborarie
Osservatorio Astronomico



Diagr. 3.13 Osservatorio Astronomico – Curve di probabilità pluviometrica Piogge Suborarie

	Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo. Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.
	Relazione idrologica

Appare opportuno sottolineare che, per ciò che riguarda le acque di prima pioggia, la legge regionale della Lombardia n° 62/85, recita:

“.....Sono considerate acque di prima pioggia quelle corrispondenti, per ogni evento meteorico, ad una precipitazione di 5 mm distribuita sull'intera superficie scolante servita dalla rete di drenaggio. Ai fini del calcolo delle portate, si stabilisce che tale valore si verifichi in quindici minuti; i coefficienti di afflusso alla rete si assumono pari ad 1 per le superfici coperte, lastricate od impermeabilizzate e a 0,3 per quelle permeabili di qualsiasi tipo, escludendo dal computo le superfici coltivate.”

Secondo la legge regionale della Lombardia, è chiaro che l'intensità di pioggia da considerare per una durata di 15 minuti è pari a 20 mm/h (corrispondenti a 5 mm di pioggia costantemente ripartiti in 15 minuti consecutivi).

Da un confronto fra i risultati ottenuti dalle elaborazioni statistiche e quest'ultimo dato riportato si evince che l'intensità di 20mm/h corrisponde ad un tempo di ritorno di circa 30 anni.

	Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo. Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.
	Relazione idrologica

4) PLANIMETRAZIONE DEI BACINI AFFERENTI ALLE STAZIONI METROPOLITANE

Per potere calcolare le portate afferenti a ciascuna stazione metropolitana, e quindi il relativo volume idrico che dovrà essere intercettato, è necessario determinare le superfici dei bacini delle singole stazioni.

I dati geometrici dei bacini, unitamente ai dati pluviometrici riportati nei paragrafi precedenti consentiranno di determinare le portate di massima da porre a base delle calcolazioni idrauliche.

Per la planimetrazione dei bacini è stata utilizzata la cartografia di base in scala 1:2.000, ed inoltre sono stati condotti numerosi sopralluoghi, nelle zone oggetto d'intervento, per verificare le condizioni dei siti.

Di particolare importanza è risultata la conoscenza del sistema di drenaggio urbano atto ad intercettare le acque meteoriche ricadenti sulle aree limitrofe alle stazioni.

Dato il livello di progettazione non sono state distinte le superfici dirette (sulle quali insistono le piogge zenitali) da quelle indirette (aree limitrofi); sono state pertanto individuate le superfici totali dei bacini ipotizzando, cautelativamente, che sull'intera superficie dell'impronta di ciascuna stazione ricadano le acque da smaltire. La maggior parte delle acque piovute dovrà essere collettata nella fognatura urbana mediante un sistema di griglie e caditoie stradali da installare nei pressi delle stazioni, ed una modesta entità (relativa alle piogge zenitali) dovrà essere convogliata nell'impianto di scarico interno alle stazioni, e quindi, mediante un sistema di pompaggio, recapitata in fognatura.

Per quanto sopra riportato si sottolinea che le superfici, elencate nel seguito, sono sensibilmente sovrastimate; nel corso delle fasi progettuali successive si dovrà procedere a verificare

	Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo. Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.
	Relazione idrologica

ulteriormente le superfici dei bacini da adottare nelle calcolazioni idrauliche.

Nella tabella seguente è riportata, per ciascuna stazione metropolitana la superficie del bacino afferente in m²:

Stazioni	Sup. Totale [m²]
Sciuti	4769
Notarbartolo	3040
Archimede	10209
Politeama	3301
Massimo	4308
Borsa	3076
Giulio Cesare	7756
Oreto Nord	3560
Oreto Sud	3433
Oreto Svincolo	3530

Per quanto riguarda il Deposito – officina, la superficie dei bacini afferenti è pari a circa 15.242 m².

Nel seguente allegato è riportato, per ciascuna struttura, uno stralcio planimetrico dell'area oggetto d'intervento.

	Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo. Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.
	Relazione idrologica

5) PORTATE DI PROGETTO

Il calcolo delle portate di progetto è stato effettuato mediante la seguente espressione:

$$Q = \Phi i S$$

Ove:

- F è il coefficiente di deflusso, che trovandosi in ambito urbano, è stato posto cautelativamente pari ad 1;
- i è l'intensità di pioggia (per dato tempo di ritorno T_r), data dal rapporto dell'altezza di pioggia e la durata dell'evento meteorico;
- S è la superficie del bacino idraulico considerato.

Date le notevoli variabili da cui dipende la portata di progetto (i, T_r , ed S) i valori di portata calcolati saranno rappresentati, nel seguito, in forma grafica.

In particolare, per ciascun tempo di ritorno, e per ciascuna stazione pluviometrica considerata, è stato costruito un grafico in cui in ascissa è riportata la variabile S espressa in m^2 , ed in ordinata è riportata la variabile Q in l/s. In ciascun diagramma sono state riportate le curve relative alle intensità di pioggia per durata dell'evento di 1, 3, 6, 12, e 24 ore.

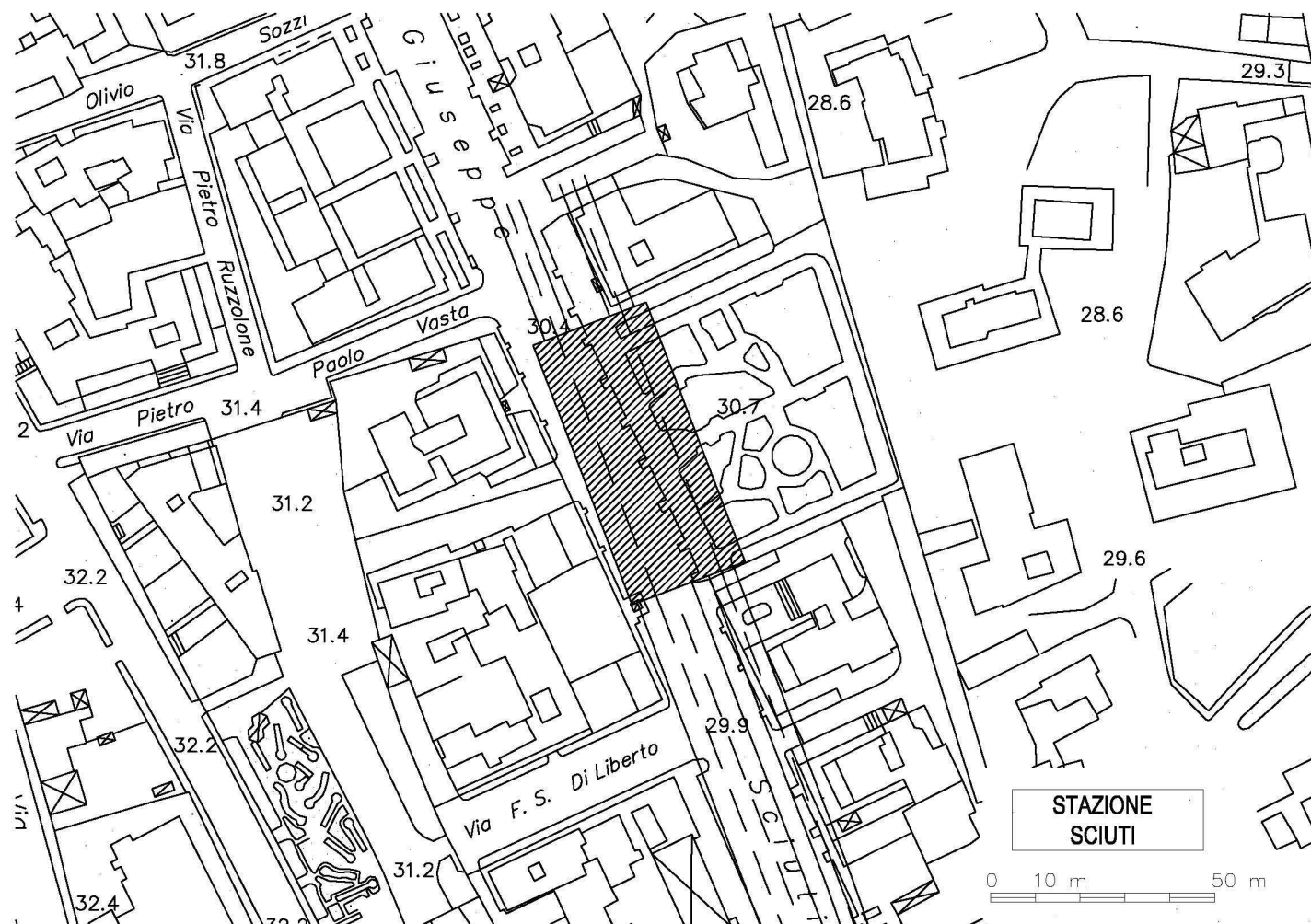
Per quanto detto la lettura dei diagrammi risulta molto semplificata; scelto il tempo di ritorno, calcolata la superficie del bacino e stabilita la durata dell'evento, in ordinata si rileva il valore della portata da porre a base dei calcoli.

Nel seguente allegato sono riportati tutti i grafici relativi alle stazioni pluviometriche dell'Istituto Castelnuovo e dell'Osservatorio Astronomico.

	Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo. Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.
	Relazione idrologica

