

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



U.O. CORPO STRADALE E GEOTECNICA

PROGETTO PRELIMINARE

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA CATENANUOVA

RELAZIONE IDRAULICA ATTRAVERSAMENTI MAGGIORI

SCALA:

-

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

RSJ1 01 R 11 RI ID0002 001 C

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione esecutiva	Idrostudi	Marzo 2011	R.Lauranzana	Marzo 2011	A.Forcina	Marzo 2011	F. Sacchi Dicembre 2011
B	Emissione esecutiva	Idrostudi	4 Aprile 2011	R.Lauranzana	5 Aprile 2011	A.Forcina	6 Aprile 2011	
C	Emissione esecutiva a seguito nota RFI del 27-10-2011	B. Rangallo	Dicembre 2011	R.Lauranzana	Dicembre 2011	B. Bianchi	Dicembre 2011	

File: RSJ101R11RIID0002001C.doc

n. Elab.:

INDICE

1	PREMESSA.....	8
1.1	ELENCO ELABORATI ANNESSI	9
2	SINTESI TECNICO DESCRITTIVA	11
2.1	INQUADRAMENTO GENERALE DELL'AREA	11
2.2	DESCRIZIONE DEI MANUFATTI DI ATTRAVERSAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA	11
3	METODOLOGIA DI CALCOLO	20
3.1	CRITERI DI VERIFICA	20
3.2	METODOLOGIA DI VERIFICA IDRAULICA MEDIANTE SIMULAZIONI IDRAULICHE SU MODELLO MATEMATICO IN SCHEMA DI MOTO PERMANENTE	20
3.2.1	<i>Caratteristiche modello matematico.....</i>	<i>20</i>
3.2.2	<i>Calcolo del profilo a moto permanente</i>	<i>20</i>
3.2.3	<i>Calcolo del rigurgito dovuto ai tombini/ponticelli</i>	<i>24</i>
4	VERIFICA IDRAULICA OPERE	27
4.1	GEOMETRIA DELL'ALVEO	28
4.2	PORTATE DI PROGETTO	29
4.3	TARATURA DEI MODELLI	29
4.4	RAPPRESENTAZIONE DELLE VERIFICHE	32
4.5	SIMULAZIONI NUMERICHE DEI MANUFATTI DI ATTRAVERSAMENTO.....	33
4.5.1	<i>Simulazione numerica del manufatto 1 – Vallone della Rosa.....</i>	<i>33</i>
4.5.2	<i>Simulazione numerica del manufatto 2 – Vallone Aranciaro.....</i>	<i>40</i>
4.5.3	<i>Simulazione numerica del manufatto 3 – Vallone Giudeo.....</i>	<i>47</i>
4.5.4	<i>Simulazione manufatto 4 – Vallone Fontana Murata.....</i>	<i>57</i>
4.5.5	<i>Simulazione manufatto 5 – Vallone Sferro</i>	<i>66</i>
4.5.6	<i>Simulazione numerica del manufatto 6 – Vallone Tirabue.....</i>	<i>76</i>
4.5.7	<i>Simulazione numerica del manufatto 7 – Torrente Finaita</i>	<i>84</i>
4.5.8	<i>Simulazione manufatto 8 – Vallone Alice Fontanazza.....</i>	<i>91</i>
4.5.9	<i>Simulazione numerica manufatto nove –Vallone Mendola.....</i>	<i>100</i>
4.5.10	<i>Simulazione numerica manufatto 10 – Canale Buttaceto.....</i>	<i>106</i>
5	VIADOTTO FIUME SIMETO	115

6	COMPATIBILITÀ IDRAULICA	122
6.1	ANALISI DEL TRACCIATO FERROVIARIO	123
6.2	STUDIO IDROLOGICO.....	123
6.3	VERIFICHE IDRAULICHE.....	123
6.4	SISTEMAZIONI IDRAULICHE	124
6.5	ANALISI DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA	125
7	BIBLIOGRAFIA	127

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO-CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA					
	RELAZIONE IDRAULICA ATTRAVERSAMENTI MAGGIORI	COMMESSA RSJ1	LOTTO 01	CODIFICA R 11 RI	DOCUMENTO ID 00 02 001	REV. C

INDICE DELLE FIGURE

<i>Figura 1 – Ubicazione geografica dei principali attraversamenti della linea ferroviaria.....</i>	13
<i>Figura 2 – Vallone della Rosa: documentazione fotografica.....</i>	15
<i>Figura 3 – Vallone Aranciaro: documentazione fotografica.....</i>	15
<i>Figura 4 – Vallone Giudeo: documentazione fotografica.....</i>	16
<i>Figura 5 – Vallone Fontana Murata: documentazione fotografica.....</i>	16
<i>Figura 6 – Vallone Sferro: documentazione fotografica.....</i>	17
<i>Figura 7 – Vallone Tirabue: documentazione fotografica.....</i>	17
<i>Figura 8 – Vallone Finalta: documentazione fotografica.....</i>	18
<i>Figura 9 – Vallone Alice Fontanazza: documentazione fotografica.....</i>	18
<i>Figura 10 – Vallone Mendola: documentazione fotografica.....</i>	19
<i>Figura 11 - Schema di calcolo per la determinazione del profilo liquido nei corsi d'acqua.....</i>	21
<i>Figura 12 - Sezione schematica di un corso d'acqua naturale.....</i>	22
<i>Figura 13 – Schema idraulico tombino/ponticello.....</i>	24
<i>Figura 14 – Diagramma di funzionamento del tombino/ponticello.....</i>	25
<i>Figura 15 – Visione aerea dell'ubicazione geografica dell'area oggetto di studio – Vallone della Rosa.....</i>	33
<i>Figura 16 – Individuazione planimetrica dei due attraversamenti stradali– Vallone della Rosa.....</i>	34
<i>Figura 17 – Schema planimetrico con l'ubicazione delle sezioni di calcolo per le verifiche idrauliche del Fiume Dittaino.....</i>	35
<i>Figura 18 – Risultati delle verifiche idrauliche riportate nell'allegato B del “Piano Stralcio di Bacino per l’assetto Idrologico (P.A.I.)” della regione siciliana per il fiume Dittaino.....</i>	36
<i>Figura 19 – Foto fondo alveo Vallone della Rosa.....</i>	37
<i>Figura 20 –Stralcio planimetrico del nuovo tracciato ferroviario - Vallone della Rosa.....</i>	38
<i>Figura 21 – Ponte ferroviario esistente - Vallone della Rosa.....</i>	39
<i>Figura 22 – Ponte ferroviario di progetto - Vallone della Rosa.....</i>	39
<i>Figura 23 – Visione aerea dell'ubicazione geografica dell'area oggetto di studio – Vallone Aranciaro.....</i>	40
<i>Figura 24 – Individuazione planimetrica dei due attraversamenti stradali– Vallone Aranciaro.....</i>	42
<i>Figura 25 – Risultati delle verifiche idrauliche riportate nell'allegato B del “Piano Stralcio di Bacino per l’assetto Idrologico (P.A.I.)” della regione siciliana per il fiume Dittaino.....</i>	43
<i>Figura 26 – Schema planimetrico con l'ubicazione delle sezioni di calcolo per le verifiche idrauliche del Fiume Dittaino.....</i>	44
<i>Figura 27 – Stralcio planimetrico del nuovo tracciato ferroviario - Vallone Aranciaro.....</i>	45
<i>Figura 28 – Ponte ferroviario esistente - Vallone Aranciaro.....</i>	46
<i>Figura 29 – Ponte ferroviario di progetto - Vallone Aranciaro.....</i>	46
<i>Figura 30 – Visione aerea dell'ubicazione geografica dell'area oggetto di studio – Vallone Giudeo.....</i>	48
<i>Figura 31 – Foto del sopralluogo in cui si evidenziala la notevole quota stradale del ponte a monte della ferrovia e quella esigua del tombino a valle di essa – Vallone Giudeo.....</i>	49
<i>Figura 32 – Individuazione planimetrica dei due attraversamenti stradali– Vallone Giudeo.....</i>	50
<i>Figura 33 – Schema planimetrico con l'ubicazione delle sezioni di calcolo per le verifiche idrauliche del Fiume Dittaino.....</i>	51
<i>Figura 34 – Risultati delle verifiche idrauliche riportate nell'allegato B del “Piano Stralcio di Bacino per l’assetto Idrologico (P.A.I.)” della regione siciliana per il fiume Dittaino.....</i>	52
<i>Figura 35 – Stralcio planimetrico del nuovo tracciato ferroviario - Vallone Giudeo.....</i>	54
<i>Figura 36 – Ponte ferroviario di progetto - Vallone Giudeo.....</i>	54

<i>Figura 37 – Confronto dei risultati ottenuti per i due scenari di funzionamento, ante e post operam, nelle sezioni prossime all'attraversamento ferroviario (sez.26.5) e al tombino posto a valle di esso (sez.26.1) – Vallone Giudeo.</i>	<i>56</i>
<i>Figura 38 – Visione aerea dell'ubicazione geografica dell'area oggetto di studio – Vallone Fontana Murata.</i>	<i>57</i>
<i>Figura 39 – Individuazione planimetrica dei due attraversamenti stradali – Vallone Fontana Murata.</i>	<i>58</i>
<i>Figura 40 – Schema planimetrico con l'ubicazione delle sezioni di calcolo per le verifiche idrauliche del Fiume Dittaino.</i>	<i>59</i>
<i>Figura 41 – Risultati delle verifiche idrauliche riportate nell'allegato B del "Piano Stralcio di Bacino per l'assetto Idrologico (P.A.I.)" della regione siciliana per il fiume Dittaino.</i>	<i>60</i>
<i>Figura 42 – Ponte ferroviario esistente - Vallone Fontana Murata.</i>	<i>61</i>
<i>Figura 43 – Profilo idrometrico nel ante operam - Vallone Fontana Murata.</i>	<i>62</i>
<i>Figura 44 – Stralcio planimetrico del nuovo tracciato ferroviario - Vallone Fontana Murata.</i>	<i>63</i>
<i>Figura 45 – Ponte ferroviario di progetto - Vallone Fontana Murata.</i>	<i>63</i>
<i>Figura 46 – Confronto dei risultati ottenuti per i due scenari di funzionamento, ante e post operam, nelle sezioni prossime all'attraversamento ferroviario (sez.26.5) e al tombino posto a valle di esso (sez.26.1) – Vallone Fontana Murata.</i>	<i>65</i>
<i>Figura 47 – Visione aerea dell'ubicazione geografica dell'area oggetto di studio – Vallone Sferro.</i>	<i>66</i>
<i>Figura 48 – Individuazione planimetrica dei due attraversamenti stradali– Vallone Sferro.</i>	<i>67</i>
<i>Figura 49 – Foto ponte autostradale A19 – Vallone Sferro.</i>	<i>68</i>
<i>Figura 50 – Foto ponte stradale SS192 – Vallone Sferro.</i>	<i>69</i>
<i>Figura 51 – Schema planimetrico con l'ubicazione delle sezioni di calcolo per le verifiche idrauliche nel tratto del Risultati Fiume Dittaino.</i>	<i>70</i>
<i>Figura 52 – Risultati delle verifiche idrauliche riportate nell'allegato B del "Piano Stralcio di Bacino per l'assetto Idrologico (P.A.I.)" della regione siciliana per il fiume Dittaino.</i>	<i>71</i>
<i>Figura 53 – Foto del sopraluogo - Vallone Sferro.</i>	<i>72</i>
<i>Figura 54 – Dettaglio degli attraversamenti sul profilo idrometrico nella situazione ante operam - Vallone Sferro.</i>	<i>73</i>
<i>Figura 55 – Profilo idrometrico ante operam - Vallone Sferro.</i>	<i>74</i>
<i>Figura 56 – Ponte ferroviario di progetto - Vallone Sferro.</i>	<i>75</i>
<i>Figura 57 – Dettaglio del profilo idrometrico post operam - Vallone Sferro.</i>	<i>75</i>
<i>Figura 58 – Visione aerea dell'ubicazione geografica dell'area oggetto di studio – Vallone Tirabue.</i>	<i>77</i>
<i>Figura 59 – Individuazione planimetrica dei due attraversamenti stradali– Vallone Tirabue.</i>	<i>78</i>
<i>Figura 60 – Schema planimetrico con l'ubicazione delle sezioni di calcolo per le verifiche idrauliche del Fiume Dittaino.</i>	<i>79</i>
<i>Figura 61 – Risultati delle verifiche idrauliche riportate nell'allegato B del "Piano Stralcio di Bacino per l'assetto Idrologico (P.A.I.)" della regione siciliana per il fiume Dittaino.</i>	<i>80</i>
<i>Figura 62 – Foto sopralluogo – Vallone Tirabue.</i>	<i>81</i>
<i>Figura 63 – Profilo idrometrico post operam – Vallone Tirabue.</i>	<i>82</i>
<i>Figura 64 – Foto ponte ferroviario esistente – Vallone Tirabue.</i>	<i>82</i>
<i>Figura 65 – Foto ponte ferroviario di progetto – Vallone Tirabue.</i>	<i>83</i>
<i>Figura 66 – Visione aerea dell'ubicazione geografica dell'area oggetto di studio – Torrente Finaita.</i>	<i>84</i>
<i>Figura 67 – Foto del sopraluogo – Torrente Finaita.</i>	<i>85</i>
<i>Figura 68 – Schema planimetrico con l'ubicazione delle sezioni di calcolo per le verifiche idrauliche del Fiume Simeto.</i>	<i>86</i>
<i>Figura 69 – Risultati delle verifiche idrauliche riportate nell'allegato B del "Piano Stralcio di Bacino per l'assetto Idrologico (P.A.I.)" della regione siciliana per il fiume Dittaino.</i>	<i>87</i>
<i>Figura 70 – Dettaglio del profilo idrometrico ante operam – Torrente Finaita.</i>	<i>88</i>
<i>Figura 71 – Stralcio planimetrico del nuovo tracciato ferroviario – Torrente Finaita.</i>	<i>89</i>
<i>Figura 72 – Ponte ferroviario di progetto – Torrente Finaita.</i>	<i>90</i>
<i>Figura 73 – Dettaglio profilo idrometrico post operam – Torrente Finaita.</i>	<i>90</i>
<i>Figura 74 – Visione aerea dell'ubicazione geografica dell'area oggetto di studio – Vallone Alice Fontanazza.</i>	<i>91</i>
<i>Figura 75 – Individuazione planimetrica dei due attraversamenti stradali– Vallone Alice Fontanazza.</i>	<i>92</i>
<i>Figura 76 – Foto del sopraluogo – Vallone Alice Fontanazza.</i>	<i>93</i>



**NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO-CATANIA
RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA**

**RELAZIONE IDRAULICA ATTRAVERSAMENTI
MAGGIORI**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RSJ1	01	R 11 RI	ID 00 02 001	C	6 di 127

<i>Figura 77 – Profilo idrometrico ante operam – Vallone Alice Fontanazza.</i>	94
<i>Figura 78 – Stralcio planimetrico del nuovo tracciato ferroviario – Vallone Alice Fontanazza.</i>	95
<i>Figura 79 – Foto aerea degli attraversamenti sul Vallone Alice Fontanazza.</i>	96
<i>Figura 80 – Foto ponte ferroviario attuale – Vallone Alice Fontazza.</i>	97
<i>Figura 81 – Foto ponte ferroviario di progetto – Vallone Alice Fontazza.</i>	98
<i>Figura 82 – Profilo idrometrico post operam – Vallone Alice Fontanazza.</i>	99
<i>Figura 83 – Visione aerea dell’ubicazione geografica dell’area oggetto di studio – Vallone Mendola.</i>	100
<i>Figura 84 – Individuazione planimetrica dei due attraversamenti stradali – Vallone Mendola.</i>	101
<i>Figura 85 – Foto dell’alveo naturale durante il sopralluogo – Vallone Mendola.</i>	102
<i>Figura 86 – Profilo idrometrico nella situazione ante operam – Vallone Mendola.</i>	103
<i>Figura 87 – Stralcio planimetrico del tracciato ferroviario di progetto – Vallone Mendola.</i>	104
<i>Figura 88 – Ponte ferroviario di progetto – Vallone Mendola.</i>	104
<i>Figura 89 – Profilo idrometrico nella configurazione post operam – Vallone Mendola.</i>	105
<i>Figura 90 – visione aerea dell’ubicazione geografica dell’area oggetto di studio – Canale Buttaceto.</i>	106
<i>Figura 91 – Profilo idrometrico nella situazione ante operam – Canale Buttaceto.</i>	109
<i>Figura 92 – Dettaglio del profilo idrometrico nella situazione ante operam per il ponte di attraversamento della linea Pa-Ct – Canale Buttaceto.</i>	110
<i>Figura 93 – Dettaglio del profilo idrometrico nella situazione ante operam per il ponte di attraversamento della linea Ct-Sr – Canale Buttaceto.</i>	111
<i>Figura 94 – Variante di progetto del tracciato ferroviario per la linea Pa-Ct – Canale Buttaceto.</i>	112
<i>Figura 95 – Adeguamento viabilità interferente con il tracciato ferroviario – Canale Buttaceto.</i>	113
<i>Figura 96 – Profilo idrometrico nelle condizioni di progetto – Canale Buttaceto.</i>	114
<i>Figura 97 - Foto attraversamento ferroviario esistente sul Fiume Simeto.</i>	115
<i>Figura 99 – Stralcio planimetrico con ubicazione dell’attraversamento esistente.</i>	115
<i>Figura 99 – Particolari del viadotto di progetto sul Fiume Simeto: a) pila; b) spalla.</i>	117
<i>Figura 100 – Stralcio planimetrico con indicazione delle sezioni idrauliche in prossimità del viadotto di progetto.</i>	118
<i>Figura 101 – Valori delle portate al colmo di piena (Qt) del fiume Simeto, per tempi di ritorno pari a 50, 100 e 300 anni (PAI Simeto).</i>	119
<i>Figura 102 – Livelli idrici in corrispondenza del ponte ferroviario esistente (PAI Simeto).</i>	120
<i>Figura 103 – Risultati della modellazione numerica (PAI Simeto).</i>	121



**NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO-CATANIA
RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA**

**RELAZIONE IDRAULICA ATTRAVERSAMENTI
MAGGIORI**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RSJ1	01	R 11 RI	ID 00 02 001	C	7 di 127

INDICE DELLE TABELLE

<i>Tabella 1 – Elenco elaborati annessi.</i>	10
<i>Tabella 2 – Caratteristiche dei manufatti esistenti di attraversamento della linea ferroviaria.</i>	14
<i>Tabella 3 - Caratteristiche geometriche dei manufatti di progetto di attraversamento della linea ferroviaria.</i>	28
<i>Tabella 4 – Portate di progetto.</i>	29
<i>Tabella 5 - Tabella riepilogativa per la scelta del coefficiente di Manning (Chow, 1959).</i>	31

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO-CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA					
RELAZIONE IDRAULICA ATTRAVERSAMENTI MAGGIORI	COMMESSA RSJ1	LOTTO 01	CODIFICA R 11 RI	DOCUMENTO ID 00 02 001	REV. C	FOGLIO 8 di 127

1 PREMESSA

La presente relazione riassume le risultanze delle analisi idrauliche eseguite per il dimensionamento e la verifica delle opere di attraversamento maggiori previste nell'ambito del Progetto Preliminare per il raddoppio della linea ferroviaria Palermo – Catania, tratta Catenanuova – Bicocca.