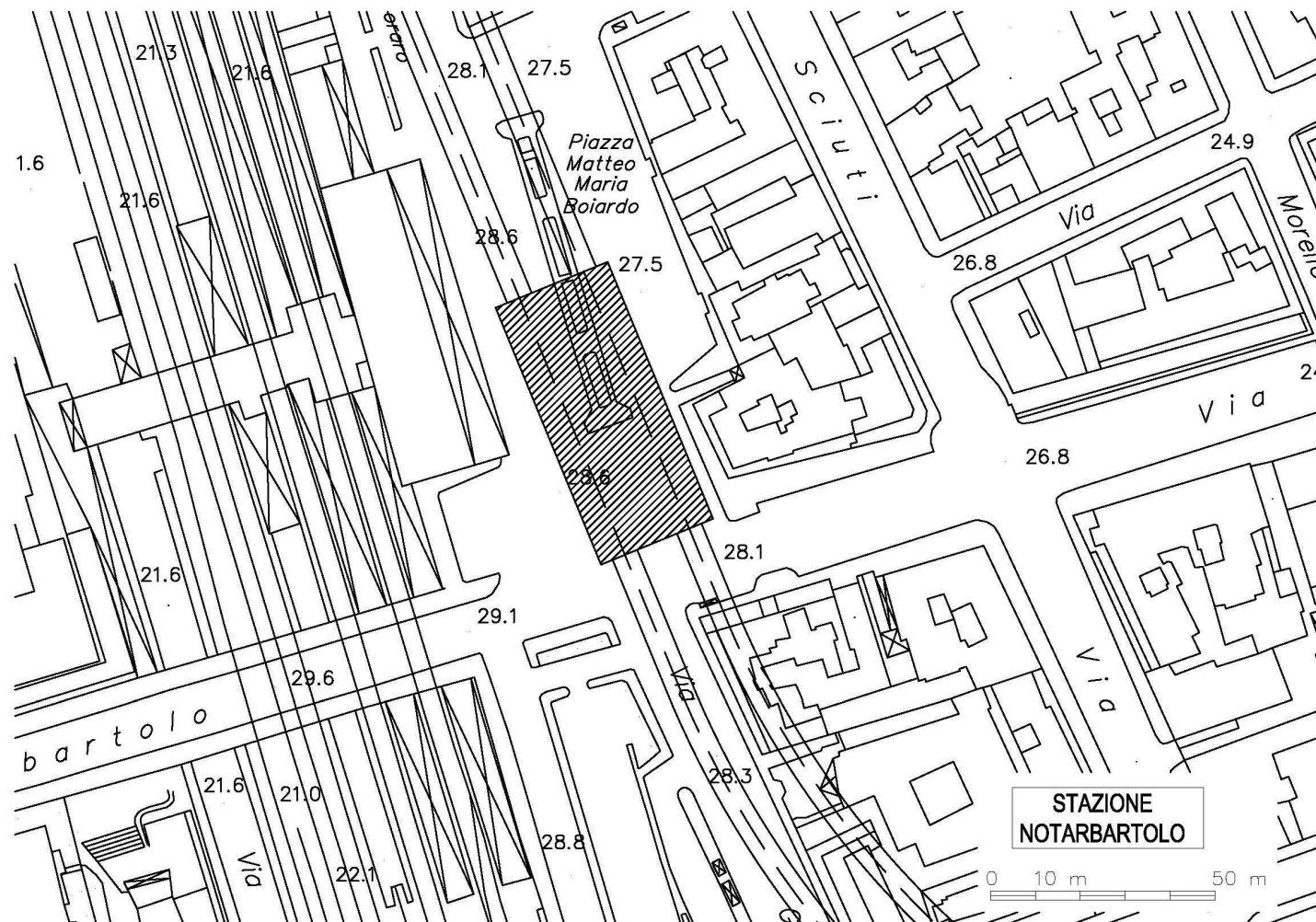
ALLEGATO A

Stralcio Planimetrico Stazioni Metropolitane



Imm. 5.1 Stralcio Planimetrico Stazione Sciuti

Relazione idrologica



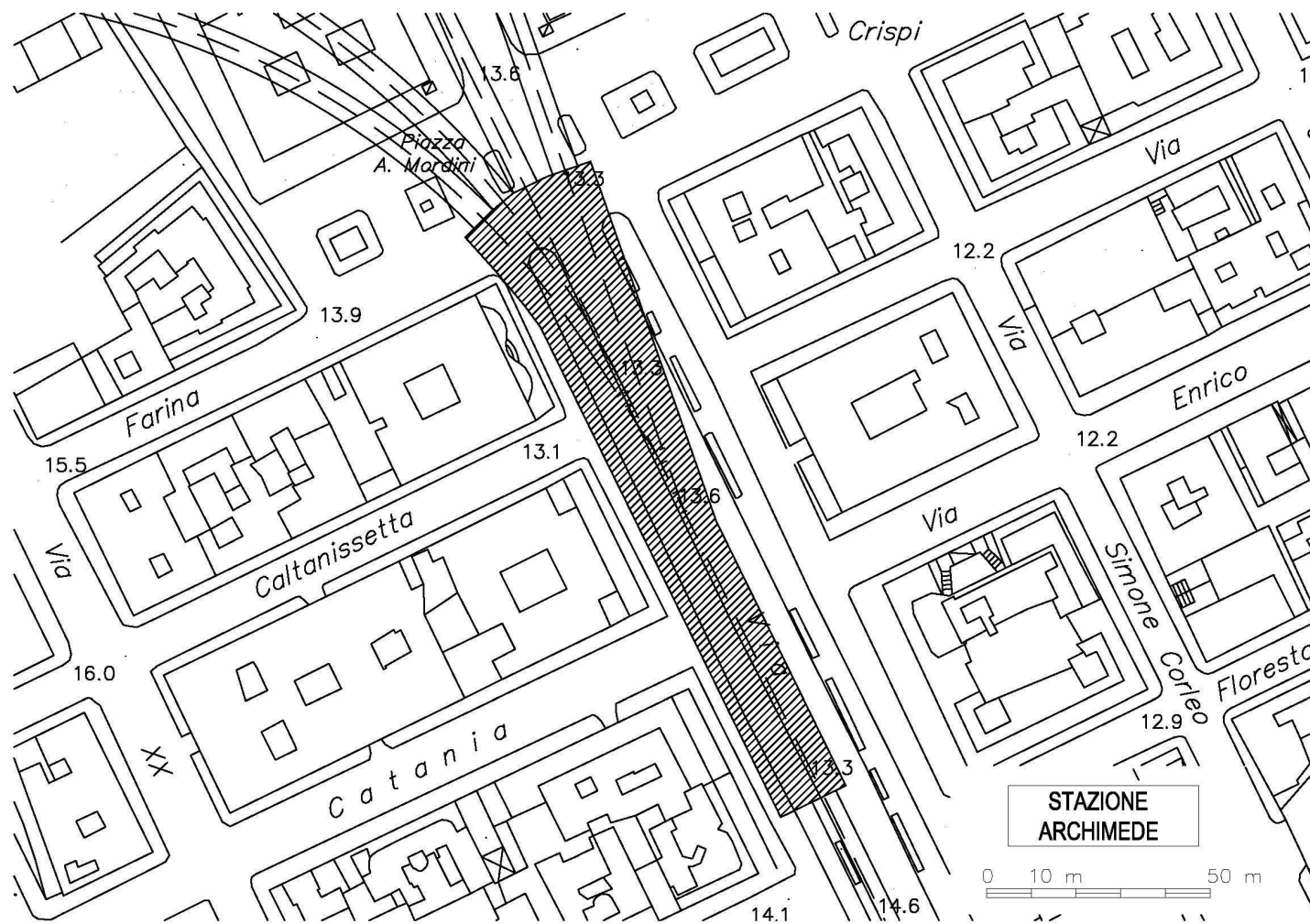
Imm. 5.2 Stralcio Planimetrico Stazione Notarbartolo



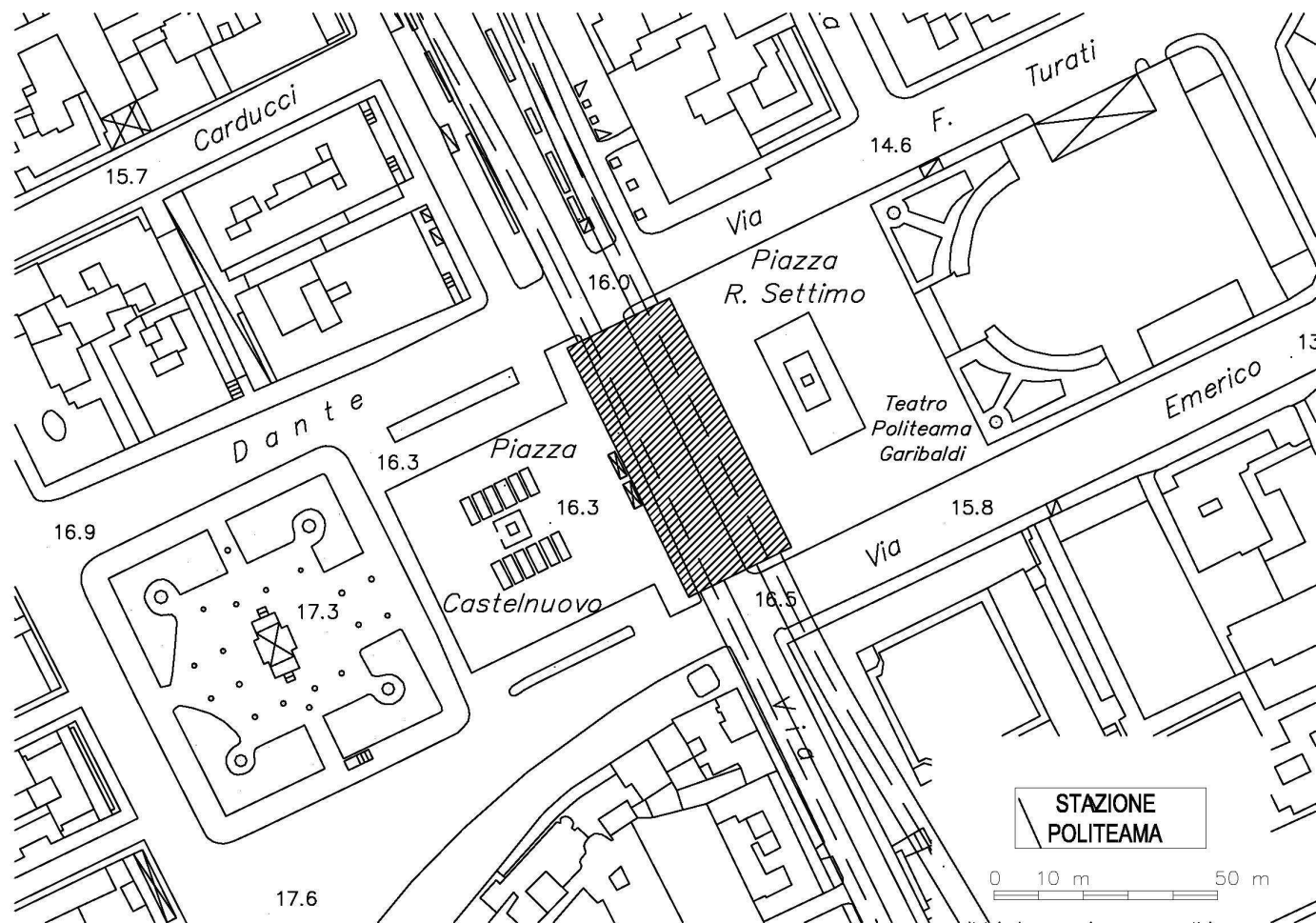
Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.

Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

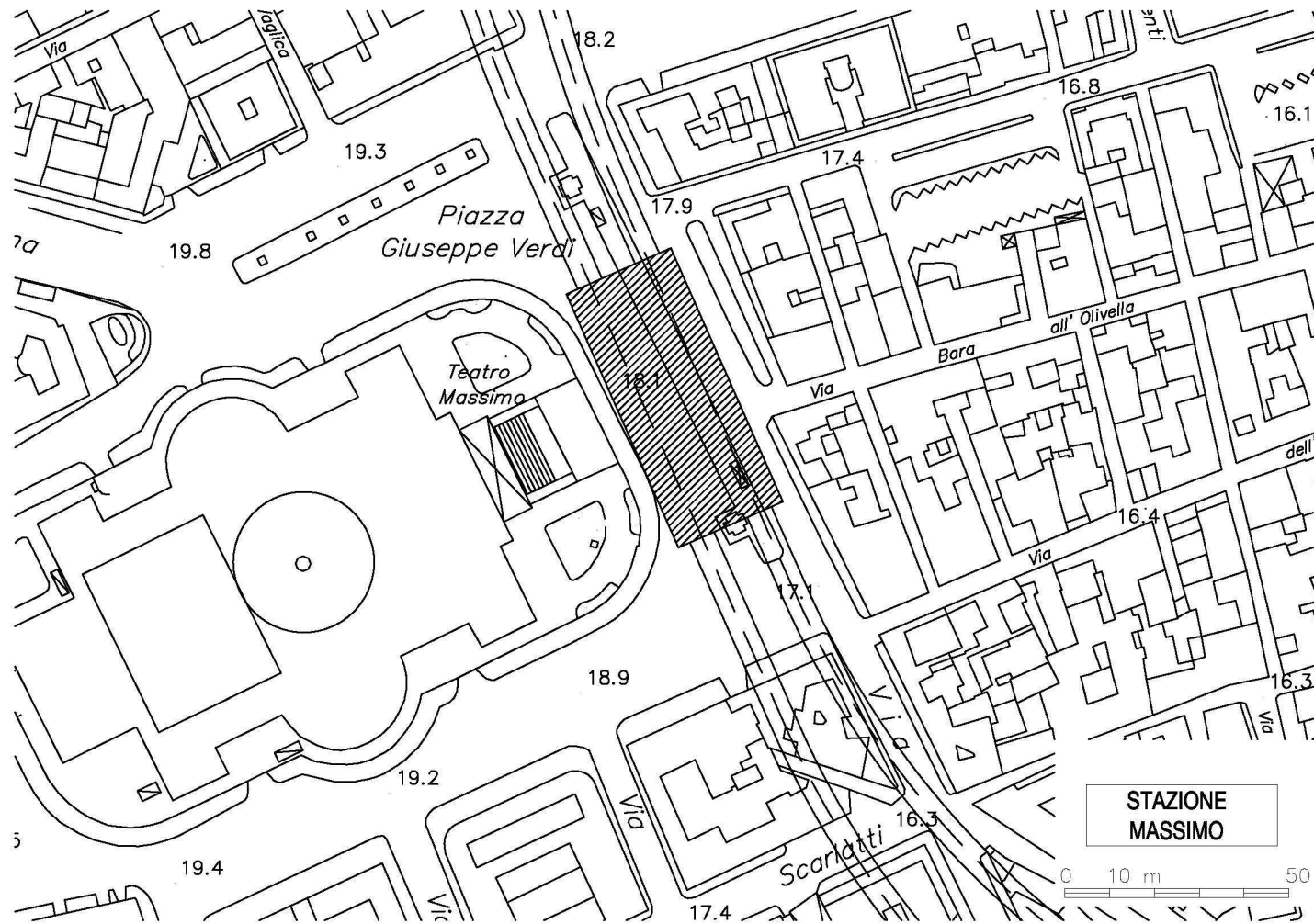
Relazione idrologica



Imm. 5.3 Stralcio Planimetrico Stazione Archimede



Imm. 5.4 Stralcio Planimetrico Stazione Politeama



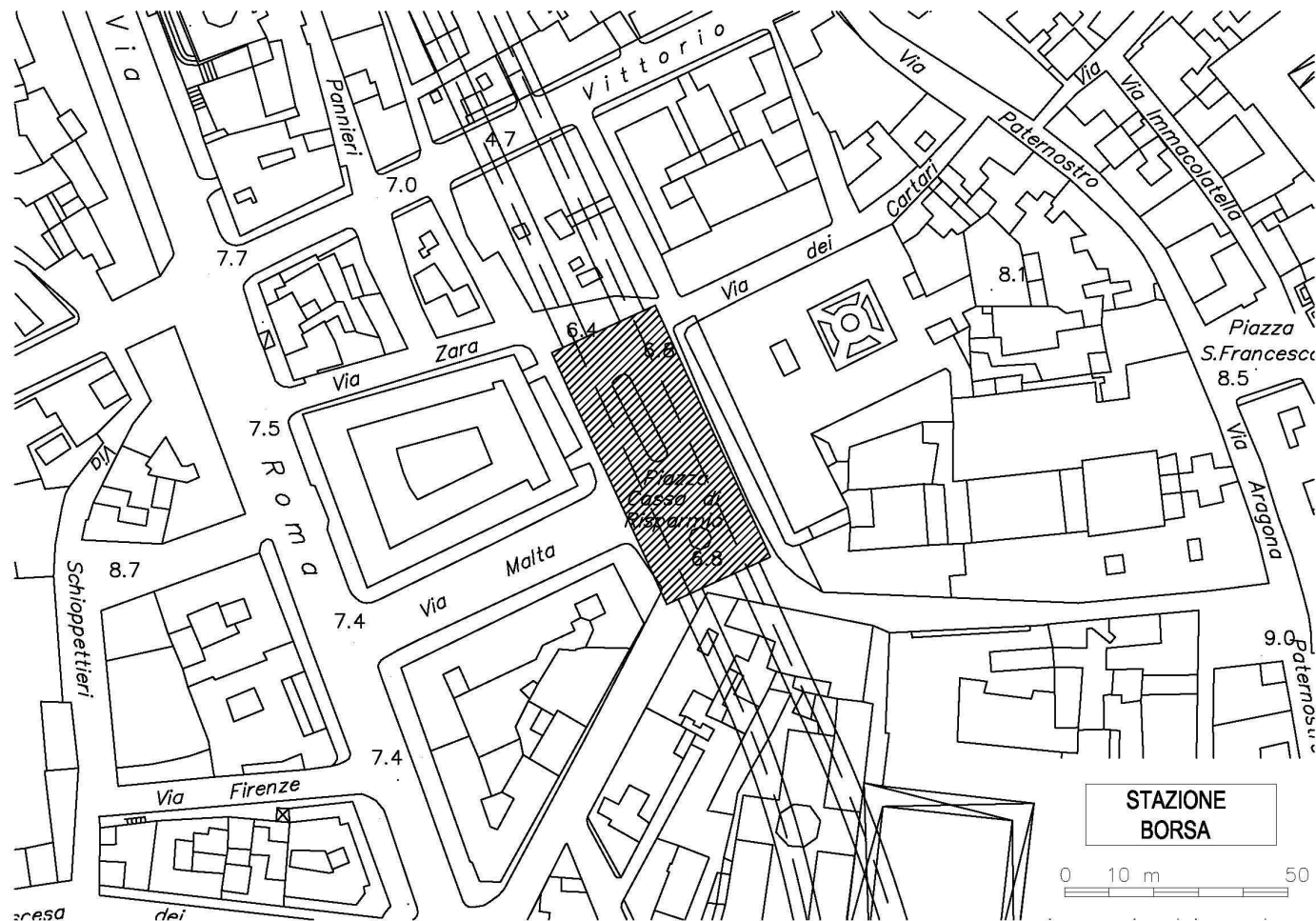
Imm. 5.5 Stralcio Planimetrico Stazione Massimo



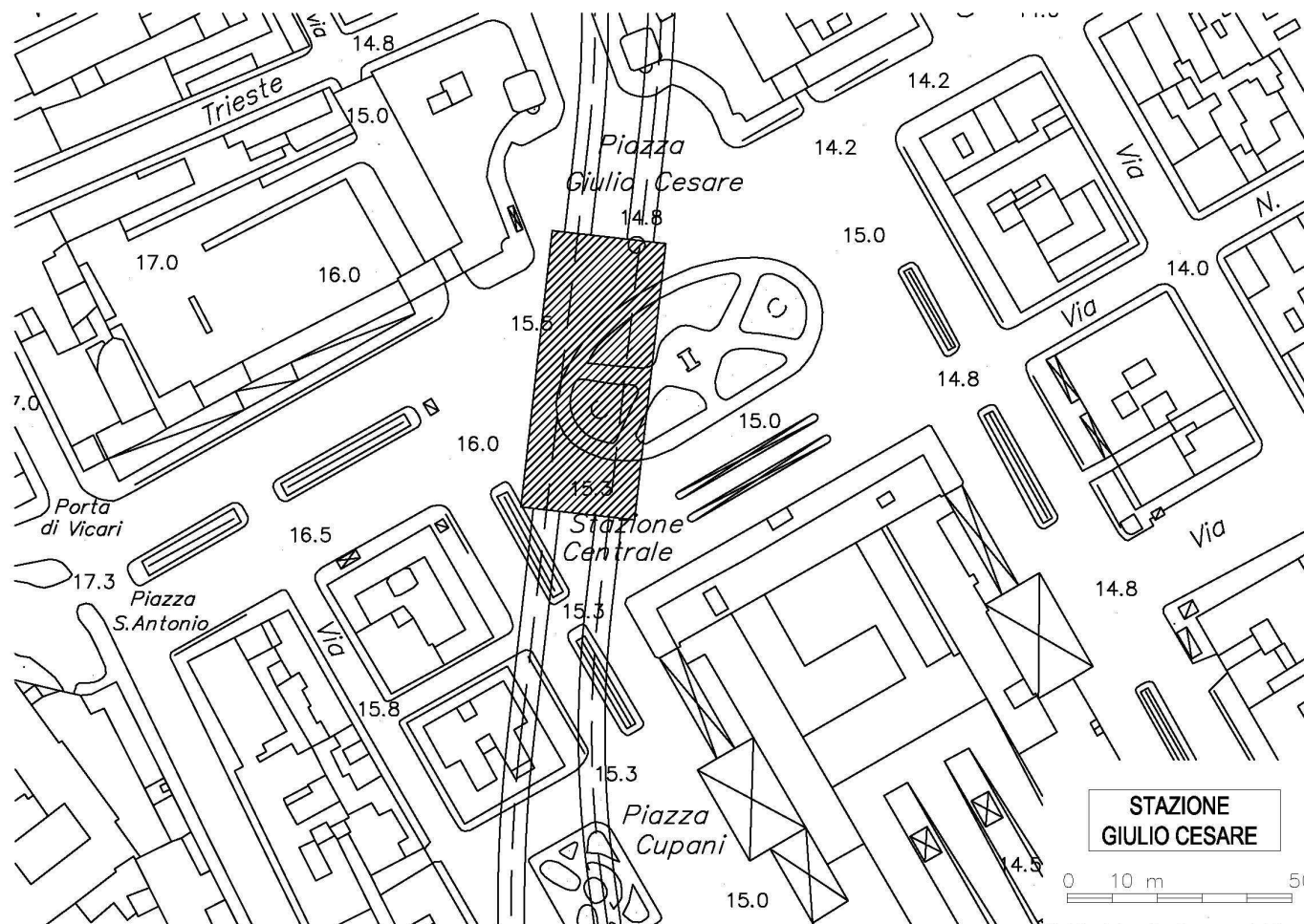
Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.

Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Relazione idrologica



Imm. 5.6 Stralcio Planimetrico Stazione Borsa



Imm. 5.7 Stralcio Planimetrico Stazione Giulio Cesare



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.

Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Relazione idrologica



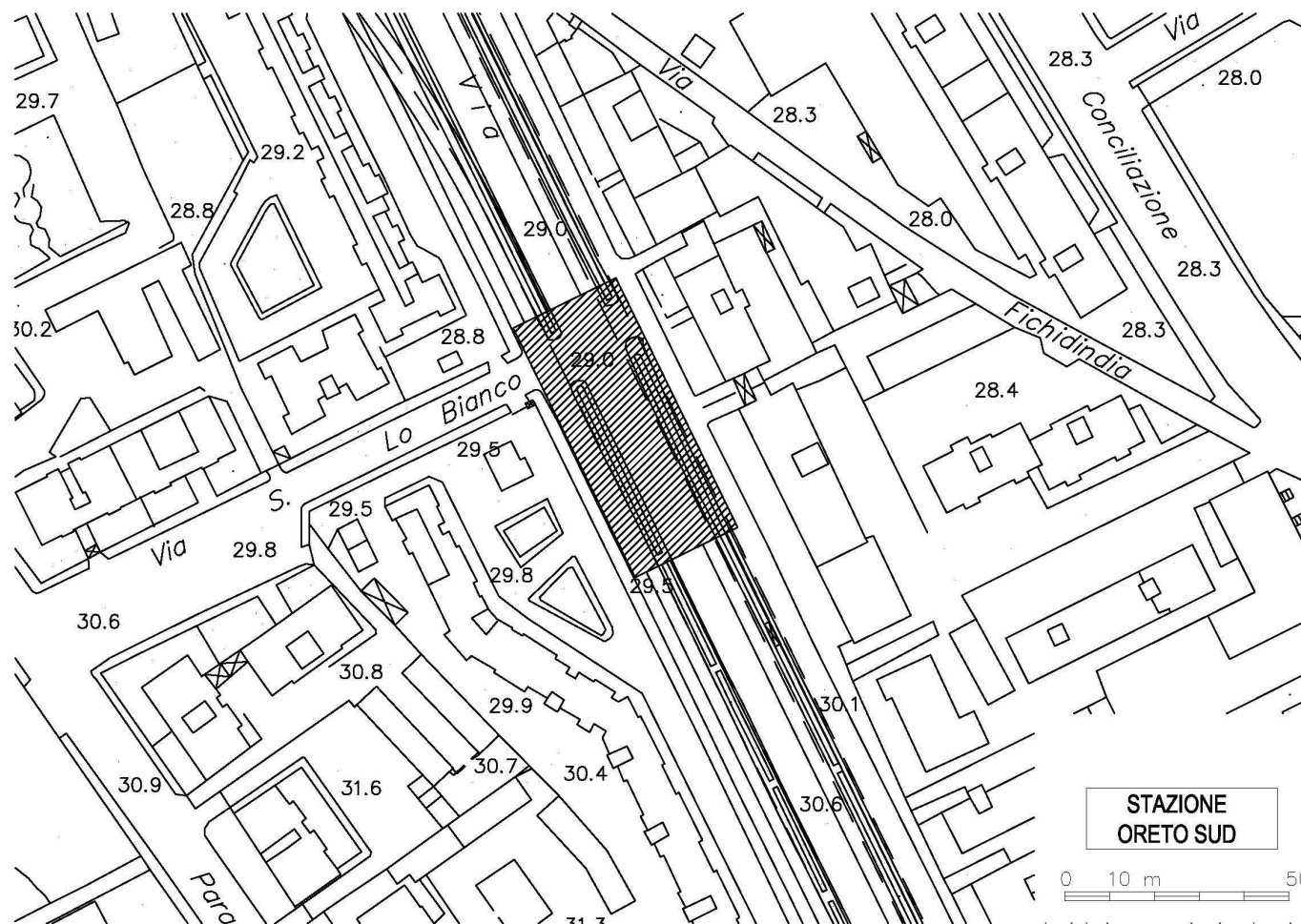
Imm. 5.8 Stralcio Planimetrico Stazione Oreto Nord



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.

Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Relazione idrologica



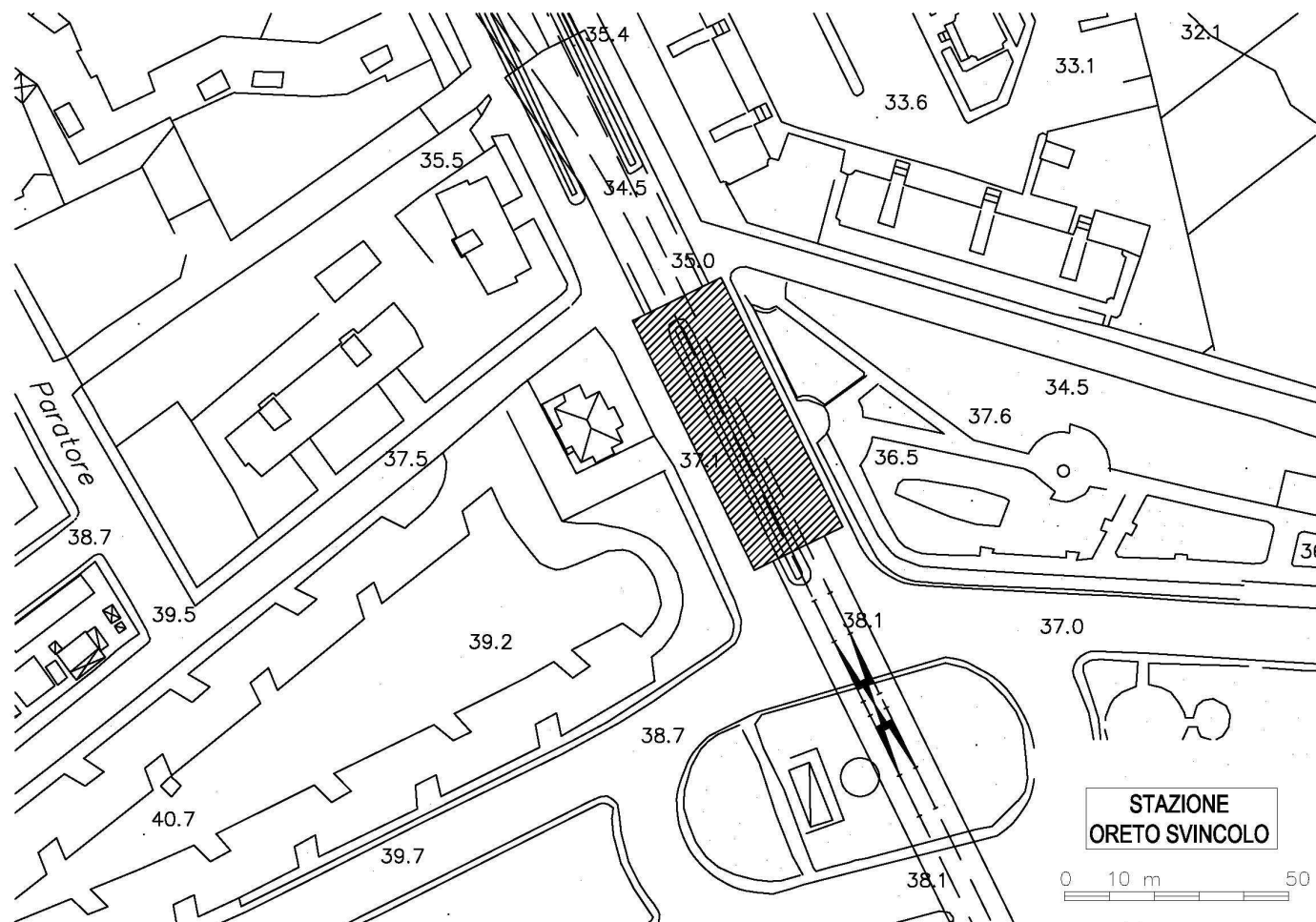
Imm. 5.9 Stralcio Planimetrico Stazione Oreto SUD



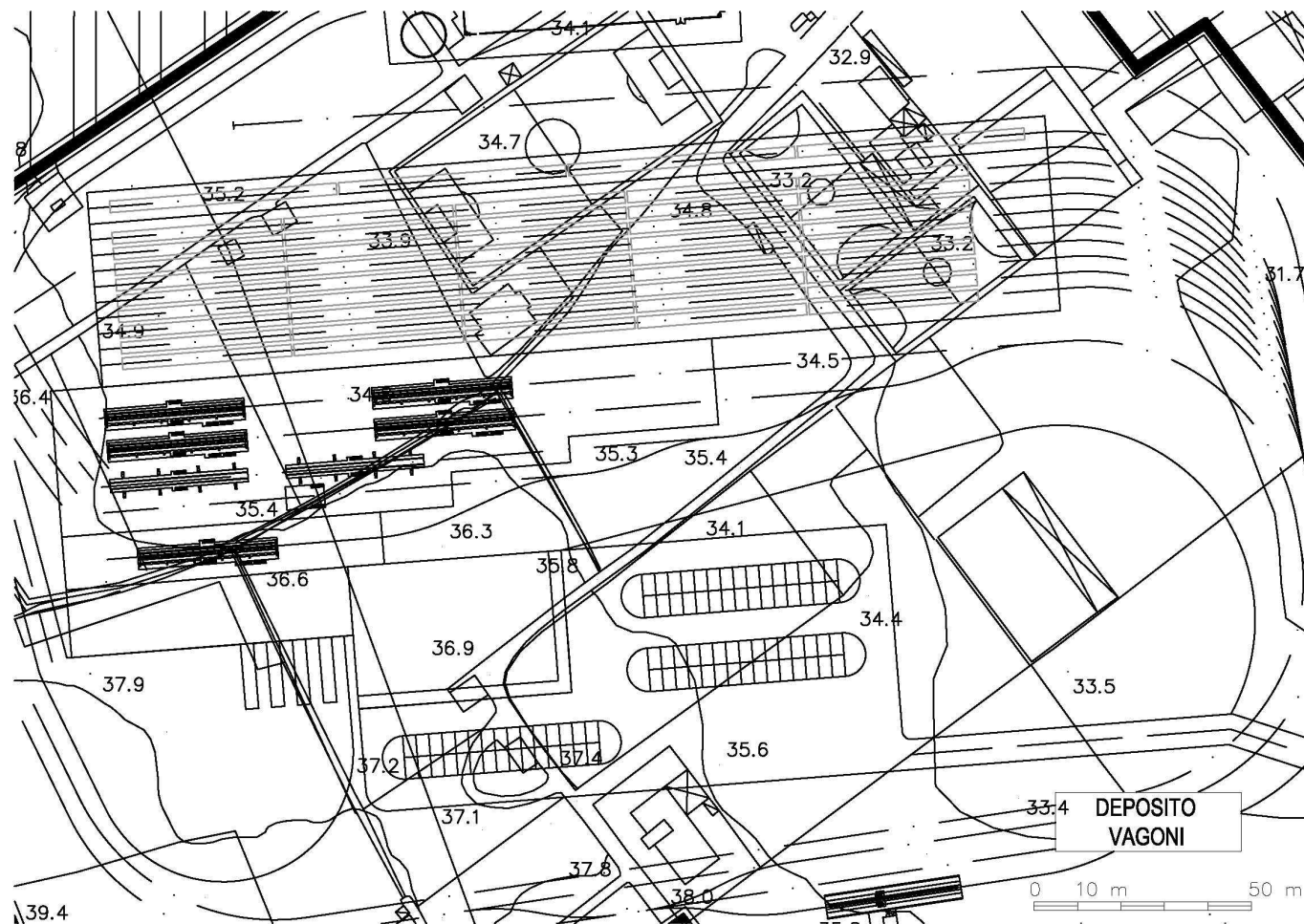
Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.

Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Relazione idrologica



Imm. 5.10 Stralcio Planimetrico Stazione Oreto Svincolo



Imm. 5.11 Stralcio Planimetrico Deposito Vagoni



**Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.**

Relazione idrologica

ALLEGATO B

Grafici delle Portate di Calcolo

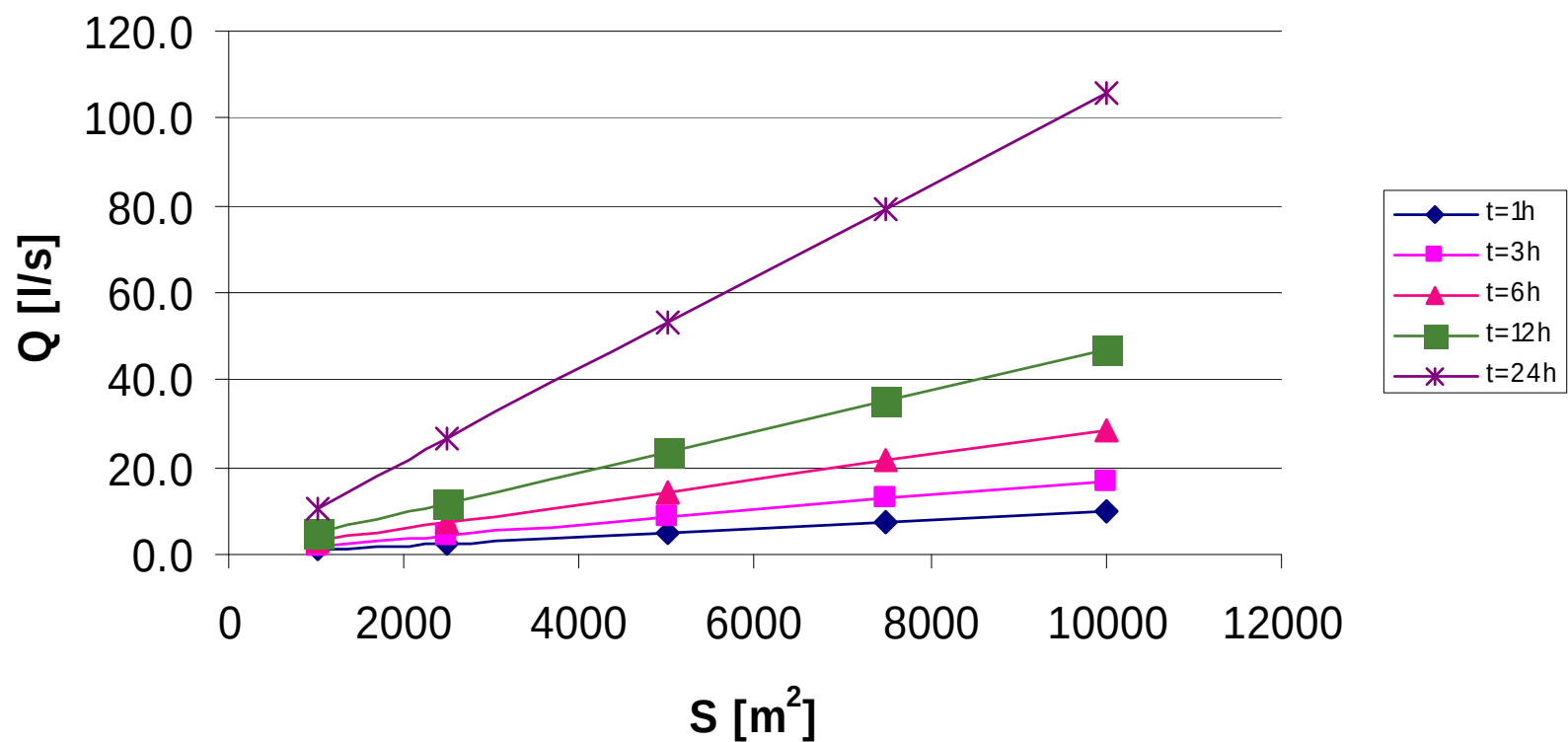


Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.

Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Relazione idrologica

Portate di Progetto per $T_r=10$ anni Istituto Castelnuovo



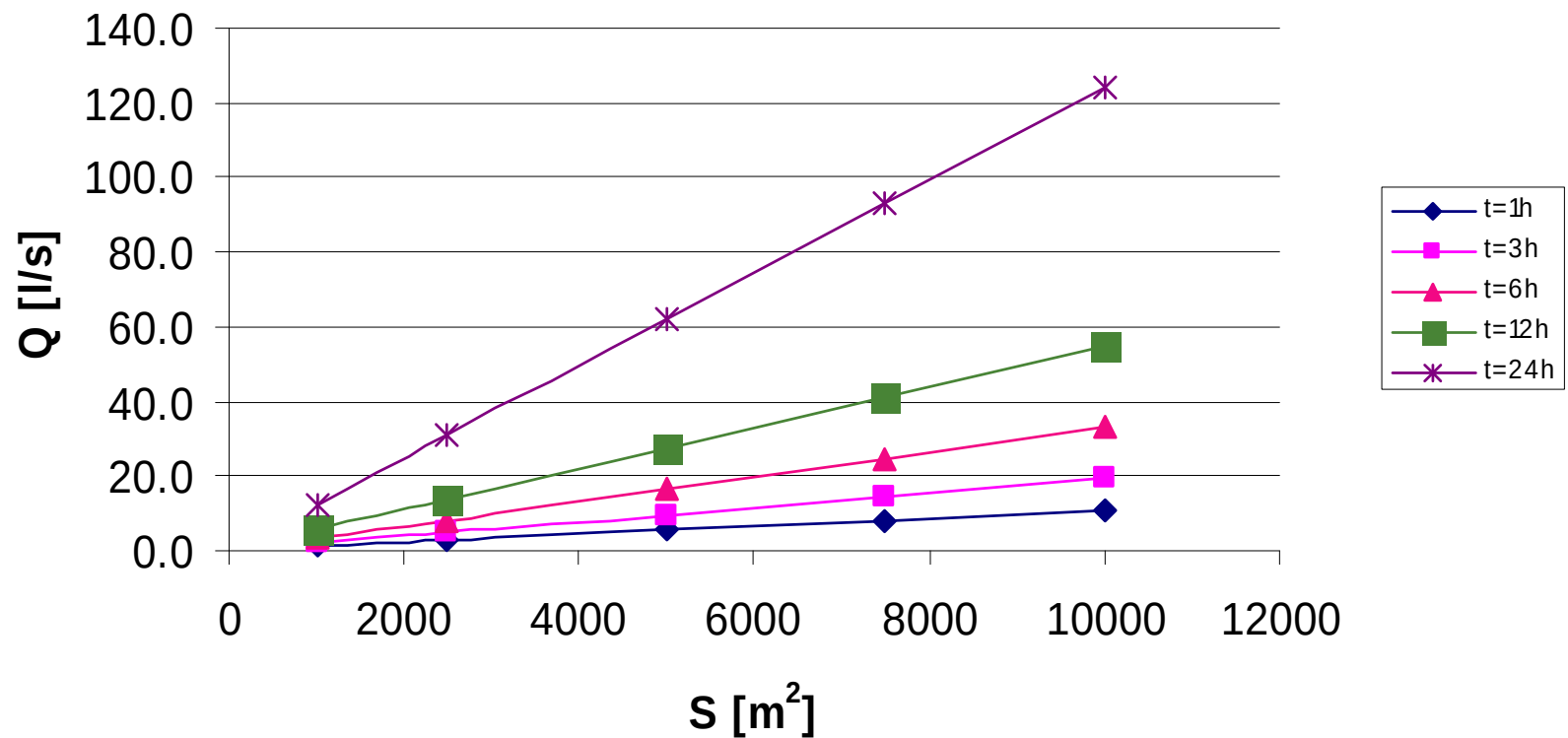


Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.

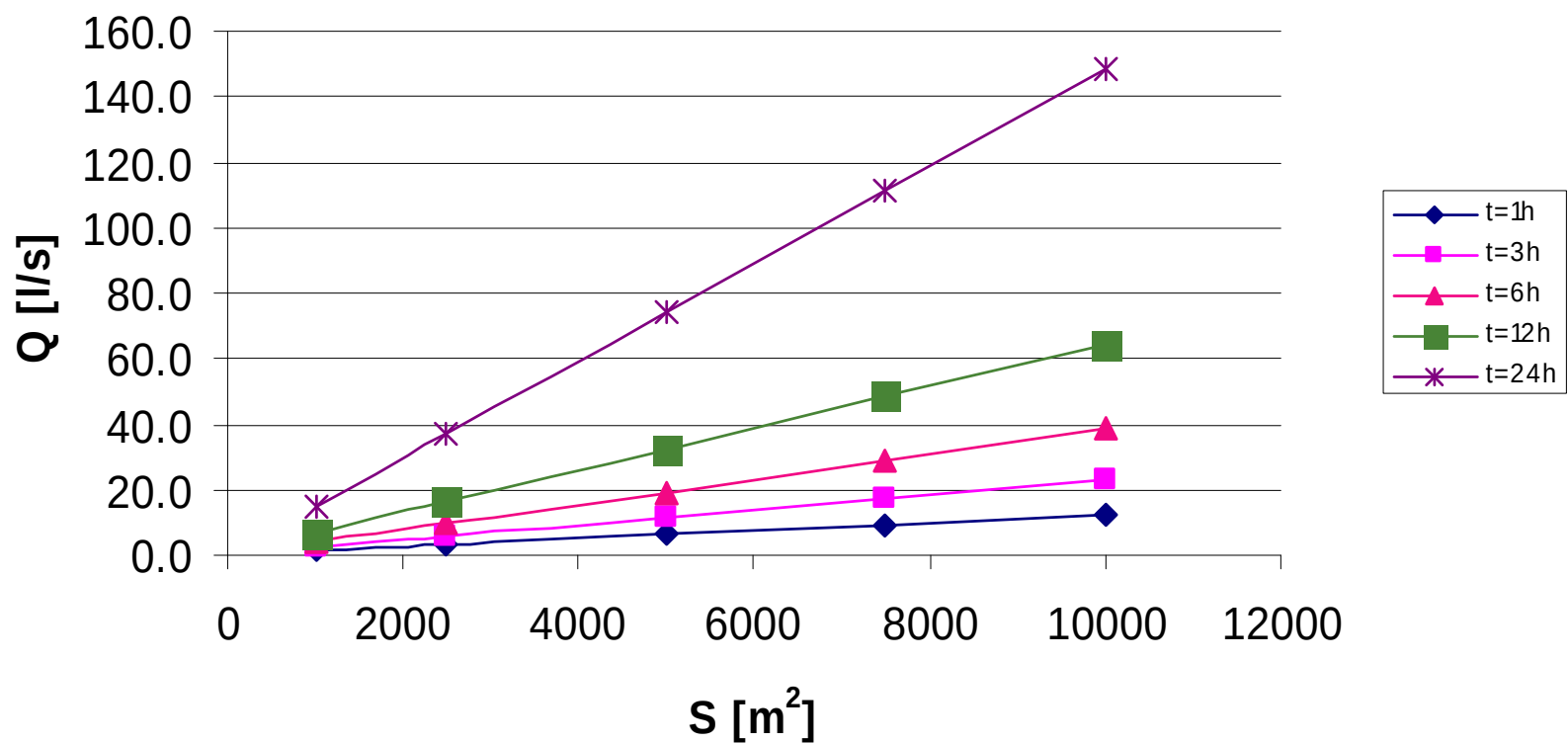
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Relazione idrologica