Sono state classificate come maggiori le interferenze che sottendono bacini idrografici di estensione superiore a 10 Km², quelle in cui gli attuali manufatti di attraversamento comportano particolari difficoltà per l'intervento di raddoppio e, più in generale, tutte quelle situazioni in cui l'esigenza di garantire i franchi idraulici richiesti dalla normativa vigente ha reso evidente, già in sede di analisi preliminare, la necessità di prevedere un sensibile innalzamento degli impalcati rispetto alle quote attuali con inevitabili implicazioni nella definizione del profilo altimetrico della linea.

Lo studio si è articolato nelle seguenti fasi:

- Analisi su modello matematico di simulazione idraulica in schema di moto permanente monodimensionale nelle configurazioni attuale e di progetto;
- Valutazione dell'efficienza delle opere di attraversamento esistenti;
- Dimensionamento delle nuove opere di attraversamento;
- Redazione delle planimetrie di esondazione e dei profili di moto permanente con livelli idrici ed energetici nelle configurazioni attuale e di progetto;
- Valutazione della compatibilità idraulica dell'intervento.

1.1 Elenco elaborati annessi

ELABORATO	SCALA	CODIFICA
Relazione idrologica	-	RSJ101R11RIID0001001
Relazione idraulica attraversamenti maggiori	-	RSJ101R11RIID0002001
Allegati alla relazione idraulica attraversamenti maggiori	-	RSJ101R11RIID0002002
Relazione idraulica attraversamenti minori	-	RSJ101R11RIID0002003
Planimetrie idrauliche attraversamenti maggiori (ante e post operam) - Vallone della Rosa	1:1'000	RSJ101R11P7ID0002001
Planimetrie idrauliche attraversamenti maggiori (ante e post operam) - Vallone Aranciato	1:1'000	RSJ101R11P7ID0002002
Planimetrie idrauliche attraversamenti maggiori (ante e post operam) - Vallone Giudeo	1:1'000	RSJ101R11P7ID0002003
Planimetrie idrauliche attraversamenti maggiori (ante e post operam) - Vallone Fontana Murata	1:1'000	RSJ101R11P7ID0002004
Planimetrie idrauliche attraversamenti maggiori (ante e post operam) - Vallone Sferro	1:2'000	RSJ101R11P6ID0002001
Planimetrie idrauliche attraversamenti maggiori (ante e post operam) - Vallone Tirabue	1:1'000	RSJ101R11P7ID0002005
Planimetrie idrauliche attraversamenti maggiori (ante e post operam) - Torrente Finaita	1:2'000	RSJ101R11P6ID0002002
Planimetrie idrauliche attraversamenti maggiori (ante e post operam) - Vallone Alice Fontanazza	1:2'000	RSJ101R11P6ID0002003
Planimetrie idrauliche attraversamenti maggiori (ante e post operam) - Vallone Mendola	1:1'000	RSJ101R11P7ID0002006
Planimetrie idrauliche attraversamenti maggiori (ante e post operam) - Canale Buttaceto	1:2'000	RSJ101R11P6ID0002004
Profili idraulici attraversamenti maggiori (ante e post operam) - Vallone della Rosa	varie	RSJ101R11FZID0002001
Profili idraulici attraversamenti maggiori (ante e post operam) - Vallone Aranciato	varie	RSJ101R11FZID0002002
Profili idraulici attraversamenti maggiori (ante e post operam) - Vallone Giudeo	varie	RSJ101R11FZID0002003
Profili idraulici attraversamenti maggiori (ante e post operam) - Vallone Fontana Murata	varie	RSJ101R11FZID0002004
Profili idraulici attraversamenti maggiori (ante e post operam) - Vallone Sferro	varie	RSJ101R11FZID0002005
Profili idraulici attraversamenti maggiori (ante e post operam) - Vallone Tirabue	varie	RSJ101R11FZID0002006
Profili idraulici attraversamenti maggiori (ante e post operam) - Torrente Finaita	varie	RSJ101R11FZID0002007
Profili idraulici attraversamenti maggiori (ante e post operam) - Vallone Alice Fontanazza	varie	RSJ101R11FZID0002008



**NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO-CATANIA
RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA**

**RELAZIONE IDRAULICA ATTRAVERSAMENTI
MAGGIORI**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RSJ1	01	R 11 RI	ID 00 02 001	C	10 di 127

ELABORATO	SCALA	CODIFICA
Profili idraulici attraversamenti maggiori (ante e post operam) - Vallone Mendola	varie	RSJ101R11FZID0002009
Profili idraulici attraversamenti maggiori (ante e post operam) - Canale Buttaceto	varie	RSJ101R11FZID0002010
Tipologico interventi di sistemazione idraulica	Varie	RSJ101R11BZID0002003
Tipologico interventi di sistemazione idraulica	Varie	RSJ101R11BZID0002004
Tipologici risoluzione interferenze	Varie	RSJ101R11BZID0002005

Tabella 1 – Elenco elaborati annessi.

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO-CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA					
RELAZIONE IDRAULICA ATTRAVERSAMENTI MAGGIORI	COMMESSA RSJ1	LOTTO 01	CODIFICA R 11 RI	DOCUMENTO ID 00 02 001	REV. C	FOGLIO 11 di 127

2 SINTESI TECNICO DESCRITTIVA

2.1 Inquadramento generale dell'area

La tratta ferroviaria Catenanuova - Bicocca, si estende per circa 38 km principalmente lungo la valle del fiume Dittaino all'interno del corridoio infrastrutturale occupato anche dall'autostrada A19 Palermo – Catania e dalla Strada Statale n° 192.

Il tracciato interseca le aste terminali di una serie di torrenti, valloni tributari del fiume Dittaino e, negli ultimi chilometri prima dell'ingresso nella stazione di Catania Bicocca, attraversa il fiume Simeto ed altri corsi d'acqua maggiori che solcano la piana di Catania.

2.2 Descrizione dei manufatti di attraversamento della linea ferroviaria

Di seguito viene riportata una documentazione fotografica degli attraversamenti idraulici maggiori presenti lungo la tratta ferroviaria Catenanuova - Bicocca. L'ubicazione geografica dei manufatti di attraversamento della linea ferroviaria è riportata negli elaborati grafici annessi ed uno stralcio in Figura 1.

Nella Tabella 2 sono riportati per ogni manufatto di attraversamento il codice identificativo, la progressiva chilometrica da profilo storico, il toponimo, la tipologia di manufatto e le dimensioni interne.



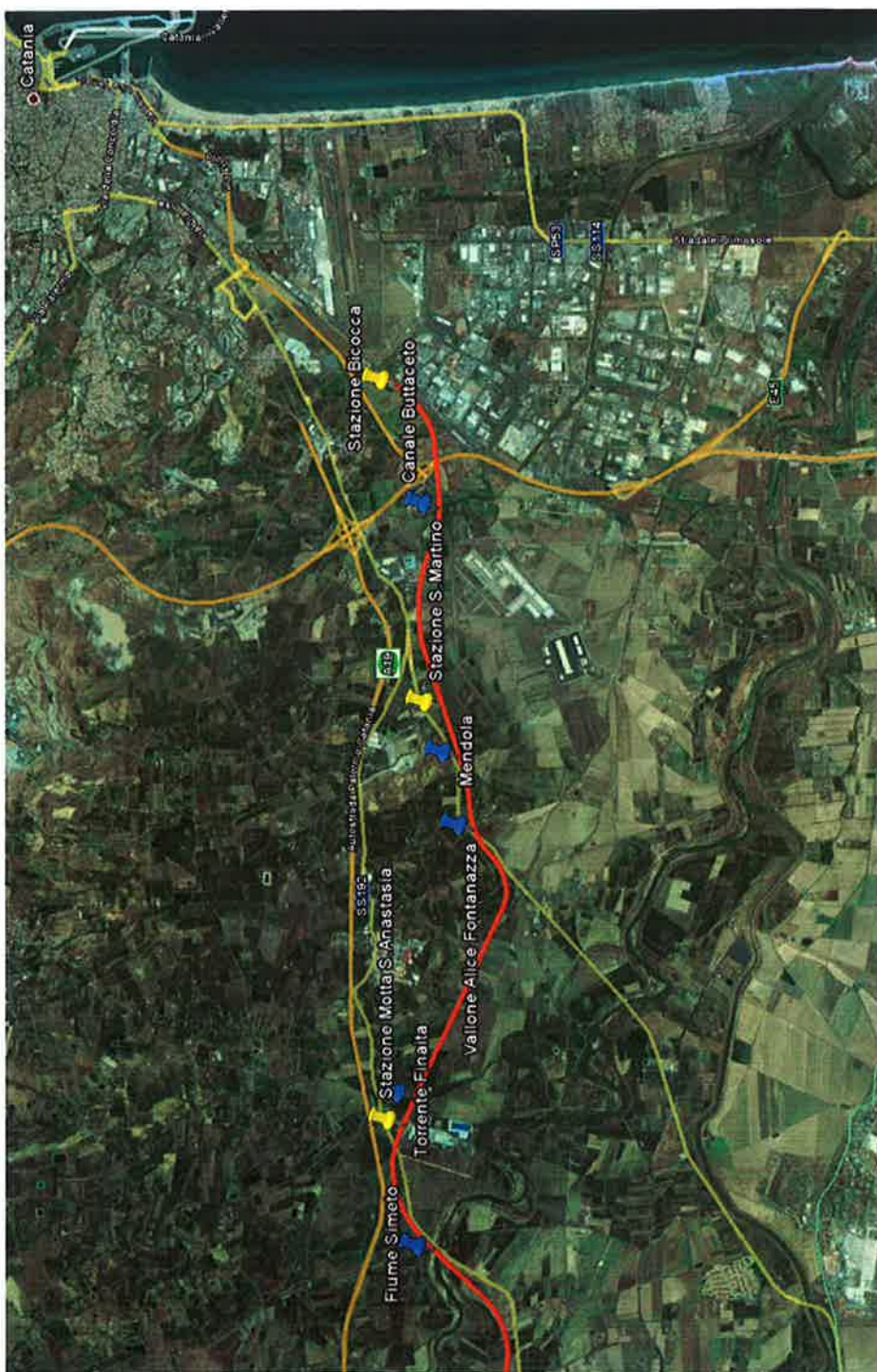


Figura 1 – Ubicazione geografica dei principali attraversamenti della linea ferroviaria.

ID	PK da profilo storico	Toponimo	Tipologia manufatto esistente da profilo storico	Dimensioni [m]
1	197+595.27	VALLONE DELLA ROSA	Ponte ad arco	6
2	200+768.31	VALLONE ARANCIARO	Sottovia ad arco	4.5
3	202+871.68	VALLONE GIUDEO	Ponticello scatolare	5
4	203+945.51	VALLONE FONTANA MURATA	Ponticello ad arco	5
5	207+164.42	VALLONE SFERRO	Ponte ad arco	11.5
6	209+825.51	VALLONE TRABUE	Ponte ad arco	10.5
7	223+210.28	TORRENTE FINAITA	Ponte scatolare	12.5
8	227+112.96	VALLONE ALICE FONTANAZZA	Ponticello ad arco	5
9	228+078.21	VALLONE MENDOLA	Ponte scatolare	21
10	231+464,77	CANALE BUTTACETO	Travata metallica	13.3

Tabella 2 – Caratteristiche dei manufatti esistenti di attraversamento della linea ferroviaria.

Manufatto	VALLONE DELLA ROSA
Tipologia	Ponte ad arco
Note	
	

Figura 2 – Vallone della Rosa: documentazione fotografica.

Manufatto	VALLONE ARANCIARO
Tipologia	Sottovia ad arco
Note	
	

Figura 3 – Vallone Aranciario: documentazione fotografica.


Manufatto	VALLONE GIUDEO
Tipologia	Ponticello scatolare
Note	
	

Figura 4 – Vallone Giudeo: documentazione fotografica.




Manufatto	VALLONE FONTANA MURATA
Tipologia	Ponticello ad arco
Note	
	

Figura 5 – Vallone Fontana Murata: documentazione fotografica.

Manufatto	VALLONE SFERRO
Tipologia	Ponte ad arco
Note	
	
<p>Figura 6 – Vallone Sferro: documentazione fotografica.</p>	

Manufatto	VALLONE TIRABUE
Tipologia	Ponte ad arco
Note	
	
<p>Figura 7 – Vallone Tirabue: documentazione fotografica.</p>	

Manufatto	TORRENTE FINAITA
Tipologia	Ponte scatolare
Note	
	
<p>Figura 8 – Vallone Finaita: documentazione fotografica.</p>	

Manufatto	VALLONE ALICE FONTANAZZA
Tipologia	Ponticello ad arco
Note	
	
<p>Figura 9 – Vallone Alice Fontanazza: documentazione fotografica.</p>	

Manufatto	VALLONE MENDOLA
Tipologia	Ponte scatolare
Note	
	
<p>Figura 10 – Vallone Mendola: documentazione fotografica.</p>	

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO-CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA					
RELAZIONE IDRAULICA ATTRAVERSAMENTI MAGGIORI	COMMESSA RSJ1	LOTTO 01	CODIFICA R 11 RI	DOCUMENTO ID 00 02 001	REV. C	FOGLIO 20 di 127

3 METODOLOGIA DI CALCOLO

3.1 Criteri di verifica

Come previsto dal Manuale di Progettazione ogni tipo di manufatto idraulico verrà verificato utilizzando i seguenti tempi di ritorno T_r :

c) Manufatti di attraversamento (ponti e tombini):

- *linea ferroviaria* $T_r = 300$ anni per $S > 10 \text{ Km}^2$
- *linea ferroviaria* $T_r = 200$ anni per $S < 10 \text{ Km}^2$

La verifica del franco di progetto per gli attraversamenti maggiori è svolta secondo le prescrizioni espresse nel manuale Italferr, le quali prevedono che il franco minimo tra l'intradosso dell'opera e la quota del carico idraulico totale corrispondente al livello idrico di massima piena sia pari a 0.50 m e comunque non inferiore ad 1 m sul livello idrico.

3.2 Metodologia di verifica idraulica mediante simulazioni idrauliche su modello matematico in schema di moto permanente

3.2.1 Caratteristiche modello matematico

Le simulazioni numeriche sono state condotte utilizzando un programma di calcolo monodimensionale a moto permanente che fornisce una adeguata rappresentazione del fenomeno, descrivendo le principali grandezze fisiche per ogni sezione idraulica di calcolo. Per la determinazione dei profili idrici nei corsi d'acqua sia nella situazione attuale, sia di progetto e per i diversi tempi di ritorno considerati è stato utilizzato il codice denominato HEC – RAS 4.1.0 River Analysis System del gennaio 2010 sviluppato dalla U.S. Army Corps of Engineers, i cui fondamenti concettuali sono di seguito riportati.