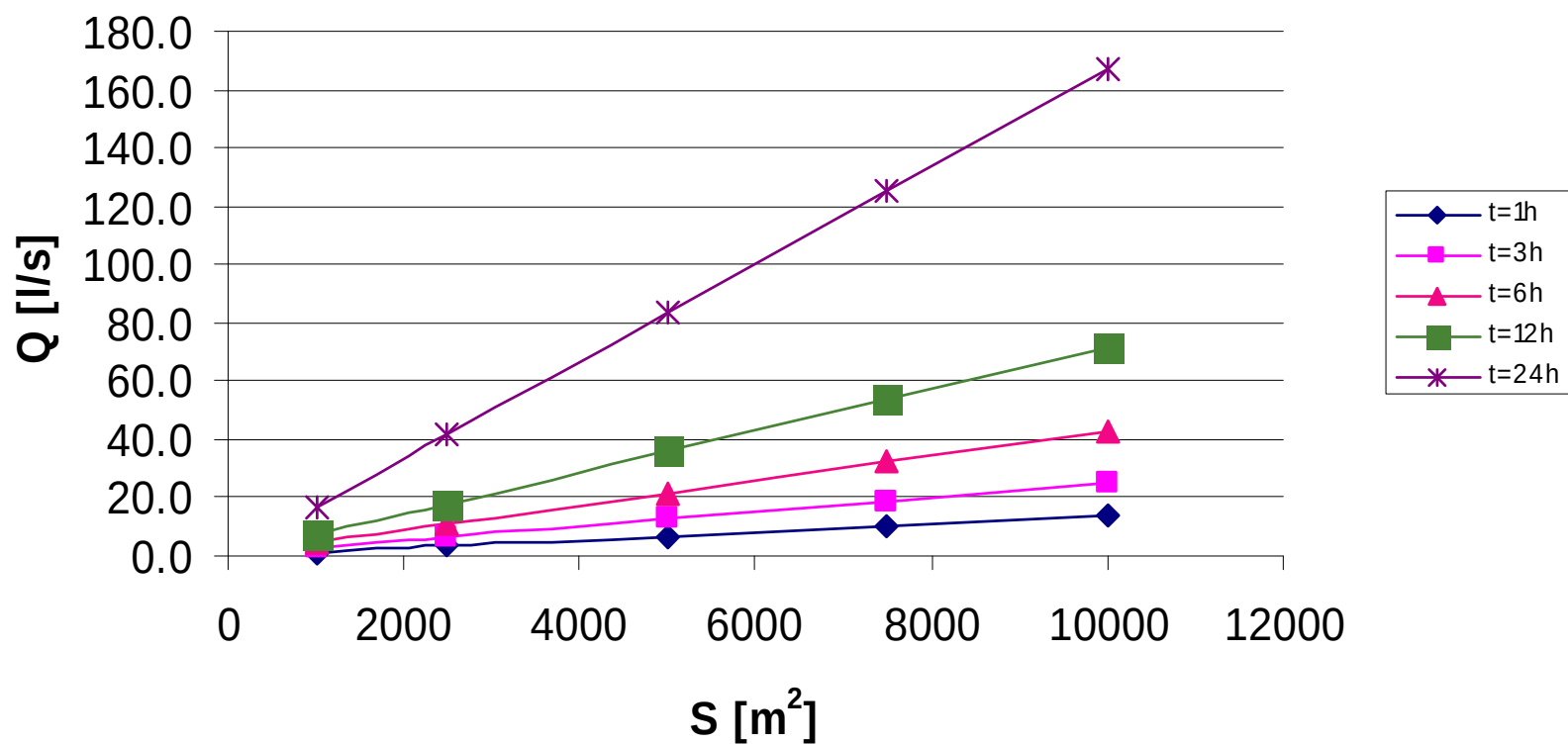
Portate di Progetto per $T_r=20$ anni Istituto Castelnuovo



Portate di Progetto per $T_r=50$ anni Istituto Castelnuevo



Portate di Progetto per $T_r=100$ anni Istituto Castelnuovo



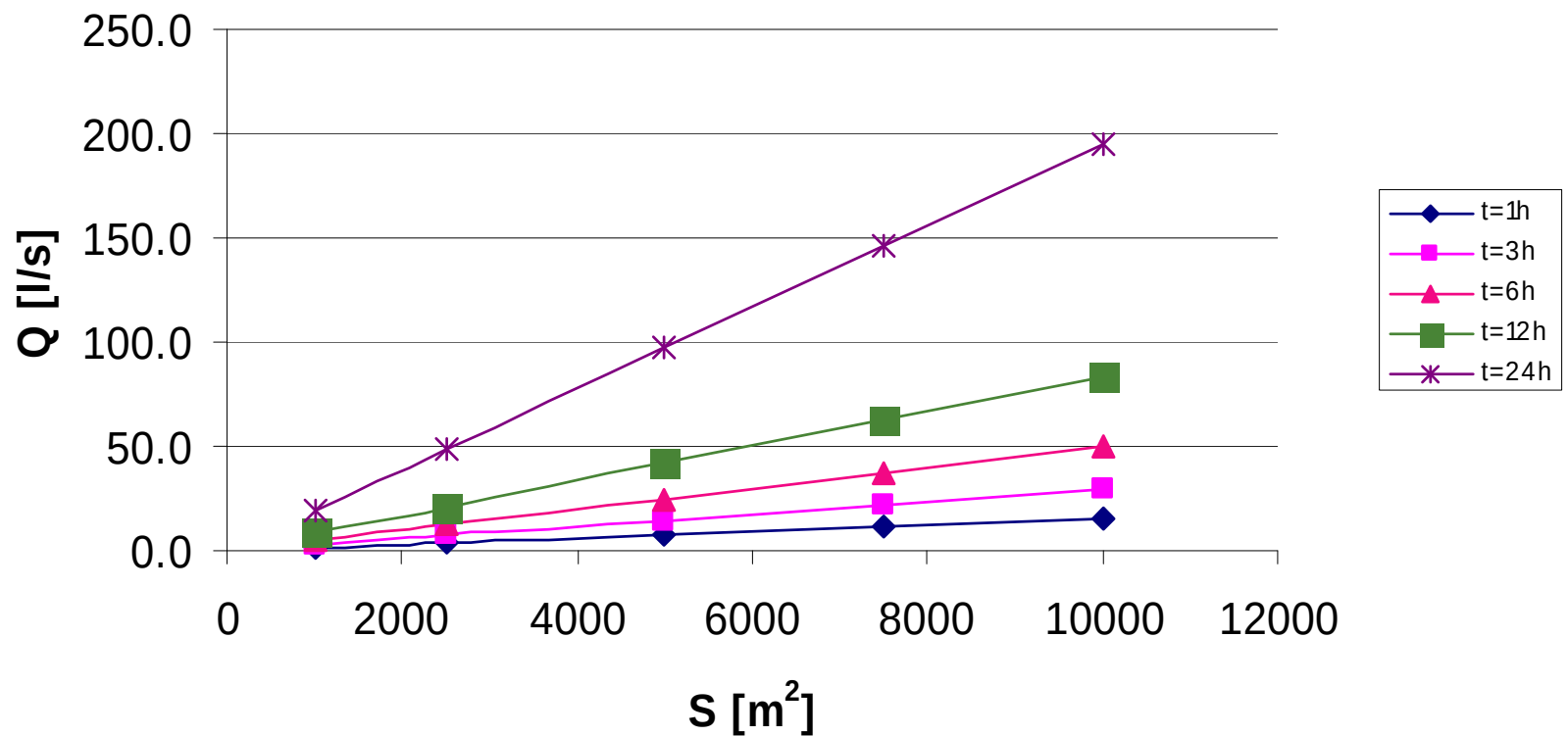


Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.