3.2.2 Calcolo del profilo a moto permanente

La determinazione del livello del pelo libero in ogni sezione è computato, nel caso di correnti lente, a partire dalla sezione di valle, risolvendo per via iterativa l'equazione dell'energia, ossia:

$$Y_2 + Z_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} = Y_1 + Z_1 + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} + h_e \quad (5)$$

Dove: Y_1 e Y_2 rappresentano rispettivamente le profondità del pelo libero della sezione di valle e di monte, Z_1 e Z_2 rappresentano rispettivamente le elevazione sul medio mare del fondo del canale della sezione di valle e di monte, V_1 e V_2 rappresentano rispettivamente le velocità medie nella sezione di valle e di monte, α_1 e α_2 i rispettivi coefficienti di Coriolis, g l'accelerazione di gravità e h_e le perdite di energia tra le due sezioni.

La Figura 11 mostra lo schema del bilancio di energia tra la sezione di valle e quella di monte; nella figura sono indicati i singoli termini di bilancio in accordo all'equazione (5).

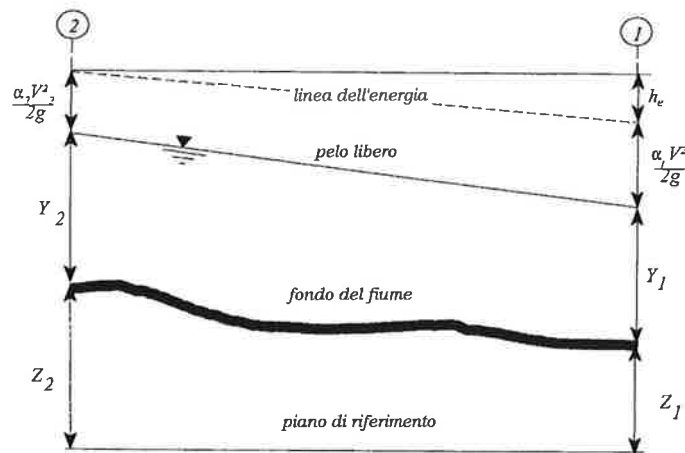


Figura 11 - Schema di calcolo per la determinazione del profilo liquido nei corsi d'acqua.

Le perdite di energia compressive h_e tra le due sezioni sono dovute alle perdite continue ed a quelle localizzate dovute a fenomeni di espansione e contrazione della vena fluida; in particolare si ha:

$$h_e = L\bar{J} + C \left| \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} \right| \quad (6)$$

dove, con L è indicata la distanza tra le due sezioni, con \bar{J} le perdite di carico medie distribuite tra le due sezioni mentre il termine C correla le perdite, dovute all'espansione ed alla contrazione della vena in funzione dell'andamento piano – altimetrico del corso d'acqua, alla differenza dei carichi cinetici delle due sezioni.

Per la valutazione delle perdite di carico è utilizzata la formula di Manning, ossia:

$$Q = \frac{1}{n} A R_h^{2/3} \sqrt{J} \quad (7)$$

dove: Q rappresenta la portata, A l'area bagnata, R_h il raggio idraulico, n il coefficiente di scabrezza secondo Manning e J le perdite di energia per unità di lunghezza.

Nel caso di sezioni composte, tipiche dei corsi d'acqua naturali, è necessario suddividere la sezione in parti in modo da trattare separatamente sezioni in cui la velocità media può essere ritenuta, ai fini pratici, costante (Figura 12).

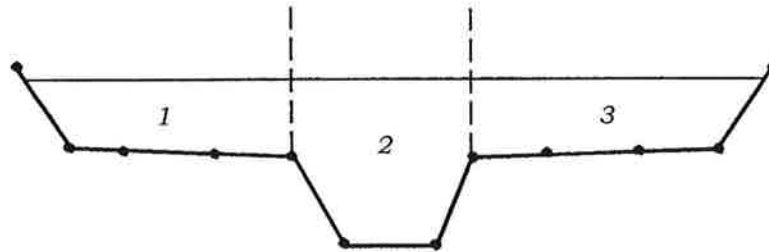


Figura 12 - Sezione schematica di un corso d'acqua naturale.

Con riferimento alla Figura 12 chiamato con $K_i = Q_i / \sqrt{J}$ la capacità di portata di ogni singola parte i -esima in cui è stata suddivisa la sezione, si ha, in accordo alla formula di Manning :

$$K_i = \frac{1}{n_i} A_i R_{h,i}^{2/3} \quad (8)$$

Calcolata la capacità di portata per ogni singola parte in cui è stata suddivisa la sezione, la perdita di carico per unità di lunghezza J risulta pari a:

$$J = \left(\frac{Q}{\sum_i K_i} \right)^2 \quad (9)$$

Questo risultato può essere facilmente ricavato osservato che, per la costanza di J , la portata di ogni singola area $Q_i = K_i \sqrt{J}$ è proporzionale al rispettivo coefficiente di portata e che la portata totale vale $Q = \sum_i Q_i$.

Calcolata la perdita di carico in corrispondenza della sezione 1 e della sezione 2 la pendenza media della linea dell'energia tra le due sezioni è fornita dalla seguente equazione:

$$\bar{J} = \frac{J_1 + J_2}{2} \quad (10)$$

Calcolata la capacità di portata di ogni singola sezione, è possibile, da queste, valutare il coefficiente di Coriolis. Questo coefficiente è pari al rapporto tra l'energia cinetica reale della corrente, proporzionale a $\sum_i Q_i^3 / A_i^2$, e l'energia cinetica calcolata facendo uso del valore medio della velocità, proporzionale a Q^3 / A^2 .

Esprese le portate delle singole parti i -esime in funzione del rispettivo coefficiente di portata si perviene con qualche semplice passaggio alla seguente espressione:

$$\alpha = \frac{\left(\sum_i \frac{K_i^3}{A_i^2} \right) \left(\sum_i A_i \right)^2}{\left(\sum_i K_i \right)^3} \quad (11)$$

dal cui calcolo è possibile ottenere α , il coefficiente di Coriolis.

Calcolate tramite le rispettive equazioni le perdite di energia h_e ed il coefficiente di Coriolis α la (5), associata all'equazione di continuità, permette di calcolare la quota del pelo libero, $Y_2 + Z_2$, nella sezione di monte a partire dal valore dell'energia totale, $Y_1 + Z_1 + \alpha_1 V_1^2 / 2g$, noto in corrispondenza della sezione di valle.

Essendo la (5) un'equazione non lineare, la soluzione è ottenuta con ciclo iterativo, a partire da una soluzione iniziale, approssimata, di primo tentativo.

3.2.3 Calcolo del rigurgito dovuto ai tombini/ponticelli

L'analisi del deflusso attraverso un tombino si basa sul concetto di controllo all'imbocco o allo sbocco.

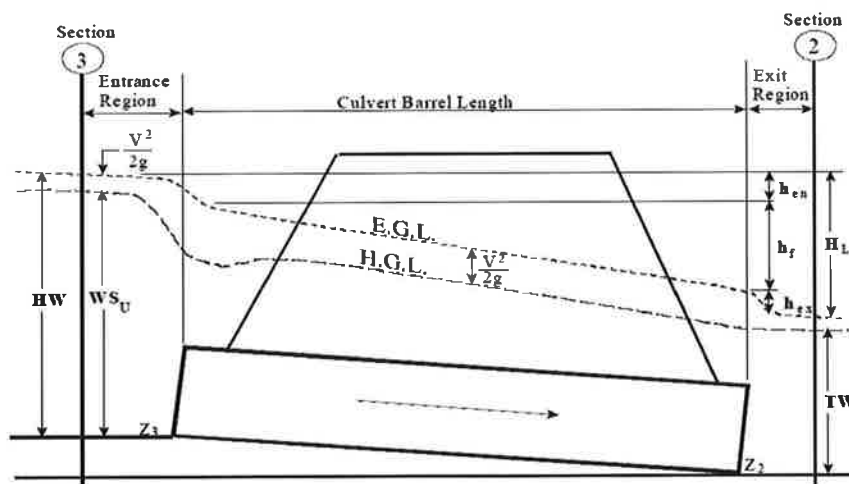


Figura 13 – Schema idraulico tombino/ponticello.

Il deflusso secondo il controllo all'imbocco si verifica quando la capacità di deflusso all'entrata del tombino è inferiore a quella interna. La sezione di controllo è collocata subito a valle dell'imbocco della struttura. L'altezza d'acqua passa per il livello critico e il regime di deflusso risulta essere rapido. L'energia richiesta a monte viene calcolata assumendo che l'imbocco del tombino agisca come uno stramazzone; di conseguenza il profilo che si ottiene secondo tale approccio dipende principalmente dalla geometria dell'entrata.

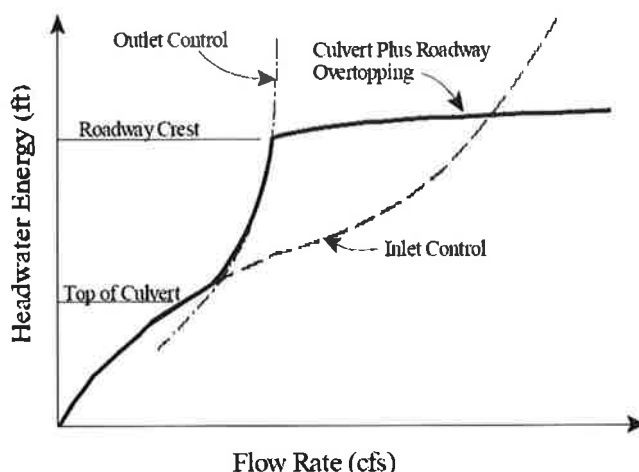


Figura 14 – Diagramma di funzionamento del tombino/ponticello.

Il deflusso secondo il controllo allo sbocco si verifica quando la capacità di deflusso viene limitata dalle condizioni che si instaurano a valle o dalle caratteristiche geometriche della struttura. In linea generale il livello di energia determinato a monte controlla il tipo di deflusso nel tombino, data la portata a monte e il livello a valle. Per il controllo allo sbocco l'energia di monte viene calcolata effettuando un bilancio di energia dalla sezione di valle a quella di monte. Il modulo considera le perdite di ingresso, quelle di uscita e quelle per attrito all'interno della struttura.

Calcolo del livello all'imbocco

Per quanto riguarda il controllo all'imbocco, la capacità della struttura è limitata dall'apertura del tombino, piuttosto che dalle condizioni che si instaurano a valle. Per il calcolo del livello vengono utilizzate le equazioni ricavate dal National Bureau of Standards e pubblicate nel "Hydraulic Design of Highway Culverts" (FHWA, 1985). Le equazioni sono:

Deflusso libero:

$$\frac{HW_i}{D} = \frac{H_c}{D} + K \left[\frac{Q}{AD^{0.5}} \right]^M - 0.5S$$

$$\frac{HW_i}{D} = K \left[\frac{Q}{AD^{0.5}} \right]^M$$

Deflusso rigurgitato:

$$\frac{HW_i}{D} = c \left[\frac{Q}{AD^{0.5}} \right]^2 + Y - 0.5S$$

Dove: HW_i livello dell'energia all'imbocco

D altezza interna del tombino

H_c altezza critica

Q portata

A area della sezione interna del tombino

S pendenza

K, M, c, Y costanti variabili con la geometria e le condizioni di ingresso.

Calcolo del livello allo sbocco

Per il controllo allo sbocco l'energia richiesta a monte per consentire il deflusso deve essere computata considerando diverse condizioni nel tombino e a valle di esso. Hec-Ras usa l'equazione di Bernoulli per effettuare tale calcolo:

$$Z_3 + Y_3 + \frac{\alpha_3 V_3^2}{2g} = Z_2 + Y_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} + H_L$$

Dove: Y_3, Y_2 tirante d'acqua nelle sezioni di monte e di valle;

Z_3, Z_2 quota del fondo del tombino a monte e a valle;

α_3, α_2 coefficiente di Coriolis nella sezione 1 e 2;

g accelerazione di gravità;

H_L perdita di carico attraverso il tombino.

Equazioni per il deflusso in pressione

Nel caso in cui si verifichi moto in pressione all'interno del tombino, la perdita totale di energia viene calcolata seconda la:

$$H_L = h_{en} + h_f + h_{ex}$$

Dove: h_{en} perdite in entrata
 h_f perdite per attrito
 h_{ex} perdite in uscita.

Le perdite per attrito vengono considerate mediante la formulazione di Manning:

$$h_f = L \left(\frac{Qn}{1.486AR^{3/2}} \right)^2$$

Dove: h_f perdite per attrito
 L lunghezza del tombino
 Q portata
 n coefficiente di scabrezza di Manning
 A area della sezione di flusso
 R raggio idraulico.

Perdite in entrata e uscita

Le perdite di ingresso sono calcolate come frazione del carico cinetico a monte, e analogamente per quelle di uscita, secondo il carico cinetico di valle. Tali coefficienti dipendono fortemente dalla geometria che caratterizza l'imbocco e lo sbocco dell'opera.

4 VERIFICA IDRAULICA OPERE

Le simulazioni idrauliche sono state condotte utilizzando il programma di calcolo monodimensionale HEC RAS, nell'ipotesi che lungo l'alveo fluviale si instauri un regime di moto permanente.

Nella tabella seguente sono riportati i corsi d'acqua oggetto di studio e le caratteristiche geometriche di progetto degli attraversamenti maggiori della linea ferroviaria.

ID	PK da profilo di progetto	Toponimo	Manufatto	Dimensioni [m]	Pile
1	1+458.424	Vallone Della Rosa	Viadotto	71.80	N°2
2	4+638.000	Vallone Aranciaro	Ponte	21.80	-
3	6+721.867	Vallone Giudeo	Ponte	9.20	-
4	7+809.196	Vallone Fontana Murata	Ponte	9.20	-
5	10+998.017	Vallone Sferro	Ponte	16.00	-
6	13+659.692	Vallone Tirabue	Ponte	19.00	-
7	27+012.856	Torrente Finaita	Ponte	25.20	-
8	30+915.854	Vallone Alice Fontanazza	Ponte	16.20	-
9	31+874.187	Vallone Mendola	Ponte	25.20	-
10	35+325	Canale Buttaceto	Ponte	50	-

Tabella 3 - Caratteristiche geometriche dei manufatti di progetto di attraversamento della linea ferroviaria.

Tale tabella contiene l'identificativo, la progressiva chilometrica da profilo di progetto, il toponimo, la tipologia di manufatto, le dimensioni interne e l'eventuale numero di pile presenti.

Si riporta nei seguenti paragrafi le caratteristiche dei parametri implementati nei modelli numerici dei vari corsi d'acqua.

4.1 Geometria dell'alveo

Il modello matematico è stato sviluppato riproducendo la geometria dell'alveo naturale e delle infrastrutture interferenti sulla base di un rilievo aereofotogrammetrico in scala 1:5000.

I corsi d'acqua oggetto di studio sono tutti a regime torrentizio caratterizzati da una notevole variazione delle portate nel corso dell'anno. Ovviamente la concomitanza di piene stagionali e di velocità elevate è legata ad una azione erosiva, viceversa nel periodo di magra si verificano fenomeni di sedimentazione.

4.2 Portate di progetto

Per ogni manufatto è stata utilizzata la portata di progetto determinata con il metodo razionale secondo le curve segnalatrici di possibilità pluviometrica determinate con il metodo VAPI relativamente ad un tempo di ritorno di 200 anni o 300 anni.

ID	Nome da profilo storico	Tr [anni]	Q [m ³ /s]
1	Vallone Della Rosa	300	76.2
2	Vallone Aranciaro	200	36.3
3	Vallone Giudeo	200	28.4
4	Vallone Fontana Murata	200	39.4
5	Vallone Sferro	300	89.7
6	Vallone Tirabue	300	50.3
7	Torrente Finaita	300	99.0
8	Vallone Alice Fontanazza	200	28.8
9	Vallone Mendola	300	85.0
10	Canale Buttaceto	300	74.39

Tabella 4 – Portate di progetto.

4.3 Taratura dei modelli

Come per ogni modello matematico, anche nel caso del modello monodimensionale HEC-RAS la taratura ricopre un aspetto particolarmente delicato. Il modello dovrebbe cioè essere tarato e validato prima di essere usato a scopo revisionale. In questo caso la taratura del modello numerico consiste nella valutazione dei coefficienti di scabrezza da adottare nelle differenti sezioni.

Tale operazione è caratterizzata da un notevole grado di incertezza dal momento che questi parametri presentano un ampio spettro di valori in dipendenza dello stato dell'alveo, dal grado di manutenzione e pulizia detto stesso, dalla presenza e dal tipo di vegetazione, dai cicli stagionali, dalla granulometria del fondo, ecc.

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO-CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA					
RELAZIONE IDRAULICA ATTRAVERSAMENTI MAGGIORI	COMMESSA RSJ1	LOTTO 01	CODIFICA R 11 RI	DOCUMENTO ID 00 02 001	REV. C	FOGLIO 30 di 127

La relazione di piano del PAI dell’Autorità di Bacino della Sicilia riporta una tabella riepilogativa (Chow, 1959) per la scelta del coefficiente di Manning in funzione delle condizioni dell’alveo.

Nella valutazione dei coefficienti di scabrezza occorre tener presente che questi sono comunque suscettibili di modificazioni per tenere conto degli effetti dissipativi legati a:

- perdite localizzate prodotte dall’interazione della corrente con irregolarità geometriche come presenza di ostacoli di vario genere, espansioni brusche, incisioni nelle golene, brusche variazioni di larghezza;
- perdite energetiche dovute alla modificazione del fondo dell’alveo, alla risospensione e trasporto solido, allo sradicamento e al trasporto di materiale vegetale.