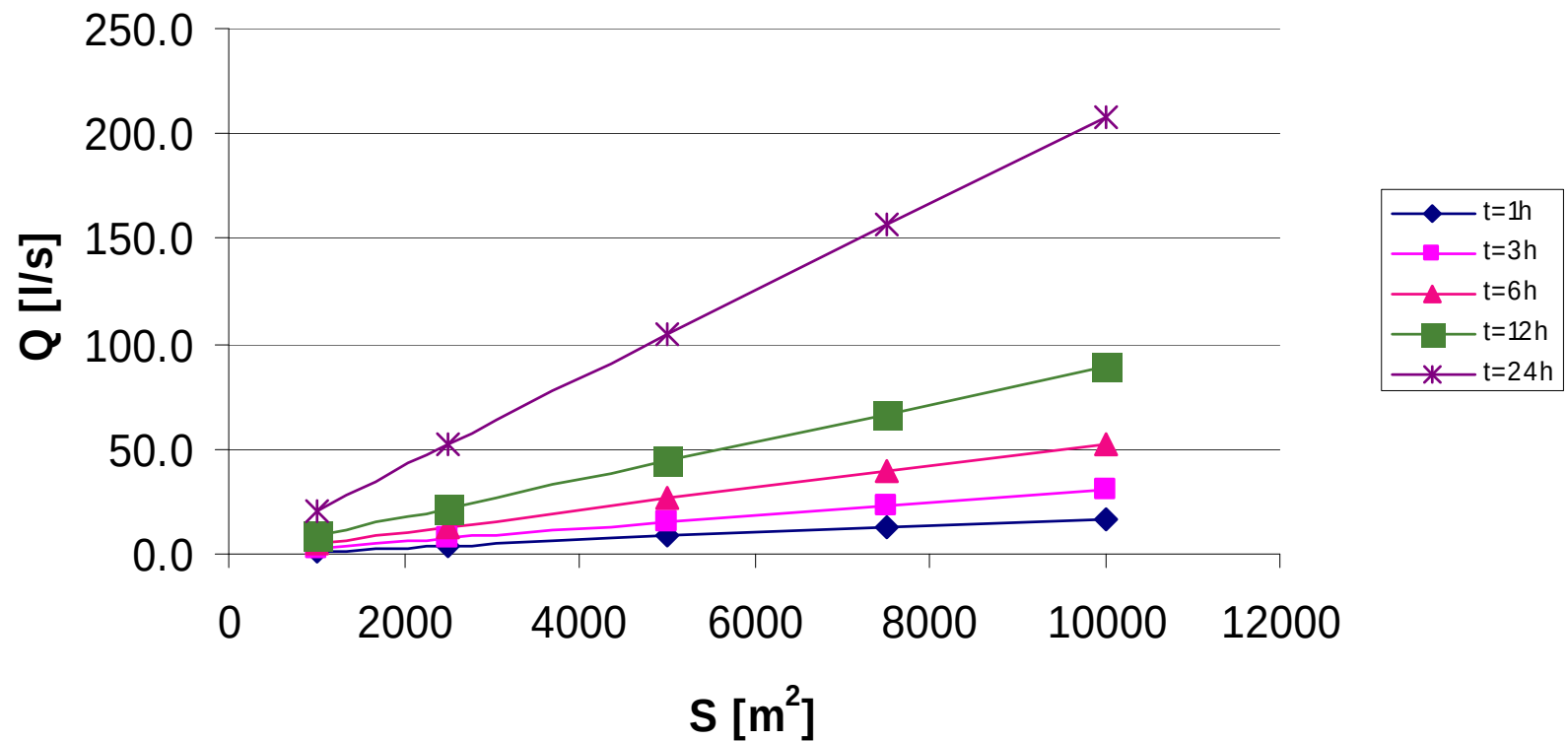
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Relazione idrologica

Portate di Progetto per $T_r=300$ anni Istituto Castelnuovo



Portate di Progetto per $T_r=500$ anni Istituto Castelnuovo



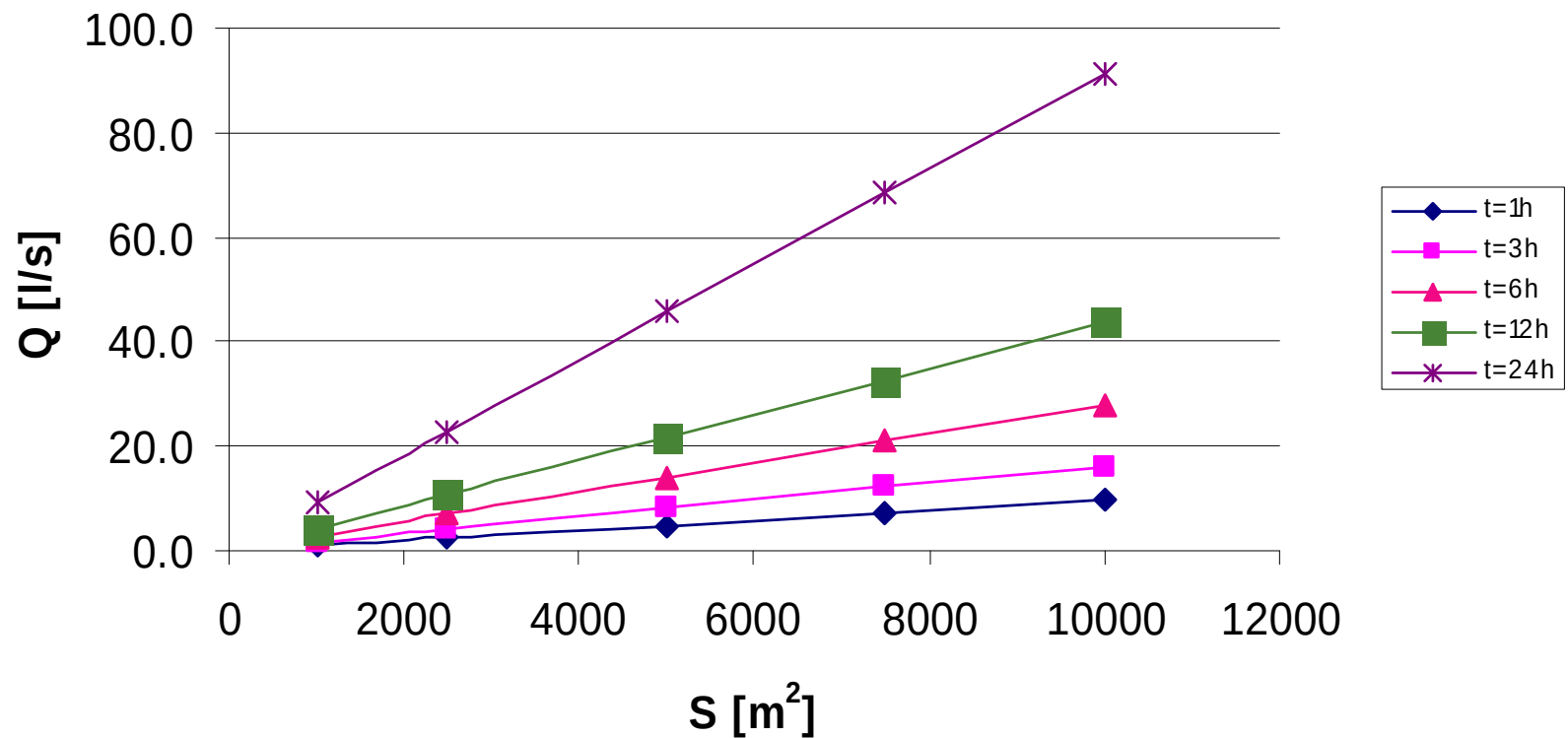


Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.

Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Relazione idrologica

Portate di Progetto per $T_r=10$ anni Osservatorio Astronomico



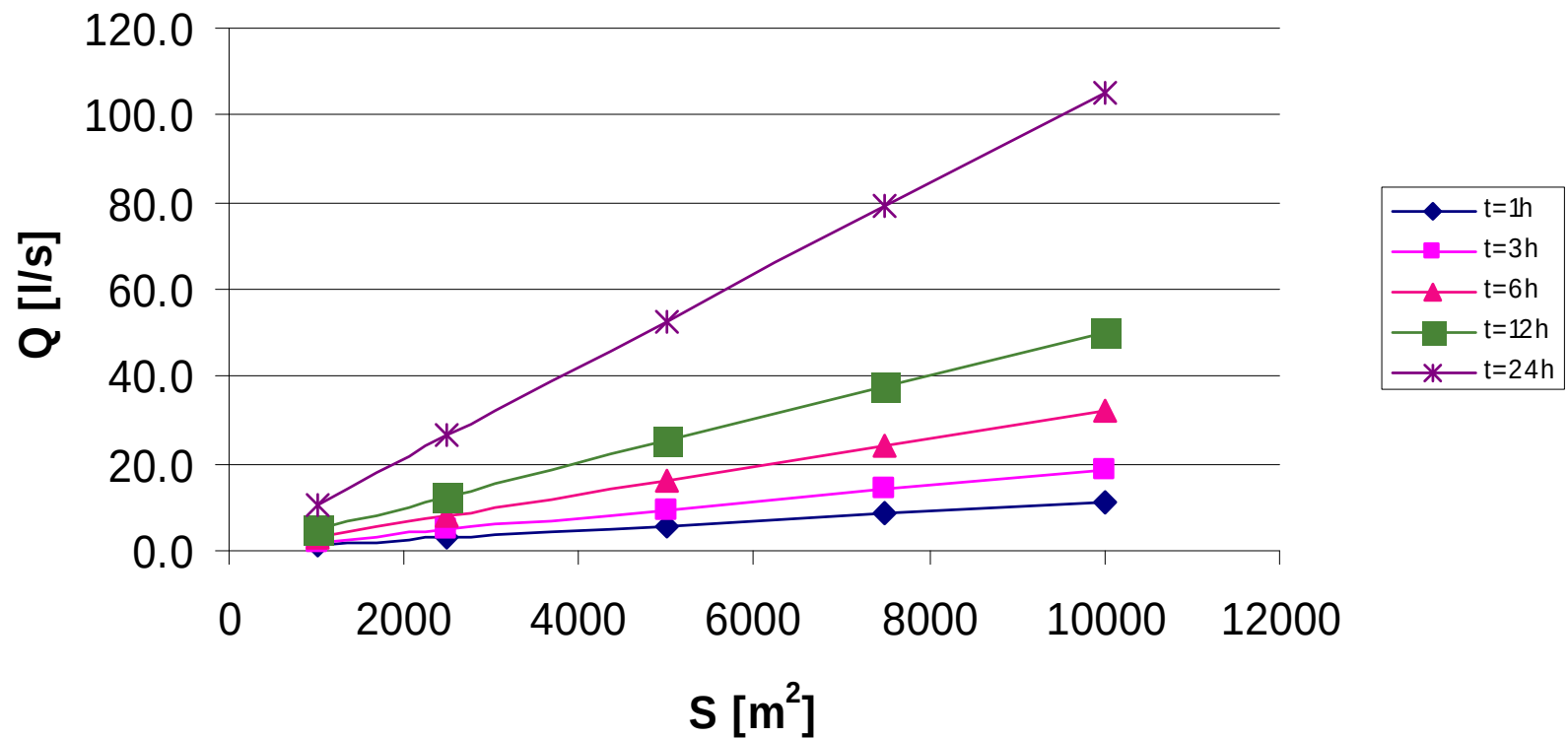


Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.

Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Relazione idrologica

Portate di Progetto per $T_r=20$ anni Osservatorio Astronomico



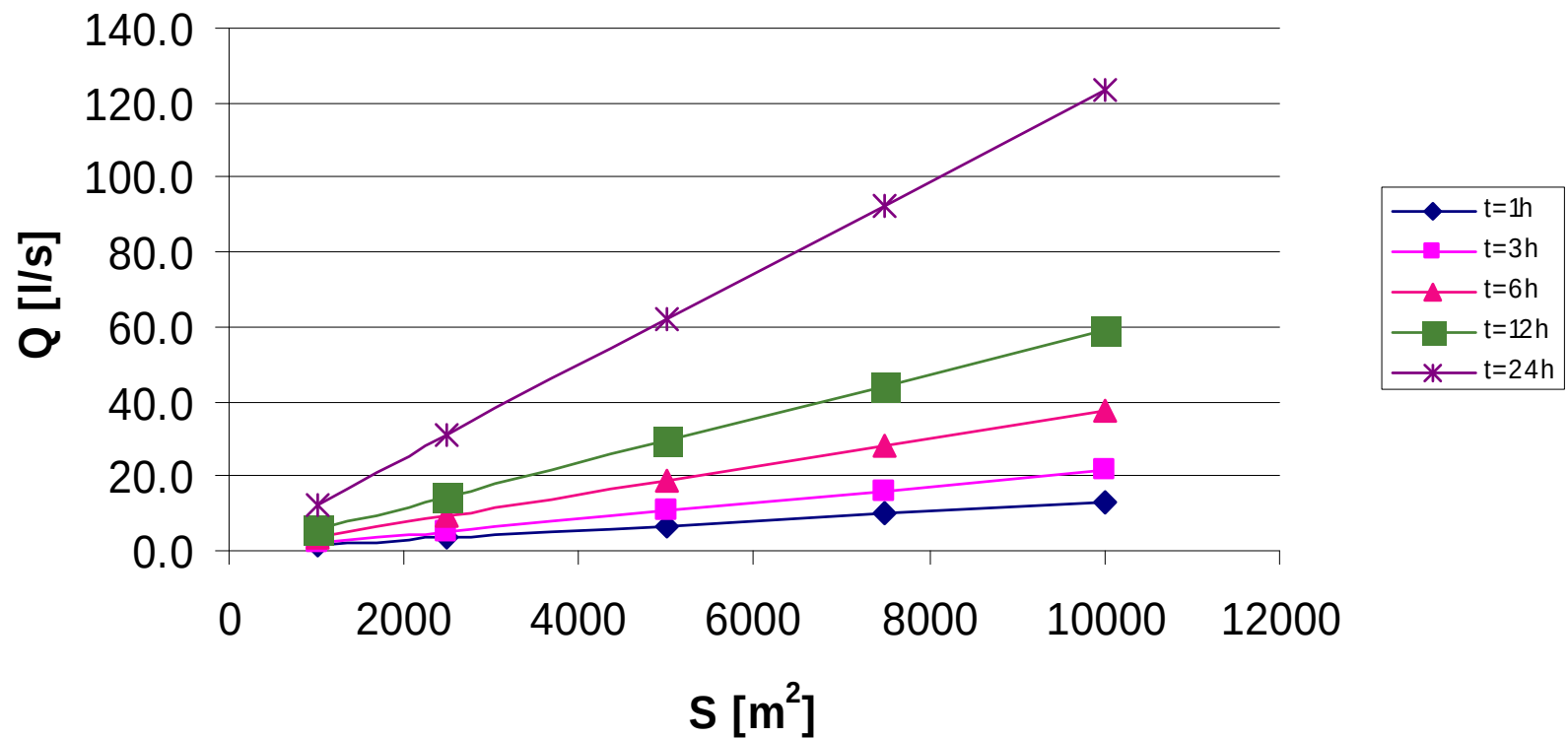


Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.

Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Relazione idrologica

Portate di Progetto per $T_r=50$ anni Osservatorio Astronomico



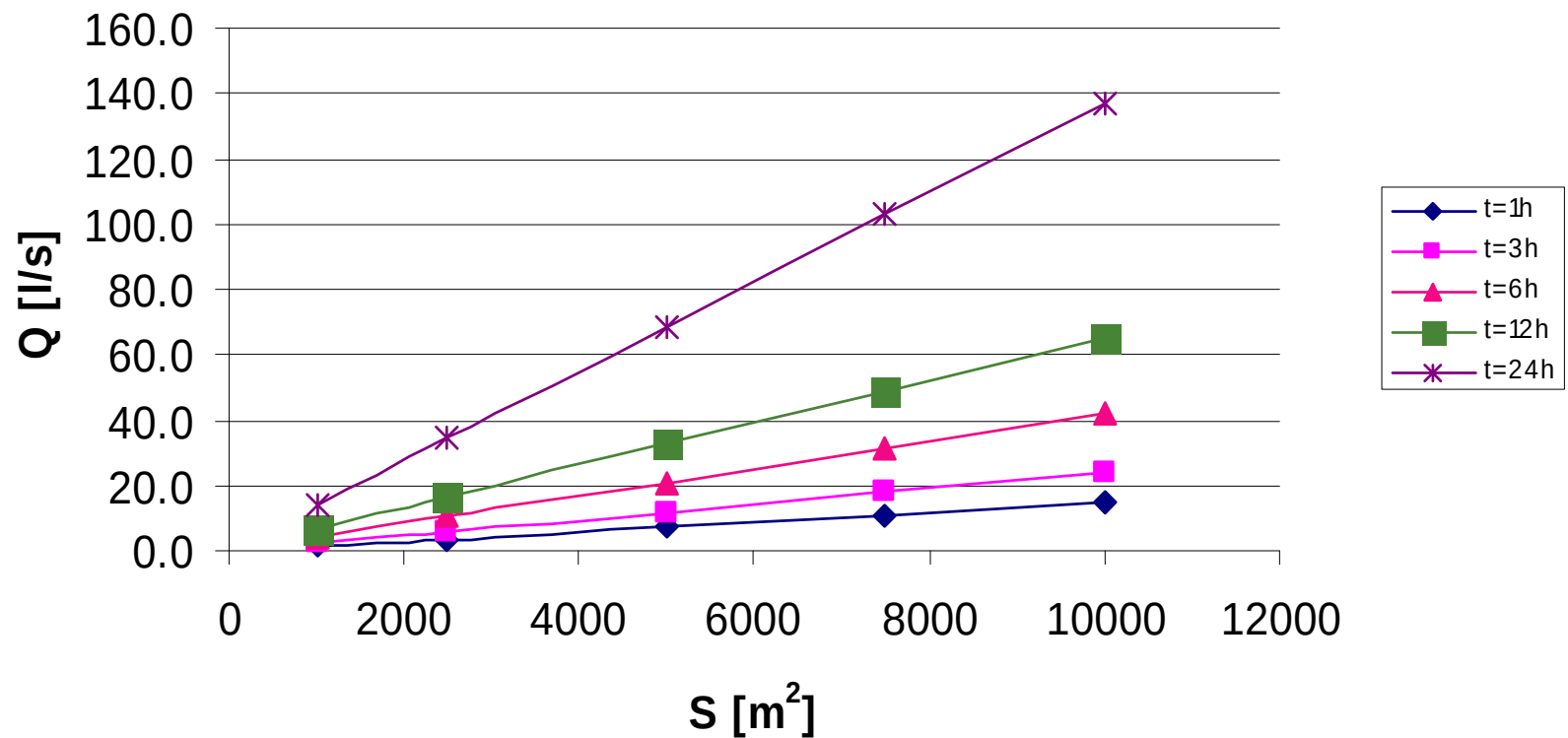


Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.

Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Relazione idrologica

Portate di Progetto per $T_r=100$ anni Osservatorio Astronomico



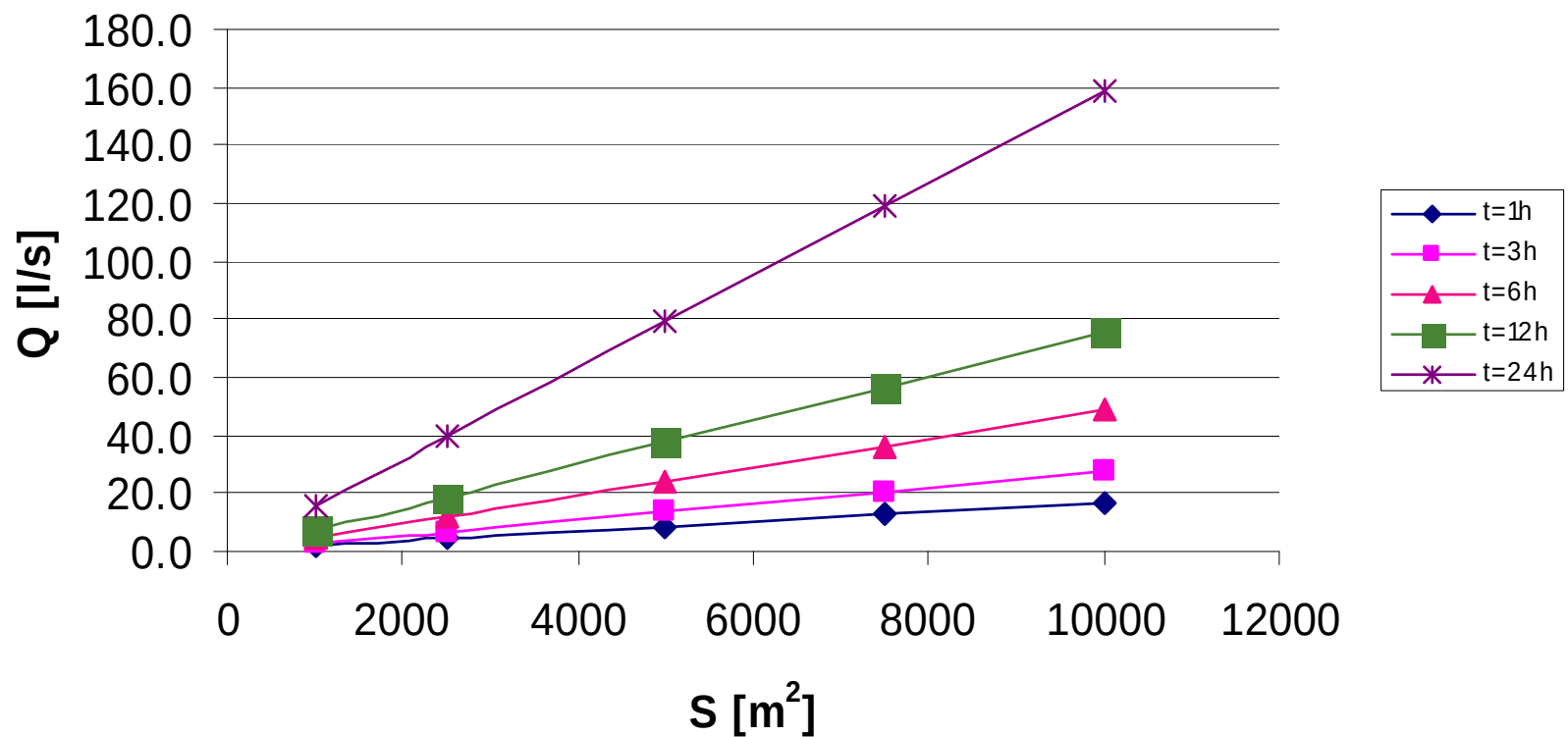


Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.

Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Relazione idrologica

Portate di Progetto per $T_r=300$ anni Osservatorio Astronomico



Portate di Progetto per $T_r=500$ anni Osservatorio Astronomico