Si preferisce dunque optare per dei coefficienti di scabrezza che tengano mediamente conto (vista la grande variabilità dei parametri) delle condizioni ambientali e restino a favore di sicurezza.

A. CORSI D'ACQUA NATURALI				
<i>Corsi d'acqua minori (tirante inferiore a 3,5m)</i>				
1. Corsi d'acqua di pianura				
a. Puliti, rettilinei, in piena senza scavi localizzati	0.025	0.030	0.033	
b. Puliti, rettilinei, in piena senza scavi localizzati, con sassi e sterpaglia	0.030	0.035	0.040	
c. Puliti, ondulati, con alcune buche e banchi	0.033	0.040	0.045	
d. Puliti, ondulati, con alcune buche e banchi, con cespugli e pietre	0.035	0.045	0.050	
e. Puliti, ondulati, con alcune buche e banchi, in magra	0.040	0.048	0.055	
f. Puliti, ondulati, con alcune buche e banchi, con cespugli e più pietrame	0.045	0.050	0.060	
g. Trattati lenti, sterpaglia e buche profonde	0.050	0.070	0.080	
h. Trattati molto erbosi, buche profonde e grossi arbusti e cespugli	0.070	0.100	0.150	
2. Aree golenali				
a. A pascolo senza vegetazione arbustiva	0.025	0.030	0.050	
b. Aree coltivate	0.020	0.035	0.050	
c. Con vegetazione arbustiva spontanea	0.035	0.070	0.160	
d. Con vegetazione arborea coltivata	0.030	0.060	0.120	
3. Corsi d'acqua montani, senza vegetazione in alveo, sponde ripide alberi e cespugli lungo le sponde sommergibili durante le piene				
a. Fondo: ghiaia, ciottoli e massi sparsi	0.030	0.040	0.050	
b. Fondo: ciottoli e massi grossi	0.040	0.050	0.070	
B. CANALI ARTIFICIALI				
1. Canali in terra lisciata ed uniforme				
a. Puliti, scavata di recente	0.016	0.018	0.020	
b. Puliti, dopo prolungata esposizione	0.018	0.022	0.025	
c. Ghiaia, sezione uniforme, pulita	0.022	0.025	0.030	
d. Erba corta, pochi cespugli	0.022	0.027	0.033	
2. Canali in terra con ondulazioni o irregolari				
a. Senza vegetazione	0.023	0.025	0.030	
b. Con erba e pochi cespugli	0.025	0.030	0.033	
c. Cespugli o piante acquatiche in canali profondi	0.030	0.035	0.040	
d. Fondo in terra e sponde in pietrisco	0.028	0.030	0.035	
e. Fondo in pietrame e sponde in cespugli	0.025	0.035	0.040	
f. Fondo in ciottoli e sponde pulite	0.030	0.040	0.050	
3. Canali scavati o dragati				
a. Senza vegetazione	0.025	0.028	0.033	
b. Cespugli sparsi sulle sponde	0.035	0.050	0.060	
4. Canali in roccia				
a. Lisci ed uniformi	0.025	0.035	0.040	
b. Frastagliati ed irregolari	0.035	0.040	0.050	
5. Canali senza manutenzione, sterpaglia e cespugli				
a. Sterpaglia densa, alta quanto il tirante idrico	0.040	0.050	0.080	
b. Fondo pulito cespugli sulle sponde	0.045	0.070	0.110	
c. Fondo pulito, cespugli sulle sponde, in piena	0.050	0.080	0.120	
d. Cespugli densi ed acque profonde	0.080	0.100	0.140	

Tabella 5 - Tabella riepilogativa per la scelta del coefficiente di Manning (Chow, 1959).

I sopralluoghi hanno evidenziato la presenza di una folta vegetazione in corrispondenza dell'alveo inciso e un notevole deposito di ciottoli e ghiaia pertanto i coefficienti di Manning utilizzati nella modellazione sono:

- 0.032 m-1/3s per l'alveo inciso;
- 0.028 m-1/3s per le aree golenali.

4.4 Rappresentazione delle verifiche

Per ogni corso d'acqua le verifiche idrauliche sono riassunte in una tabella contenente:

- ⇒ tempo di ritorno (*Profile*);
- ⇒ portata ($Q_{Total} - m^3/s$);
- ⇒ quota assoluta del pelo libero (*W.S. Elev - m s.m.m.*);
- ⇒ quota assoluta del livello energetico (*E.G. Elev - m s.m.m.*);
- ⇒ franco sul livello idrico (m)
- ⇒ franco sul livello energetico (m)

In accordo con il manuale di progettazione Italferr la verifica idraulica degli attraversamenti maggiori prevede:

- La verifica del franco di progetto, il valore minimo tra l'intradosso dell'opera e la quota del carico idraulico totale corrispondente al livello idrico di massima piena deve essere pari a 0.50 m e comunque non inferiore ad 1 m sul livello idrico;
- Ogni tipo di manufatto idraulico deve essere verificato utilizzando un diverso tempo di ritorno sulla base dell'estensione del bacino. Per bacini con una superficie inferiore ai 10 Km² la verifica deve essere condotta per una portata associata ad un tempo di ritorno pari a 200 anni, per quelli con un'estensione superiore ai 10 Km² per un tempo di ritorno pari a 300 anni.

Gli elaborati grafici allegati riportano i seguenti risultati:

- planimetria con indicazione dei livelli di esondazione;
- profilo idrico longitudinale di rigurgito.

Di seguito si riportano le implementazioni numeriche ed i risultati dei modelli matematici sviluppati per ogni corso d'acqua.

4.5 Simulazioni numeriche dei manufatti di attraversamento

4.5.1 Simulazione numerica del manufatto 1 – Vallone della Rosa



Figura 15 – Visione aerea dell'ubicazione geografica dell'area oggetto di studio – Vallone della Rosa

Le caratteristiche geometriche del modello sono così riassumibili:

- lunghezza totale tratto di studio: 1000 m;
- numero di sezioni trasversali estratte: 41;
- distanza tra le sezioni estrapolate: minimo di 10 m e massimo di 60 m, successivamente interpolate ogni 5 m.

Nell'elaborato grafico “planimetria idraulica attraversamenti maggiori” (RSJ101R11P7ID0002001) è riportata la traccia planimetrica delle sezioni idrauliche considerate nella simulazione.

Le opere di attraversamento presenti lungo il tratto d'asta in analisi sono:

- il ponte della strada statale SS192;
- il ponte dell'autostrada PA-CT (A19).

Il viadotto dell'autostrada non è stato considerato nella simulazione, in quanto le spalle sono posizionate oltre gli argini ed il ponte mostra una quota intradosso dell'impalcato piuttosto elevata, pertanto non ci si aspetta un'interferenza con il naturale deflusso delle acque.

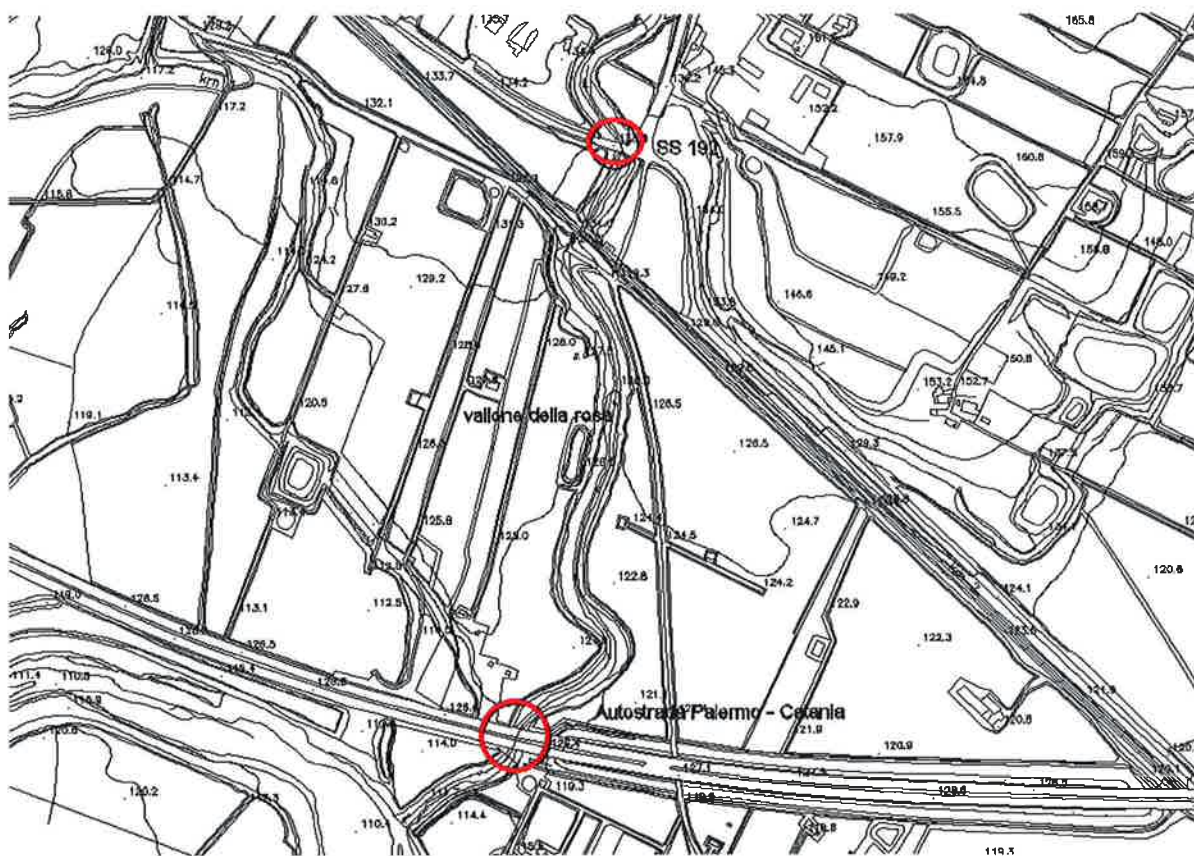


Figura 16 – Individuazione planimetrica dei due attraversamenti stradali– Vallone della Rosa

Si evidenzia inoltre, nel tratto a valle del ponte dell'Autostrada, ed monte della confluenza con il Fiume Dittaino un salto di fondo.

La morfologia dei luoghi è di tipo collinare, con rare scarpate oltre i 30 gradi, lungo il versante sinistro della valle del Dittaino.

I dissesti sono pochi e concentrati lungo le scarpate di maggiore pendenza, in gran parte in corrispondenza di quelle torrentizie.

La simulazione numerica è stata adottata assumendo le seguenti condizioni al contorno:

- A monte è stata imposta la condizione di moto uniforme.
- A valle, invece, essendo il Vallone della Rosa un tributario del Dittaino, a sua volta affluente del Fiume Simeto, è stato imposto il livello idrico corrispondente alla sezione di confluenza desunto dallo studio idrogeologico contenuto nel "Piano Stralcio di Bacino per l'assetto Idrologico (P.A.I.)" della regione siciliana.

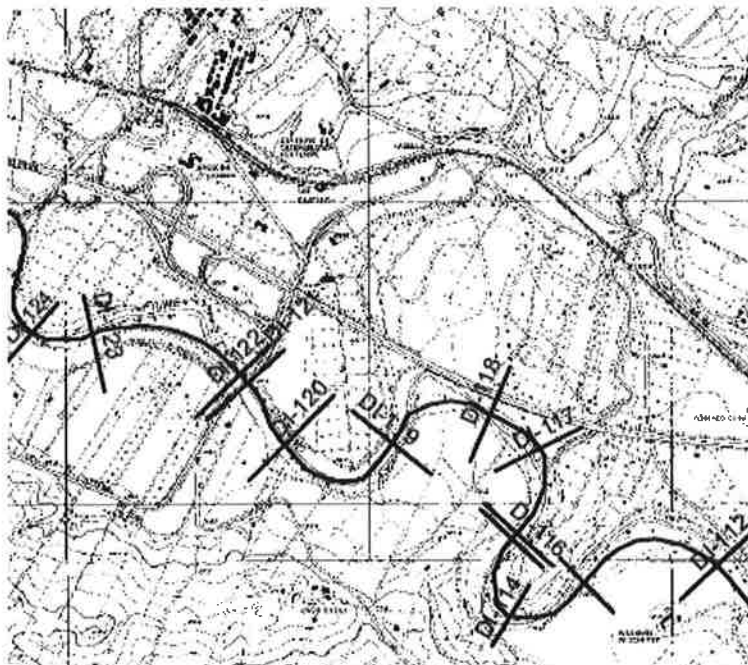


Figura 17 – Schema planimetrico con l'ubicazione delle sezioni di calcolo per le verifiche idrauliche del Fiume Dittaino

Nome sez. (dist. dalla foce in m)	Quota fondo alveo (m)	Coeff. di Manning (m ^{-2/3} s)	Tempo di ritorno (anni)	Portata (m ³ /s)	Quota pelo libero (m s.l.m.)	Tirante idrico (m)	Pendenza L.c.t. (m/m)	Velocità media alveo (m/s)	Sezione idrica (m ²)
DI-129	129.91	0.045- 0.06	50	1570.00	134.32	4.41	0.001812	2.42	749.41
			100	2137.00	135.17	5.26	0.001632	2.60	957.19
			300	3351.00	136.79	6.88	0.001390	2.90	1356.03
DI-128	126.00	0.045- 0.06	50	1570.00	131.25	5.25	0.006734	4.30	364.84
			100	2137.00	132.04	6.04	0.006776	4.81	444.60
			300	3351.00	133.52	7.52	0.006649	5.58	601.06
DI-127	125.13	0.045- 0.06	50	1570.00	130.37	5.24	0.005843	4.09	383.63
			100	2137.00	131.14	6.01	0.006112	4.62	462.75
			300	3351.00	132.86	7.73	0.005044	5.05	701.15
DI-126	124.84	0.045- 0.06	50	1570.00	129.82	4.98	0.006935	4.32	363.62
			100	2137.00	129.79	4.95	0.013114	5.92	361.21
			300	3351.00	131.11	6.27	0.012111	6.72	498.66
DI-125	123.33	0.045- 0.06	50	1570.00	128.75	5.42	0.003761	3.45	455.48
			100	2137.00	129.25	5.92	0.003038	3.31	778.87
			300	3351.00	130.58	7.25	0.002694	3.69	1130.04
DI-124	120.12	0.045- 0.06	50	1570.00	126.31	6.19	0.003908	3.11	546.01
			100	2137.00	127.26	7.14	0.002947	3.15	748.26
			300	3351.00	129.17	9.05	0.001859	3.20	1194.86
DI-123	120.17	0.034	50	1570.00	125.86	5.69	0.006208	5.60	312.92
			100	2137.00	126.55	6.38	0.006039	6.16	387.81
			300	3351.00	127.80	7.63	0.005796	7.09	527.79
DI-122	115.33	0.034	50	1570.00	122.16	6.83	0.002260	4.01	437.50
			100	2137.00	123.14	7.81	0.002090	4.35	548.57
			300	3351.00	125.20	9.87	0.001681	4.75	783.19
DI-121	115.14	0.034	50	1570.00	121.99	6.85	0.002224	3.99	439.83
			100	2137.00	122.80	7.66	0.002304	4.49	531.69
			300	3351.00	124.25	9.11	0.002429	5.34	696.70
DI-120	114.75	0.034	50	1570.00	121.17	6.42	0.003146	4.47	392.35
			100	2137.00	121.92	7.17	0.003234	5.02	476.15
			300	3351.00	123.29	8.54	0.003303	5.90	631.78
DI-119	112.87	0.034	50	1570.00	118.56	5.69	0.006208	5.60	312.92
			100	2137.00	119.25	6.38	0.006039	6.16	387.81
			300	3351.00	120.47	7.60	0.005911	7.14	524.47
DI-118	109.18	0.034	50	1570.00	114.87	5.69	0.006208	5.60	312.92
			100	2137.00	115.56	6.38	0.006039	6.16	387.81
			300	3351.00	116.87	7.60	0.005911	7.14	524.46
DI-117	107.80	0.034	50	1570.00	114.30	6.50	0.002952	4.38	400.68
			100	2137.00	115.05	7.25	0.003049	4.92	485.41
			300	3351.00	116.43	8.63	0.003133	5.80	642.49
DI-116	106.62	0.034	50	1570.00	113.51	5.69	0.006208	5.60	312.92
			100	2137.00	113.00	6.38	0.006039	6.16	387.81
			300	3351.00	114.22	7.60	0.005911	7.14	524.47
DI-115	104.22	0.034	50	1570.00	110.77	6.55	0.002819	4.31	406.81
			100	2137.00	111.55	7.33	0.002878	4.83	494.65
			300	3351.00	112.96	8.74	0.002945	5.69	655.28

Figura 18 – Risultati delle verifiche idrauliche riportate nell'allegato B del "Piano Stralcio di Bacino per l'assetto Idrologico (P.A.I.)" della regione siciliana per il fiume Dittaino

Le condizioni al contorno inserite possono così riassumersi:

a monte:

Tempo di ritorno	Portata m ³ /s	Condizione al contorno
100 anni	63.96	Moto uniforme
200 anni	71.71	Moto uniforme
300 anni	76.24	Moto uniforme

a valle:

Tempo di ritorno	Portata m ³ /s	Condizione al contorno
100 anni	63.96	Livello idrico 115.05 m.s.l.m.
200 anni	71.71	Livello idrico 115.74 m.s.l.m.
300 anni	76.24	Livello idrico 116.43 m.s.l.m.

I coefficienti di scabrezza imposti sono: per le sponde $n=0.028 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$ e per il fondo $n=0.032 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$



Figura 19 – Foto fondo alveo Vallone della Rosa

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO-CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA					
RELAZIONE IDRAULICA ATTRAVERSAMENTI MAGGIORI	COMMESSA RSJ1	LOTTO 01	CODIFICA R 11 RI	DOCUMENTO ID 00 02 001	REV. C	FOGLIO 38 di 127

L'alveo del Vallone della Rosa risulta essere notevolmente inciso, ed anche nella situazione ante operam non si evidenziano particolari criticità. Sulla base di quanto emerge dalla simulazione idraulica le portate sono sempre ben contenute nell'alveo , ad eccezione di una zona di valle in prossimità del ponte autostradale, ed i franchi idraulici garantiti anche in accordo con le specifiche tecniche per la progettazione ferroviaria.

L'intervento di raddoppio della linea ferroviaria Palermo- Catania prevede delle modifiche nel tracciato di progetto rispetto a quello della linea attuale (Figura 20).



Figura 20 –Stralcio planimetrico del nuovo tracciato ferroviario - Vallone della Rosa

Il ponte di progetto, sostituisce l'attuale manufatto ad arco, sarà costituito da 3 campate con una luce complessiva pari a 72.8 m.



Figura 21 – Ponte ferroviario esistente - Vallone della Rosa

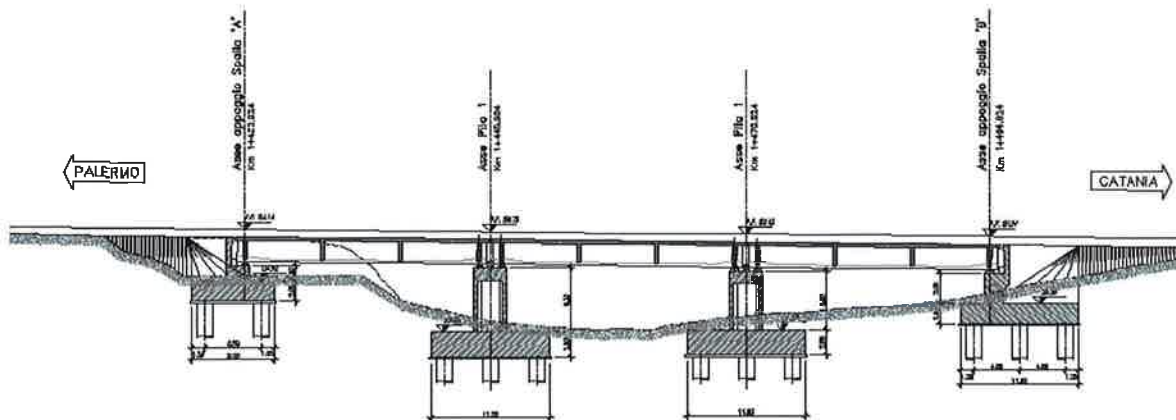


Figura 22 – Ponte ferroviario di progetto - Vallone della Rosa

Il bacino oggetto di studio risulta avere una superficie di 15.669 km², pertanto la verifica idraulica viene condotta con riferimento ad un evento di tempo di ritorno pari a 300 anni.

<i>Tempo di Ritorno (anni)</i>	<i>Portata (m³/s)</i>	<i>Livello idrico (m.s.l.m)</i>	<i>Livello energetico (m.s.l.m)</i>	<i>Quota intradosso (m.s.l.m)</i>	<i>Franco sul livello idrico (m)</i>	<i>Franco sul livello energetico (m)</i>
300	76.24	123.1	125.6	127.96	4.86	2.37

La quota di intradosso dell'opera rispetta il franco idraulico raccomandato dalle prescrizioni ferroviarie.

4.5.2 Simulazione numerica del manufatto 2 – Vallone Aranciaro



Figura 23 – Visione aerea dell'ubicazione geografica dell'area oggetto di studio – Vallone Aranciaro



**NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO-CATANIA
RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA**

**RELAZIONE IDRAULICA ATTRAVERSAMENTI
MAGGIORI**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RSJ1	01	R 11 RI	ID 00 02 001	C	41 di 127

Il territorio attraversato dal corso d'acqua, come si evince dalla foto aerea dei luoghi oggetto di studio (Figura 23), presenta una morfologia collinare.

Le caratteristiche geometriche del modello sono così riassumibili:

- lunghezza totale tratto di studio: 1000 m;
- numero di sezioni trasversali estratte: 39;
- distanza tra le sezioni estratte: minimo di 10 m e massimo di 50 m, successivamente interpolate ogni 5 m.

La traccia planimetrica delle sezioni estrapolate dal rilievo è riportata nella “planimetria idraulica attraversamenti maggiori” (RSJ101R11P7ID0002002).

Lungo il tratto d'indagine, a monte del ponte ferroviario, le opere di attraversamento presenti sono:

- il cavalcavia dell'autostrada Palermo-Catania (A19);
- il ponte della statale SS192,

Nella simulazione, al fine di verificare l'assenza di possibili interferenze al naturale deflusso delle acque, è stato inserito solo il ponte della statale a causa della sua prossimità con l'attraversamento ferroviario.

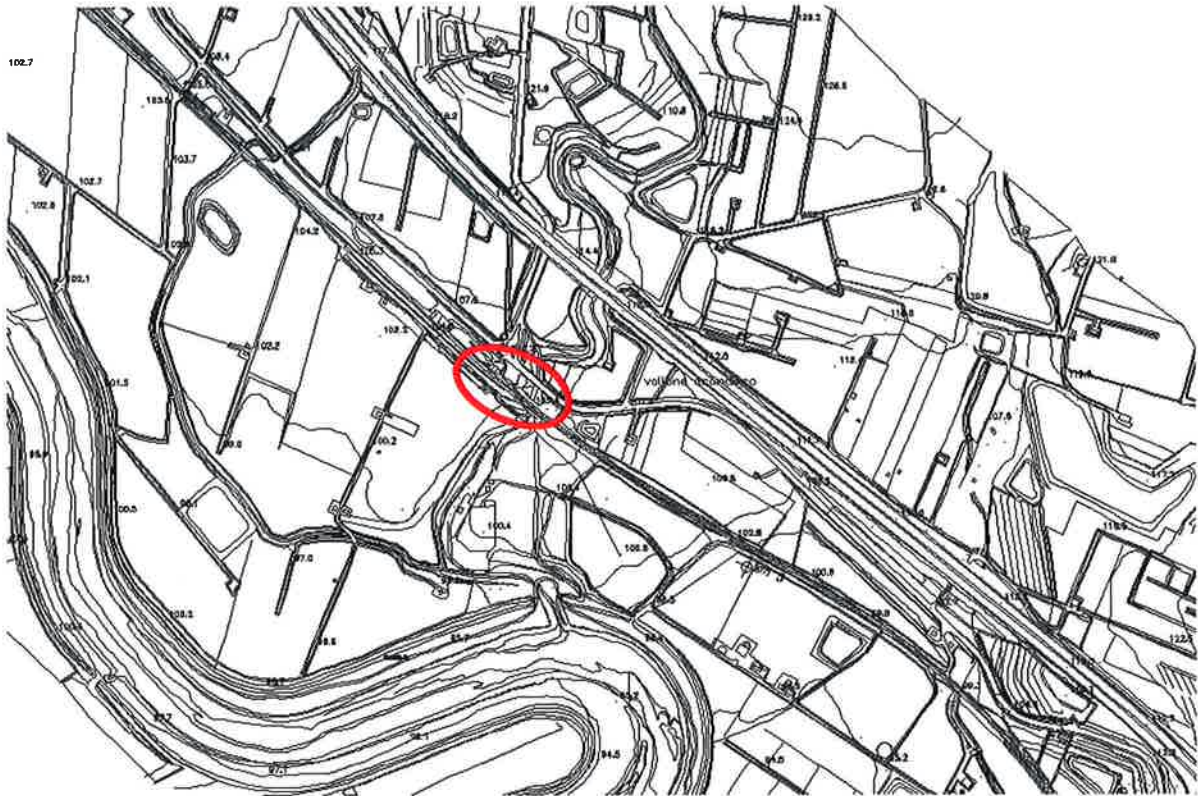


Figura 24 – Individuazione planimetrica dei due attraversamenti stradali- Vallone Aranciaro

Le condizioni al contorno imposte sono state:

- a monte: condizioni di moto uniforme;
- a valle: essendo il Vallone Aranciaro un tributario del Dittaino si è fatto riferimento allo studio idrogeologico contenuto nel “Piano Stralcio di Bacino per l’assetto Idrologico (P.A.I.)” della regione siciliana. Come condizione al contorno è stato imposto il livello idrico della sezione prossima alla confluenza ovvero la sezione DI 104.

I risultati delle simulazioni idrauliche eseguite sul Fiume Dittaino (Figura 25) e l’ubicazione planimetrica (Figura 26) delle sezioni studiate sono contenute, nello specifico, nell’allegato B (“Schede identificative degli attraversamenti”).

Nome sez. (dist dalla foce in m)	Quota fondo alveo (m)	Coeff. di Manning (m ^{-1/3} s)	Tempo di ritorno (anni)	Portata (m ³ /s)	Quota pelo libero (m s.l.m.)	Tirante idrico (m)	Pendenza l.c.t. (m/m)	Velocità media alveo (m/s)	Sezione idrica (m ²)
DI-114	103.38	0.034	50	1570.00	109.59	6.21	0.003799	4.76	368.65
			100	2137.00	110.37	6.99	0.003702	5.24	455.53
			300	3351.00	111.79	8.41	0.003562	6.05	616.80
DI-113	102.25	0.034	50	1570.00	108.70	6.45	0.003069	4.44	395.60
			100	2137.00	109.51	7.26	0.003033	4.91	486.25
			300	3351.00	110.97	8.72	0.002987	5.71	652.37
DI-112	100.66	0.034	50	1570.00	107.28	6.62	0.002661	4.23	414.62
			100	2137.00	108.10	7.44	0.002680	4.72	506.31
			300	3351.00	109.56	8.90	0.002703	5.53	673.42
DI-111	98.96	0.034	50	1570.00	105.46	6.50	0.002943	4.37	401.08
			100	2137.00	106.28	7.32	0.002918	4.85	492.46
			300	3351.00	107.74	8.78	0.002892	5.65	659.11
DI-110	98.01	0.034	50	1570.00	104.73	6.72	0.002465	4.13	425.19
			100	2137.00	105.54	7.53	0.002524	4.62	516.31
			300	3351.00	106.99	8.98	0.002601	5.46	681.77
DI-109	96.65	0.034	50	1570.00	102.96	6.31	0.003471	4.62	379.84
			100	2137.00	103.76	7.11	0.003382	5.09	469.21
			300	3351.00	105.20	8.55	0.003277	5.89	633.40
DI-108	95.97	0.034	50	1570.00	102.43	6.46	0.003039	4.42	396.88
			100	2137.00	103.25	7.28	0.002982	4.88	488.95
			300	3351.00	104.72	8.75	0.002939	5.68	655.73
DI-107	94.35	0.034	50	1570.00	101.09	6.74	0.002428	4.11	427.31
			100	2137.00	101.92	7.57	0.002445	4.58	521.62
			300	3351.00	103.35	9.00	0.002569	5.44	684.42
DI-106	92.97	0.034	50	1570.00	100.03	7.06	0.001899	3.79	463.14
			100	2137.00	100.79	7.82	0.002074	4.34	549.89
			300	3351.00	102.00	9.03	0.002535	5.42	687.37
DI-105	91.85	0.034	50	1570.00	98.12	6.27	0.004764	5.49	311.75
			100	2137.00	98.93	7.08	0.004430	5.89	418.96
			300	3351.00	100.36	8.51	0.003916	6.47	610.92
DI-104	90.39	0.034	50	1570.00	97.58	7.19	0.002188	4.20	433.76
			100	2137.00	98.39	8.00	0.002238	4.65	541.41
			300	3351.00	99.82	9.43	0.002297	5.39	743.95
DI-103	89.82	0.034	50	1570.00	96.72	6.90	0.002782	4.56	394.35
			100	2137.00	97.50	7.68	0.002809	5.03	498.34
			300	3351.00	98.89	9.07	0.002849	5.81	690.56
DI-102	89.01	0.034	50	1570.00	96.00	6.99	0.002577	4.44	406.69
			100	2137.00	96.75	7.74	0.002692	4.95	506.24
			300	3351.00	98.10	9.09	0.002813	5.79	693.61
DI-101	87.75	0.034	50	1570.00	94.02	6.27	0.004765	5.49	311.74
			100	2137.00	94.83	7.08	0.004430	5.89	418.96
			300	3351.00	96.01	8.26	0.004611	6.85	576.71
DI-100	84.75	0.034	50	1570.00	91.46	6.71	0.003245	4.81	370.00
			100	2137.00	92.23	7.48	0.003241	5.29	472.46
			300	3351.00	93.61	8.86	0.003241	6.08	660.04

Figura 25 – Risultati delle verifiche idrauliche riportate nell'allegato B del "Piano Stralcio di Bacino per l'assetto Idrologico (P.A.I.)" della regione siciliana per il fiume Dittaino

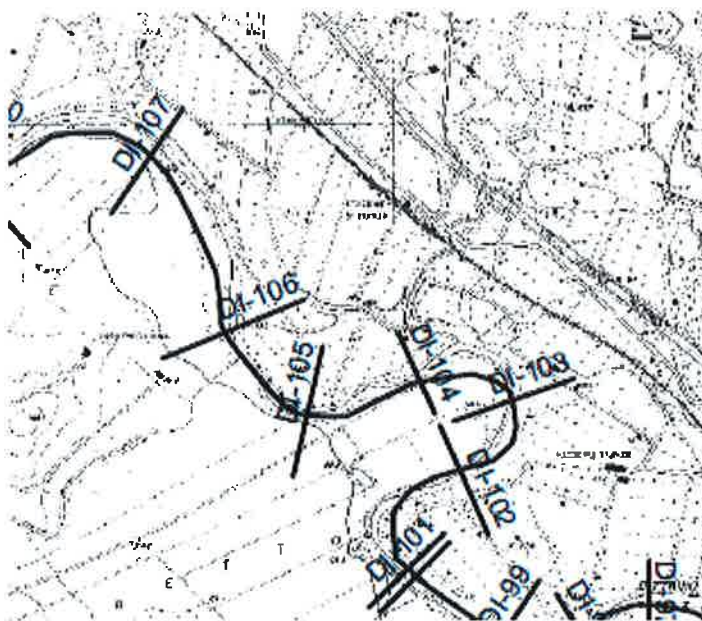


Figura 26 – Schema planimetrico con l'ubicazione delle sezioni di calcolo per le verifiche idrauliche del Fiume Dittaino

Le condizioni al contorno inserite possono così riassumersi:

a monte:

Tempo di ritorno	Portata m ³ /s	Condizione al contorno
100 anni	32.34	Moto uniforme
200 anni	36.26	Moto uniforme
300 anni	38.55	Moto uniforme

a valle:

Tempo di ritorno	Portata m ³ /s	Condizione al contorno
100 anni	32.34	Livello idrico 98.39 m.s.l.m
200 anni	36.26	Livello idrico 99.1 m.s.l.m
300 anni	38.55	Livello idrico 99.82 m.s.l.m

La situazione attuale, del tratto d'asta analizzato, non evidenzia né in prossimità del ponte FS né in prossimità di quello statale alcuna criticità per differenti portate di progetto corrispondenti ai diversi tempi di ritorno considerati.

A monte ed a valle si rilevano zone, sufficientemente distanti dall'attraversamento oggetto di studio, in cui si verificano fenomeni di esondazione in destra e/o in sinistra idraulica.

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO-CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA					
RELAZIONE IDRAULICA ATTRAVERSAMENTI MAGGIORI	COMMESSA RSJ1	LOTTO 01	CODIFICA R 11 RI	DOCUMENTO ID 00 02 001	REV. C	FOGLIO 45 di 127

Nella configurazione di progetto, dal momento che il tracciato ferroviario, rispetto alla configurazione attuale, risulta spostato verso la confluenza con il F. Dittaino, si è dovuto necessariamente prevedere il dimensionamento e la verifica del nuovo manufatto di attraversamento.

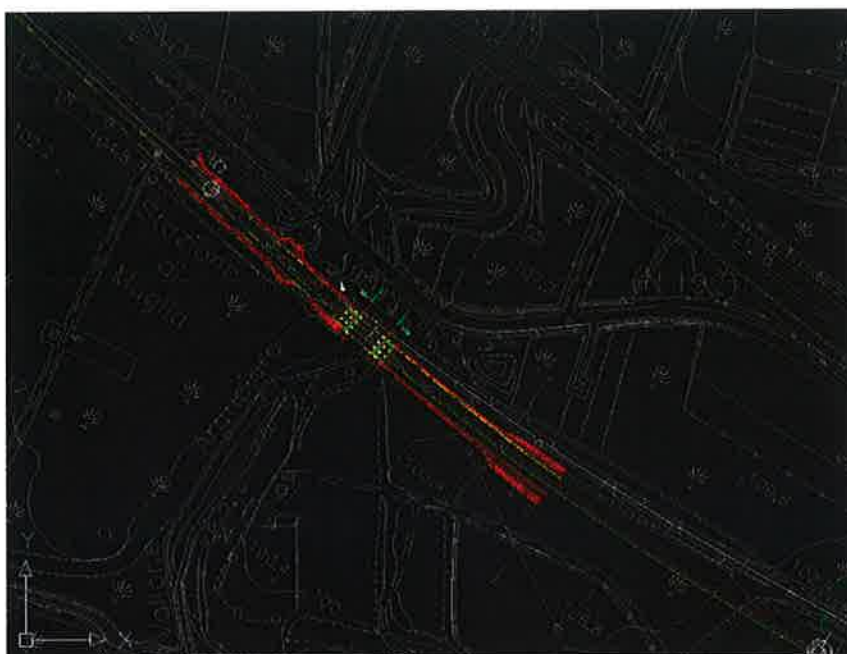


Figura 27 – Stralcio planimetrico del nuovo tracciato ferroviario - Vallone Aranciario

La luce utile al deflusso del ponte in progetto avrà un'ampiezza di 22.8 m maggiore rispetto all'attraversamento attuale che presenta invece una larghezza 4.5 m.



Figura 28 – Ponte ferroviario esistente - Vallone Aranciario.

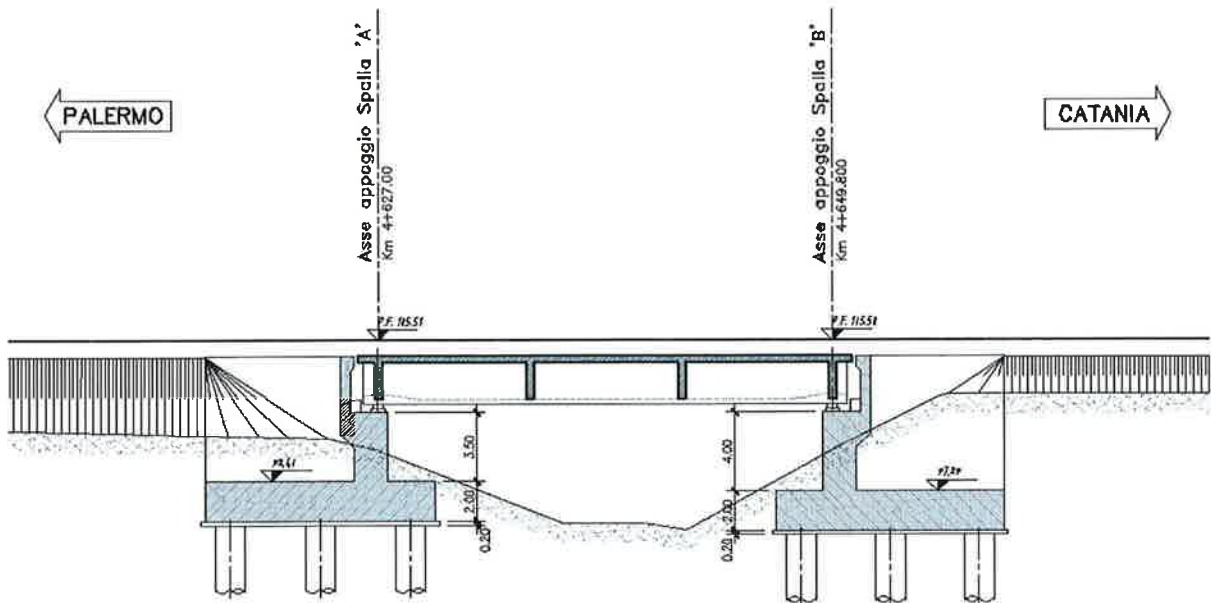


Figura 29 – Ponte ferroviario di progetto - Vallone Aranciario.

Dallo studio idrologico eseguito e dai dati raccolti si evince che l'estensione del bacino del Vallone Aranciario a monte della sezione in corrispondenza dell'attraversamento ferroviario in progetto, è di circa 6.376 km²; essendo tale bacino inferiore ai 10 km², le prescrizioni tecniche per la progettazione ferroviaria impongono la verifica del manufatto con una portata corrispondente ad un tempo di ritorno (Tr) di 200 anni.

Nella tabella sottostante vengono riassunti i risultati della simulazione numerica:

<i>Tempo di Ritorno (anni)</i>	<i>Portata (m³/s)</i>	<i>Livello idrico (m.s.l.m)</i>	<i>Livello energetico (m.s.l.m)</i>	<i>Quota intradosso (m.s.l.m)</i>	<i>Franco sul livello idrico (m)</i>	<i>Franco sul livello energetico (m)</i>
200	36.26	99.33	100.34	102.29	2.9	1.95

In conclusione, dai risultati si evince che nella configurazione post operam, nell'ipotesi di piena bicentenaria, l'inserimento dell'infrastruttura ferroviaria non induce alcuna alterazione al deflusso delle acque.

4.5.3 Simulazione numerica del manufatto 3 – Vallone Giudeo

L'asta fluviale oggetto di studio si estende per una lunghezza totale pari a 890 m lungo la quale sono state individuate le sezioni d'alveo ritenute significative al fine dell'analisi idraulica.

Il modello è stato implementato con 33 sezioni, poste ad un distanza variabile fra i 10 ed i 50 m l'una dall'altra, successivamente interpolate ogni 5 m.

Negli elaborati grafici delle planimetrie idrauliche è riportata la traccia planimetrica delle sezioni di calcolo. (RSJ101R11P7ID0002003)



Figura 30 – Visione aerea dell'ubicazione geografica dell'area oggetto di studio – Vallone Giudeo

La morfologia dei territori, attraversati dal corso d'acqua, è prettamente collinare.

Le opere di attraversamento presenti lungo il tratto d'asta in analisi sono (Figura 32):

- A monte del manufatto ferroviario:
 1. Il viadotto dell'autostrada A19;
 2. Il ponte della statale SS192.
- A valle del ponte ferroviario:
 1. un tombino.



Figura 31 – Foto del sopralluogo in cui si evidenzia la notevole quota stradale del ponte a monte della ferrovia e quella esigua del tombino a valle di essa – Vallone Giudeo

Dal momento che le infrastrutture site a monte del manufatto ferroviario presentano una quota di piano stradale notevolmente superiore al piano ferro, esse non inducono sicuramente disturbo al deflusso naturale delle acque fluviali; per questo motivo non sono state riprodotte nella simulazione idraulica.

Nella modellazione è stato, invece previsto il tombino scatolare posto a valle, sia per la vicinanza all'attraversamento ferroviario, sia per la ridotta quota intradosso.

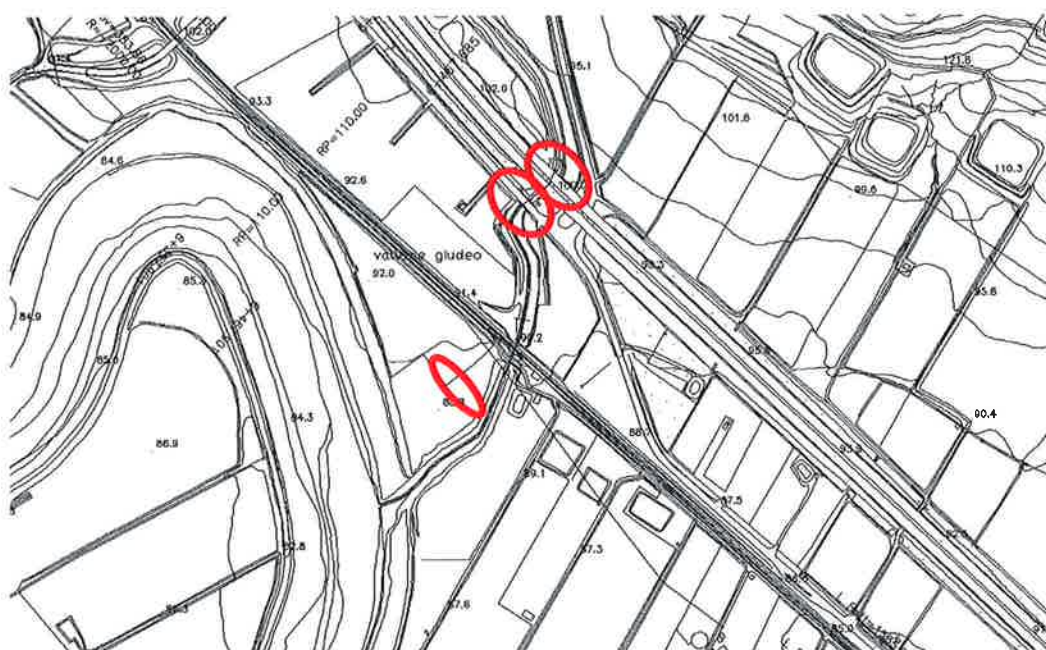


Figura 32 – Individuazione planimetrica dei due attraversamenti stradali- Vallone Giudeo

Le condizioni al contorno imposte sono:

- a monte: condizioni di moto uniforme;
- a valle: per le condizioni al contorno da inserire nel modello idraulico, è stato assunto il valore del livello idrico desunto dalle indicazioni del PAI (nell'allegato B "Schede identificative degli attraversamenti") nella sezione di confluenza del Vallone Giudeo con il Fiume Dittaino.

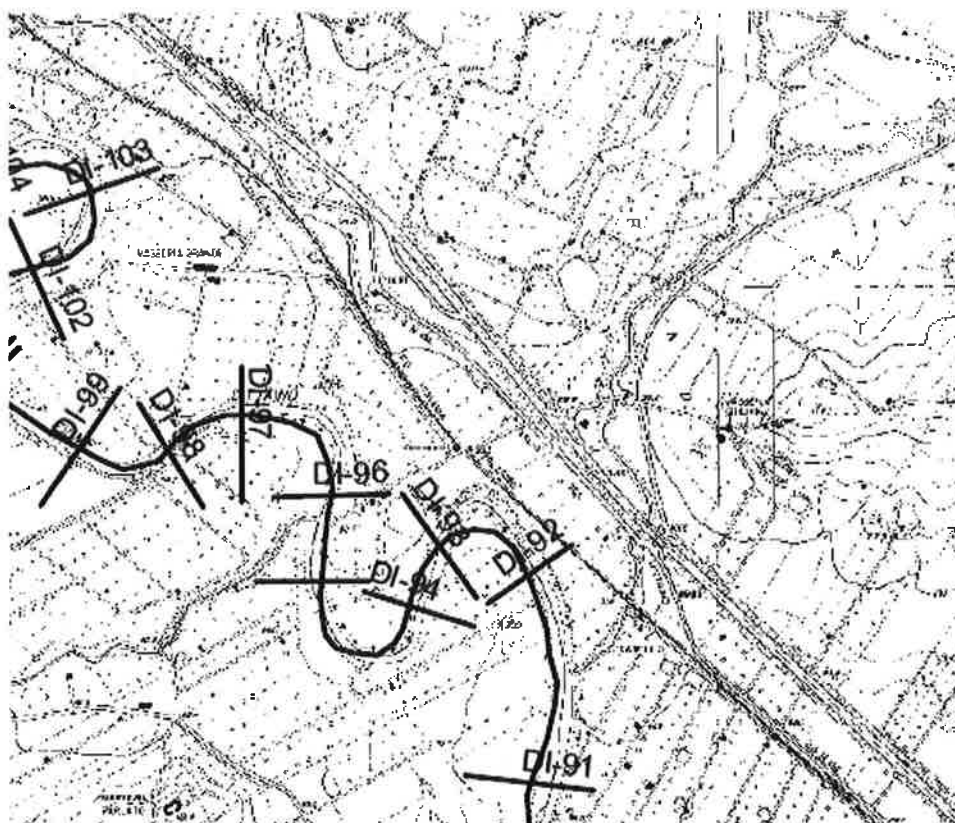


Figura 33 – Schema planimetrico con l’ubicazione delle sezioni di calcolo per le verifiche idrauliche del Fiume Dittaino

Dallo schema planimetrico con l’ubicazione delle sezioni di calcolo per le verifiche idrauliche (Figura 33), riportate nel “Piano stralcio dell’Autorità di Bacino”, si evince che la confluenza del Vallone Giudeo è posta fra le sezioni DI-92 e DI-91; i valori relativi ai livelli idrici sono stati ottenuti per interpolazione dei valori fra le due sezioni consecutive (Figura 34).

Nome sez. (dist. dalla foce in m)	Quota fondo alveo (m)	Coeff. di Manning (m ^{-1/3} s)	Tempo di riforno (anni)	Portata (m ³ /s)	Quota pelo libero (m s.l.m.)	Tirante idrico (m)	Pendenza l.c.t. (m/m)	Velocità media alveo (m/s)	Sezione idrica (m ²)
DI-99	83.78	0.034	50	1570.00	90.54	6.76	0.003124	4.75	375.94
			100	2137.00	91.30	7.52	0.003163	5.24	476.84
			300	3351.00	92.66	8.88	0.003202	6.06	662.88
DI-98	83.02	0.034	50	1570.00	89.66	6.64	0.003464	4.92	359.88
			100	2137.00	90.46	7.44	0.003353	5.35	466.45
			300	3351.00	91.89	8.87	0.003217	6.07	661.81
DI-97	82.14	0.034	50	1570.00	89.33	7.19	0.002197	4.21	433.05
			100	2137.00	90.13	7.99	0.002247	4.65	540.57
			300	3351.00	91.57	9.43	0.002303	5.40	743.33
DI-96	81.39	0.034	50	1570.00	88.23	6.84	0.002918	4.64	386.72
			100	2137.00	89.03	7.64	0.002890	5.08	493.11
			300	3351.00	90.45	9.06	0.002860	5.82	689.64
DI-95	80.69	0.034	50	1570.00	87.77	7.08	0.002397	4.33	418.57
			100	2137.00	88.56	7.87	0.002443	4.79	524.47
			300	3351.00	89.98	9.29	0.002499	5.55	722.73
DI-94	79.57	0.034	50	1570.00	86.22	6.65	0.003433	4.91	361.25
			100	2137.00	87.00	7.43	0.003375	5.36	465.30
			300	3351.00	88.40	8.83	0.003293	6.12	656.34
DI-93	78.91	0.034	50	1570.00	85.80	6.89	0.002801	4.58	393.25
			100	2137.00	86.60	7.69	0.002793	5.02	499.39
			300	3351.00	88.01	9.10	0.002786	5.77	696.00
DI-92	78.13	0.034	50	1570.00	85.13	7.00	0.002556	4.43	408.03
			100	2137.00	85.93	7.80	0.002570	4.88	514.91
			300	3351.00	87.35	9.22	0.002594	5.62	713.46
DI-91	76.69	0.034	50	1570.00	83.52	6.83	0.002939	4.65	385.59
			100	2137.00	84.29	7.60	0.002964	5.12	488.55
			300	3351.00	85.69	9.00	0.002969	5.90	680.71
DI-90	75.80	0.034	50	1570.00	82.52	6.72	0.003225	4.80	370.97
			100	2137.00	83.31	7.51	0.003171	5.25	476.36
			300	3351.00	84.67	8.87	0.003220	6.07	661.54
DI-89	75.30	0.034	50	1570.00	82.05	6.75	0.003136	4.76	375.33
			100	2137.00	82.87	7.57	0.003049	5.18	483.38
			300	3351.00	84.19	8.89	0.003167	6.03	665.45
DI-88	74.70	0.034	50	1570.00	81.92	7.22	0.002136	4.16	437.85
			100	2137.00	82.73	8.03	0.002185	4.61	546.03
			300	3351.00	84.05	9.35	0.002417	5.49	731.04
DI-87	73.40	0.034	50	1570.00	79.80	6.40	0.004263	5.29	328.35
			100	2137.00	80.55	7.15	0.004181	5.78	428.57
			300	3351.00	81.96	8.56	0.003802	6.41	617.29
DI-86	72.20	0.034	50	1570.00	78.98	6.78	0.003056	4.72	379.37
			100	2137.00	79.78	7.58	0.003021	5.16	485.09
			300	3351.00	81.19	8.99	0.002980	5.91	679.77
DI-85	71.00	0.034	50	1570.00	78.06	7.06	0.002442	4.36	415.48
			100	2137.00	78.84	7.84	0.002498	4.83	520.28
			300	3351.00	80.25	9.25	0.002557	5.60	717.02

Figura 34 – Risultati delle verifiche idrauliche riportate nell'allegato B del "Piano Stralcio di Bacino per l'assetto Idrologico (P.A.I.)" della regione siciliana per il fiume Dittaino

Le condizioni al contorno inserite possono così essere schematicamente riassunte:

- a monte

Tempo di ritorno	Portata m ³ /s	Condizione al contorno
100 anni	25.38	Moto uniforme
200 anni	28.45	Moto uniforme
300 anni	30.25	Moto uniforme

- a valle

Tempo di ritorno	Portata m ³ /s	Condizione al contorno
100 anni	25.38	Livello idrico 85.11 m.s.l.m
200 anni	28.45	Livello idrico 85.81 m.s.l.m
300 anni	30.25	Livello idrico 86.52 m.s.l.m

Dalla simulazione idraulica le portate risultano quasi sempre contenute nell'alveo inciso; tuttavia, in corrispondenza di due zone, una molto distante, l'altra posta circa 40 m a monte del ponte ferroviario, si hanno fenomeni di esondazione in destra idraulica, anche per portate relative a un tempo di ritorno di 10 anni,.

Il tombino scatolare posto a valle dell'attraversamento ferroviario risulta, come previsto, inadeguato; la sezione utile al deflusso si presenta alquanto esigua e la quota di intradosso non presenta alcun franco di sicurezza neanche con una portata associata a tempo di ritorno 10 anni.

Nella configurazione di progetto, il tracciato ferroviario di progetto non subisce varianti planimetriche (Figura 35).



Figura 35 – Stralcio planimetrico del nuovo tracciato ferroviario - Vallone Giudeo

Il ponte di progetto presenta una struttura a travi incorporate ed una larghezza pari a 10 m; la sezione di deflusso sarà notevolmente più ampia (Figura 36) rispetto alla configurazione attuale.

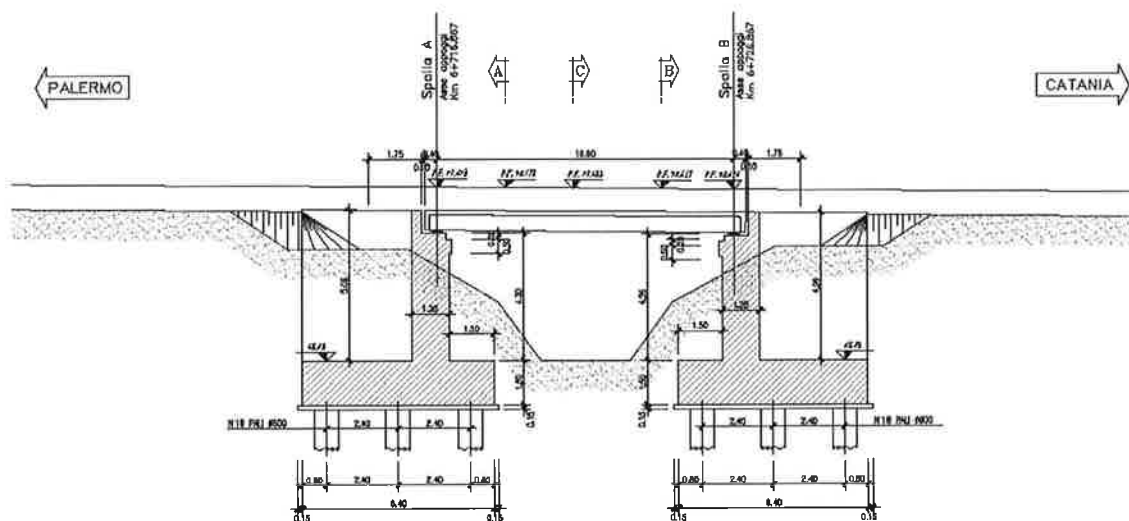


Figura 36 – Ponte ferroviario di progetto - Vallone Giudeo

L'ampliamento della sezione di deflusso, nella configurazione di progetto, consente il transito delle portate di progetto anche da parte del tombino posto a valle del ponte ferroviario, precedentemente inadeguato.

Per il Vallone Giudeo il bacino sotteso alla sezione in corrispondenza dell'attraversamento ferroviario, presenta una superficie di 4,849 km²; essendo tale valore inferiore ai 10 km², le prescrizioni tecniche per la progettazione ferroviaria impongono la verifica del manufatto con una portata corrispondente ad un tempo di ritorno (Tr) di 200 anni (Q=28,45 m³/s).

In risultati possono essere così riassunti:

<i>Tempo di Ritorno (anni)</i>	<i>Portata (m³/s)</i>	<i>Livello idrico (m.s.l.m)</i>	<i>Livello energetico (m.s.l.m)</i>	<i>Quota intradosso (m.s.l.m)</i>	<i>Franco sul livello idrico (m)</i>	<i>Franco sul livello energetico (m)</i>
200	28.45	85.96	86.46	89.35	3.39	2.89

I franchi idraulici di sicurezza risultano maggiori nella configurazione post operam; in particolar modo si evidenzia una riduzione sostanziale del livello idrico nelle sezioni prossime all'attraversamento ferroviario (Figura 37).

Reach	River Sta	Profile	Plan	Q Total (m3/s)	Min Ch E (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
vall. giudeo	41	T=200 anni	m.u.mv.ante	28.45	87.06	89.47	88.40	89.53	0.000642	1.13	26.73	20.43	0.27
vall. giudeo	40	T=200 anni	m.u.mv.post	28.45	87.04	88.45	88.45	88.90	0.011045	2.96	9.62	10.73	1.00
vall. giudeo	40	T=200 anni	m.u.mv.ante	28.45	87.04	89.45	88.45	89.52	0.000866	1.20	25.05	21.72	0.31
vall. giudeo	38	T=200 anni	m.u.mv.post	28.45	86.63	88.15	88.15	88.66	0.011220	3.17	8.98	8.82	1.00
vall. giudeo	38	T=200 anni	m.u.mv.ante	28.45	86.63	89.43	88.15	89.50	0.000637	1.22	25.25	17.76	0.27
vall. giudeo	36	T=200 anni	m.u.mv.post	28.45	86.45	87.88	87.94	88.43	0.013210	3.31	8.61	9.10	1.08
vall. giudeo	36	T=200 anni	m.u.mv.ante	28.45	86.45	89.44	87.94	89.49	0.000436	1.00	30.23	20.71	0.22
vall. giudeo	32	T=200 anni	m.u.mv.post	28.45	85.59	86.68	86.94	87.50	0.026435	4.00	7.11	9.79	1.50
vall. giudeo	32	T=200 anni	m.u.mv.ante	28.45	85.59	89.45	86.94	89.47	0.000079	0.59	53.22	22.69	0.10
vall. giudeo	30	T=200 anni	m.u.mv.post	28.45	84.23	86.43	85.83	86.62	0.004098	1.95	14.62	13.99	0.61
vall. giudeo	30	T=200 anni	m.u.mv.ante	28.45	84.23	89.46	85.83	89.46	0.000023	0.36	88.97	31.42	0.06
vall. giudeo	29	T=200 anni	m.u.mv.post	28.45	83.60	86.50	85.16	86.57	0.000705	1.18	24.54	14.81	0.28
vall. giudeo	29	T=200 anni	m.u.mv.ante	28.45	83.60	89.46	85.16	89.46	0.000020	0.36	89.67	30.45	0.05
vall. giudeo	27	T=200 anni	m.u.mv.post	28.45	83.10	86.02	85.32	86.49	0.008175	3.05	9.34	3.99	0.63
vall. giudeo	27	T=200 anni	m.u.mv.ante	28.45	83.10	89.13	86.03	89.43	0.000588	2.44	11.64	10.97	0.32
vall. giudeo	26.5			Bridge									
vall. giudeo	26.4	T=200 anni	m.u.mv.post	28.45	83.10	85.80	85.32	86.37	0.010430	3.35	8.49	3.82	0.72
vall. giudeo	26.4	T=200 anni	m.u.mv.ante	28.45	83.10	88.37	86.03	88.77	0.000932	2.81	10.13	6.33	0.40
vall. giudeo	26.1			Bridge									
vall. giudeo	23	T=200 anni	m.u.mv.post	28.45	83.08	85.81	84.58	85.89	0.000711	1.26	23.18	13.55	0.28
vall. giudeo	23	T=200 anni	m.u.mv.ante	28.45	83.08	84.78	85.17	86.37	0.015851	5.59	5.09	9.96	1.37
vall. giudeo	21	T=200 anni	m.u.mv.post	28.45	82.86	85.81	84.38	85.87	0.000541	1.14	25.64	13.90	0.25
vall. giudeo	21	T=200 anni	m.u.mv.ante	28.45	82.86	85.81	84.38	85.87	0.000541	1.14	25.64	13.90	0.25
vall. giudeo	19	T=200 anni	m.u.mv.post	28.45	82.70	85.79	84.25	85.86	0.000509	1.13	25.71	13.13	0.24
vall. giudeo	19	T=200 anni	m.u.mv.ante	28.45	82.70	85.79	84.25	85.86	0.000509	1.13	25.71	13.13	0.24
vall. giudeo	15	T=200 anni	m.u.mv.post	28.45	82.54	85.80	83.95	85.83	0.000200	0.79	38.29	19.50	0.16
vall. giudeo	15	T=200 anni	m.u.mv.ante	28.45	82.54	85.80	83.95	85.83	0.000200	0.79	38.29	19.50	0.16
vall. giudeo	11	T=200 anni	m.u.mv.post	28.45	82.11	85.80	83.53	85.82	0.000120	0.60	48.28	22.10	0.12
vall. giudeo	11	T=200 anni	m.u.mv.ante	28.45	82.11	85.80	83.53	85.82	0.000120	0.60	48.28	22.10	0.12
vall. giudeo	7	T=200 anni	m.u.mv.post	28.45	82.04	85.80	83.44	85.82	0.000102	0.61	49.17	21.28	0.12
vall. giudeo	7	T=200 anni	m.u.mv.ante	28.45	82.04	85.80	83.44	85.82	0.000102	0.61	49.17	21.28	0.12
vall. giudeo	4	T=200 anni	m.u.mv.post	28.45	81.40	85.81	82.43	85.81	0.000011	0.27	123.39	38.57	0.04
vall. giudeo	4	T=200 anni	m.u.mv.ante	28.45	81.40	85.81	82.43	85.81	0.000011	0.27	123.39	38.57	0.04
vall. giudeo	2	T=200 anni	m.u.mv.post	28.45	79.89	85.81	80.56	85.81	0.000002	0.14	214.61	40.00	0.02
vall. giudeo	2	T=200 anni	m.u.mv.ante	28.45	79.89	85.81	80.56	85.81	0.000002	0.14	214.61	40.00	0.02

Figura 37 – Confronto dei risultati ottenuti per i due scenari di funzionamento, ante e post operam, nelle sezioni prossime all'attraversamento ferroviario (sez.26.5) e al tombino posto a valle di esso (sez.26.1) – Vallone Giudeo.

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO-CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA					
	RELAZIONE IDRAULICA ATTRAVERSAMENTI MAGGIORI	COMMESSA RSJ1	LOTTO 01	CODIFICA R 11 RI	DOCUMENTO ID 00 02 001	REV. C

4.5.4 Simulazione manufatto 4 – Vallone Fontana Murata

Il paesaggio prevalentemente collinare viene attraversato dal corso d'acqua in oggetto sino al raggiungimento del Fiume Dittaino, di cui il Torrente Pernice risulta un tributario (Figura 38).



Figura 38 – Visione aerea dell'ubicazione geografica dell'area oggetto di studio – Vallone Fontana Murata.

L'area di studio è stata individuata per una lunghezza dell'asta fluviale pari a 720 m.

Le sezioni considerate significative per la riproduzione geometrica dell'alveo sono 27, poste ad una distanza variabile compresa tra i 10 m e 40 m , ed interpolate con l'ausilio del modello matematico ogni 5 m.

Nel tratto d'asta oggetto di studio si evidenziano ulteriori opere di attraversamento:

1. il manufatto autostradale (A19) ;
2. il ponte della statale SS192.

Dal momento che tali infrastrutture presentano una quota di piano stradale notevolmente superiore al piano ferro, esse non inducono sicuramente disturbo al deflusso naturale delle acque fluviali; per questo motivo non sono state riprodotte nella simulazione idraulica.

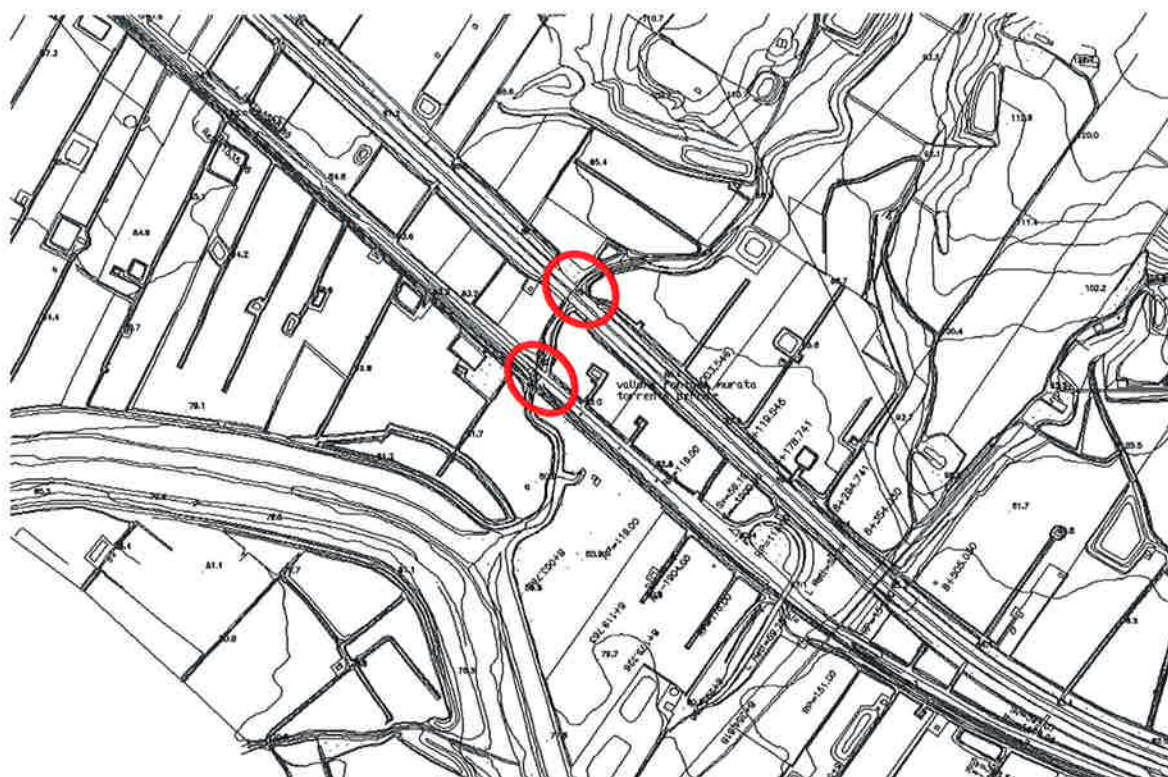


Figura 39 – Individuazione planimetrica dei due attraversamenti stradali – Vallone Fontana Murata

Le condizioni al contorno imposte sono:

- a monte: si è ipotizzato che nella sezione 74 si instaurino condizioni idrometriche corrispondenti ad un regime di moto uniforme;
- a valle: essendo il torrente Pernice un tributario anch'esso del Fiume Dittaino, si impone come condizione al contorno il valore del livello idrico del fiume stesso nella sezione corrispondente alla confluenza. I livelli idrici sono riportati nell'Appendice idraulica del "Piano per l'Assetto Idrogeologico del bacino idrografico del Fiume Simeto"; è possibile, nella stessa appendice, reperire l'ubicazione delle sezioni di calcolo considerate per le verifiche idrauliche nel tratto del Fiume Dittaino ed i risultati tabellari per ciascuna di esse.

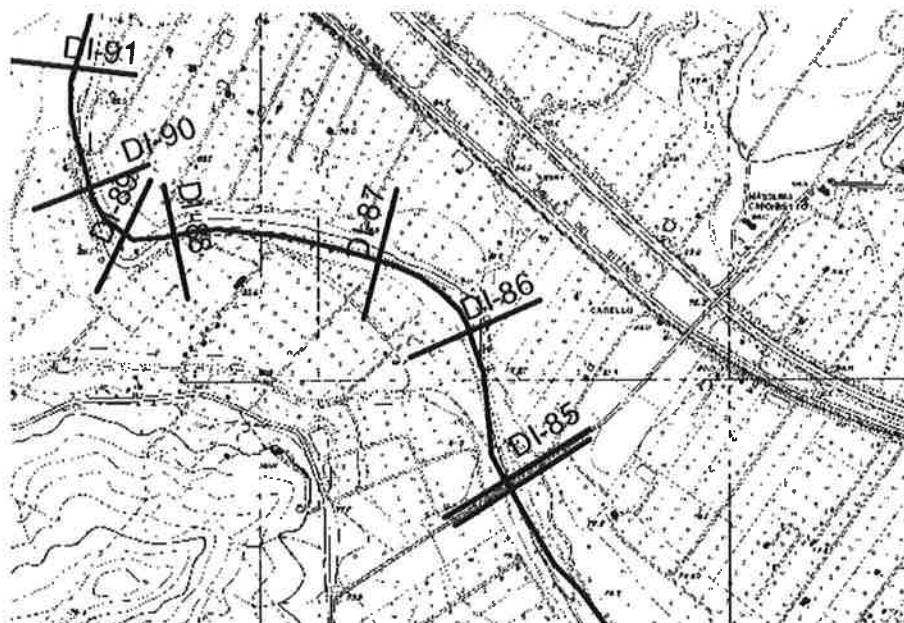


Figura 40 – Schema planimetrico con l'ubicazione delle sezioni di calcolo per le verifiche idrauliche del Fiume Dittaino.

Dallo schema planimetrico la confluenza del Vallone Fontana Murata si pone fra le sezioni DI-87 e DI-86; i valori dei livelli idrici associati ai diversi tempi di ritorno sono stati ottenuti come interpolazione dei valori restituiti in output dal modello per le due sezioni consecutive.

In conclusione le condizioni al contorno adottate nel modello sono di seguito riassunte:

- a monte:

Tempo di ritorno	Portata m ³ /s	Condizione al contorno
100 anni	35.16	Moto uniforme
200 anni	39.41	Moto uniforme
300 anni	41.9	Moto uniforme

- a valle:

Tempo di ritorno	Portata m ³ /s	Livello idrico m.s.l.m
100 anni	35.16	Livello idrico 80.16 m.s.l.m
200 anni	39.41	Livello idrico 80.86 m.s.l.m
300 anni	41.9	Livello idrico 81.57 m.s.l.m

Nome sez. (dist. dalla foce in m)	Quota fondo alveo (m)	Coeff. di Manning (m ^{-1/3} s)	Tempo di ritorno (anni)	Portata (m ³ /s)	Quota pelo libero (m s.l.m.)	Tirante idrico (m)	Pendenza l.c.t. (m/m)	Velocità media alveo (m/s)	Sezione idrica (m ²)
DI-99	83.78	0.034	50	1570.00	90.54	6.76	0.003124	4.75	375.94
			100	2137.00	91.30	7.52	0.003163	5.24	476.84
			300	3351.00	92.66	8.88	0.003202	6.06	662.88
DI-98	83.02	0.034	50	1570.00	89.66	6.64	0.003464	4.92	359.88
			100	2137.00	90.46	7.44	0.003353	5.35	466.45
			300	3351.00	91.89	8.87	0.003217	6.07	661.81
DI-97	82.14	0.034	50	1570.00	89.33	7.19	0.002197	4.21	433.05
			100	2137.00	90.13	7.99	0.002247	4.65	540.57
			300	3351.00	91.57	9.43	0.002303	5.40	743.33
DI-96	81.39	0.034	50	1570.00	88.23	6.84	0.002918	4.64	386.72
			100	2137.00	89.03	7.64	0.002890	5.08	493.11
			300	3351.00	90.45	9.06	0.002860	5.82	689.64
DI-95	80.69	0.034	50	1570.00	87.77	7.08	0.002397	4.33	418.57
			100	2137.00	88.56	7.87	0.002443	4.79	524.47
			300	3351.00	89.98	9.29	0.002499	5.55	722.73
DI-94	79.57	0.034	50	1570.00	86.22	6.65	0.003433	4.91	361.25
			100	2137.00	87.00	7.43	0.003375	5.36	465.30
			300	3351.00	88.40	8.83	0.003293	6.12	656.34
DI-93	78.91	0.034	50	1570.00	85.80	6.89	0.002801	4.58	393.25
			100	2137.00	86.60	7.69	0.002793	5.02	499.39
			300	3351.00	88.01	9.10	0.002786	5.77	696.00
DI-92	78.13	0.034	50	1570.00	85.13	7.00	0.002556	4.43	408.03
			100	2137.00	85.93	7.80	0.002570	4.88	514.91
			300	3351.00	87.35	9.22	0.002594	5.62	713.46
DI-91	76.69	0.034	50	1570.00	83.52	6.83	0.002939	4.65	385.59
			100	2137.00	84.29	7.60	0.002964	5.12	488.55
			300	3351.00	85.69	9.00	0.002969	5.90	680.71
DI-90	75.80	0.034	50	1570.00	82.52	6.72	0.003225	4.80	370.97
			100	2137.00	83.31	7.51	0.003171	5.25	476.36
			300	3351.00	84.67	8.87	0.003220	6.07	661.54
DI-89	75.30	0.034	50	1570.00	82.05	6.75	0.003136	4.76	375.33
			100	2137.00	82.87	7.57	0.003049	5.18	483.38
			300	3351.00	84.19	8.89	0.003167	6.03	665.45
DI-88	74.70	0.034	50	1570.00	81.92	7.22	0.002136	4.16	437.85
			100	2137.00	82.73	8.03	0.002185	4.61	546.03
			300	3351.00	84.05	9.35	0.002417	5.49	731.04
DI-87	73.40	0.034	50	1570.00	79.80	6.40	0.004263	5.29	328.35
			100	2137.00	80.55	7.15	0.004181	5.78	428.57
			300	3351.00	81.96	8.56	0.003802	6.41	617.29
DI-86	72.20	0.034	50	1570.00	78.98	6.78	0.003056	4.72	379.37
			100	2137.00	79.78	7.58	0.003021	5.16	485.09
			300	3351.00	81.19	8.99	0.002980	5.91	679.77
DI-85	71.00	0.034	50	1570.00	78.06	7.06	0.002442	4.36	415.48
			100	2137.00	78.84	7.84	0.002498	4.83	520.28
			300	3351.00	80.25	9.25	0.002557	5.60	717.02

Figura 41 – Risultati delle verifiche idrauliche riportate nell'allegato B del "Piano Stralcio di Bacino per l'assetto Idrologico (P.A.I.)" della regione siciliana per il fiume Dittaino.



Figura 42 – Ponte ferroviario esistente - Vallone Fontana Murata.

Le simulazioni condotte per la configurazione attuale, per tempi di ritorno di 100, 200 e 300 anni, hanno evidenziando un'insufficienza del ponte ferroviario attuale che risulta inadeguato anche nel caso della portata minima (Figura 42).

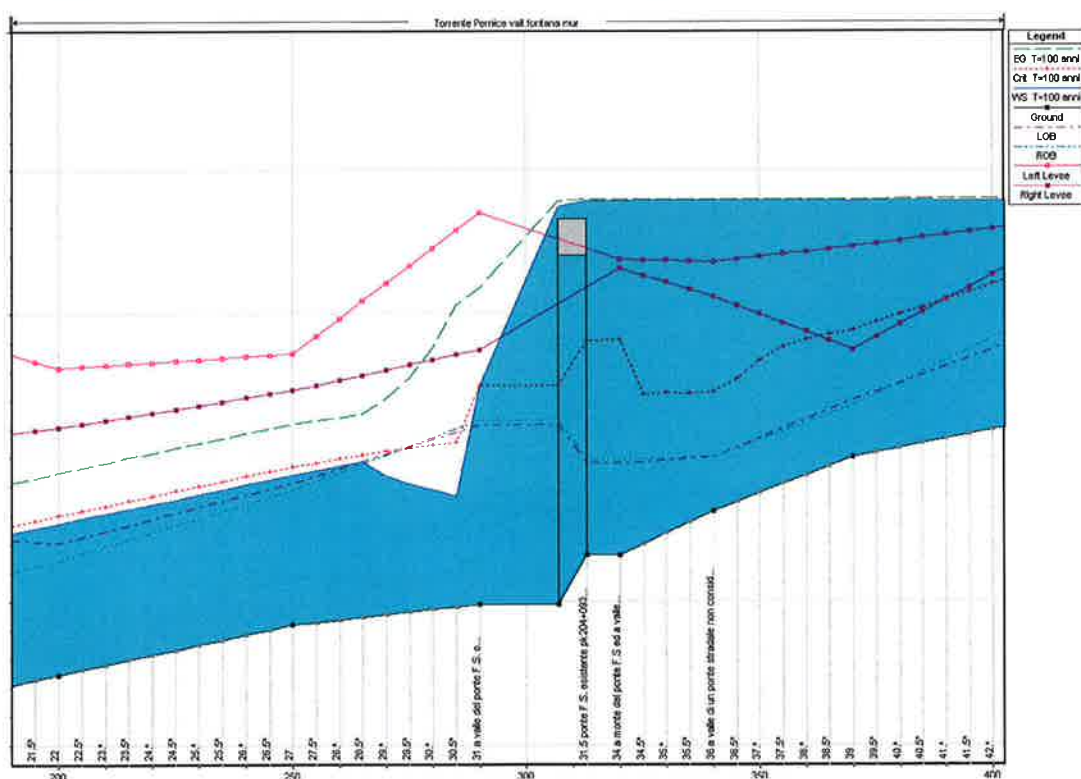


Figura 43 – Profilo idrometrico nel ante operam - Vallone Fontana Murata.

Planimetricamente il tracciato ferroviario in progetto resta invariante (Figura 44), mentre viene ampliata la sezione di deflusso del ponte di progetto.



Figura 44 – Stralcio planimetrico del nuovo tracciato ferroviario - Vallone Fontana Murata.

Il ponte di progetto presenta una struttura a travi incorporate (Figura 45) ed una ampiezza pari a 10 m.

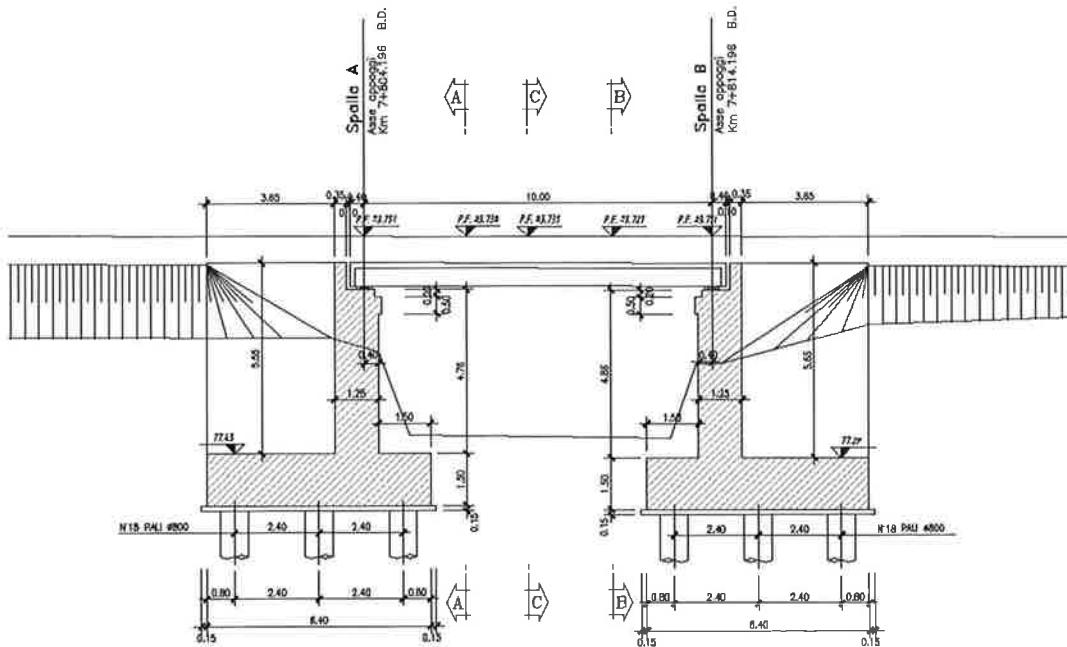


Figura 45 – Ponte ferroviario di progetto - Vallone Fontana Murata.

La superficie del bacino idrografico afferente alla sezione di chiusura considerata, coincidente con l'intersezione con l'asse ferroviario, risulta pari a 7.255 km²; essendo tale valore inferiore ai 10 km², le prescrizioni tecniche per la progettazione ferroviaria impongono la verifica del manufatto con una portata corrispondente ad un tempo di ritorno (Tr) di 200 anni.

Nella simulazione post-operam è necessario verificare che non si abbia alcuna interferenza sul deflusso delle acque da parte del manufatto ferroviario e delle altre infrastrutture presenti lungo il tratto d'asta oggetto di studio. Dalle simulazioni eseguite risulta che i franchi idraulici di sicurezza del ponte ferroviario sono rispettati mentre quello che si evince è la necessità di un adeguamento del ponte della strada statale SS192.

Il ponte ferroviario di progetto risulta adeguato alle prescrizioni del manuale di progettazione ferroviaria, come emerge dalla tabella riassuntiva sottostante.

<i>Tempo di Ritorno (anni)</i>	<i>Portata (m³/s)</i>	<i>Livello idrico (m.s.l.m)</i>	<i>Livello energetico (m.s.l.m)</i>	<i>Quota intradosso (m.s.l.m)</i>	<i>Franco sul livello idrico (m)</i>	<i>Franco sul livello energetico (m)</i>
200	39.41	80.67	81.63	82.25	1.58	0.62

I profili denotando una riduzione dei livelli idrometrici nella situazione post-operam rispetto allo stato di fatto, in particolar modo nelle sezioni a monte del ponte ferroviario (Figura 46).

Reach	River Sta	Profile	Plan	Q Total (m3/s)	Min Ch Elev (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Ch
vall. fontana mur	46	T=200 anni	m.u.mv_post	39.41	81.11	83.65	82.18	83.68	0.000294	0.77	51.01	25.51	0.17
vall. fontana mur	46	T=200 anni	m.u.mv_ante	39.41	81.11	83.71	82.18	83.74	0.000267	0.75	52.55	25.56	0.17
vall. fontana mur	45	T=200 anni	m.u.mv_post	39.41	80.87	83.54	83.34	83.66	0.001759	1.89	29.40	36.95	0.42
vall. fontana mur	45	T=200 anni	m.u.mv_ante	39.41	80.87	83.63	83.13	83.72	0.001295	1.66	32.72	36.96	0.36
vall. fontana mur	43	T=200 anni	m.u.mv_post	39.41	80.51	82.41	82.70	83.31	0.020409	4.52	10.30	16.01	1.30
vall. fontana mur	43	T=200 anni	m.u.mv_ante	39.41	80.51	83.64	82.70	83.70	0.000591	1.22	39.93	34.39	0.25
vall. fontana mur	39	T=200 anni	m.u.mv_post	39.41	80.00	82.94	81.82	83.01	0.000642	1.36	35.76	27.98	0.27
vall. fontana mur	39	T=200 anni	m.u.mv_ante	39.41	80.00	83.65	81.82	83.68	0.000182	0.85	55.68	27.98	0.15
vall. fontana mur	36	T=200 anni	m.u.mv_post	39.41	79.26	82.95	81.01	82.99	0.000207	0.93	56.15	41.20	0.16
vall. fontana mur	36	T=200 anni	m.u.mv_ante	39.41	79.26	83.66	81.01	83.67	0.000067	0.60	85.06	41.20	0.10
vall. fontana mur	35	T=200 anni	m.u.mv_post	39.41	78.89	82.85	81.38	82.97	0.000760	1.74	33.45	39.82	0.30
vall. fontana mur	35	T=200 anni	m.u.mv_ante	39.41	78.95	83.65	81.01	83.67	0.000080	0.67	78.26	38.94	0.10
vall. fontana mur	34	T=200 anni	m.u.mv_ante	39.41	78.64	83.65	81.86	83.67	0.000110	0.77	69.32	36.67	0.12
vall. fontana mur	33.5			Bridge									
vall. fontana mur	33	T=200 anni	m.u.mv_post	39.41	78.37	81.10	80.67	81.74	0.005691	3.54	11.12	13.08	0.74
vall. fontana mur	31.5			Bridge									
vall. fontana mur	31	T=200 anni	m.u.mv_post	39.41	77.98	80.84	80.35	81.15	0.004207	2.45	16.12	12.57	0.61
vall. fontana mur	31	T=200 anni	m.u.mv_ante	39.41	77.98	81.21	81.21	82.68	0.009268	5.37	7.34	14.13	1.00
vall. fontana mur	27	T=200 anni	m.u.mv_post	39.41	77.67	80.81	79.97	81.01	0.001870	2.00	20.93	12.41	0.43
vall. fontana mur	27	T=200 anni	m.u.mv_ante	39.41	77.67	80.81	79.97	81.00	0.001874	2.01	20.91	12.41	0.43
vall. fontana mur	22	T=200 anni	m.u.mv_post	39.41	76.98	80.84	79.29	80.91	0.000577	1.38	35.88	27.33	0.25
vall. fontana mur	22	T=200 anni	m.u.mv_ante	39.41	76.98	80.83	79.29	80.91	0.000578	1.38	35.87	27.33	0.25
vall. fontana mur	20	T=200 anni	m.u.mv_post	39.41	76.65	80.84	79.03	80.90	0.000378	1.16	41.49	25.09	0.21
vall. fontana mur	20	T=200 anni	m.u.mv_ante	39.41	76.65	80.84	79.03	80.90	0.000378	1.16	41.48	25.09	0.21
vall. fontana mur	16	T=200 anni	m.u.mv_post	39.41	76.68	80.87	78.29	80.88	0.000052	0.52	86.08	30.93	0.08
vall. fontana mur	16	T=200 anni	m.u.mv_ante	39.41	76.68	80.87	78.29	80.88	0.000052	0.52	86.08	30.93	0.08
vall. fontana mur	12	T=200 anni	m.u.mv_post	39.41	76.65	80.85	78.55	80.87	0.000114	0.71	71.26	41.98	0.12
vall. fontana mur	12	T=200 anni	m.u.mv_ante	39.41	76.65	80.85	78.55	80.87	0.000114	0.71	71.26	41.98	0.12
vall. fontana mur	7	T=200 anni	m.u.mv_post	39.41	76.19	80.85	78.18	80.87	0.000081	0.65	81.11	43.68	0.10
vall. fontana mur	7	T=200 anni	m.u.mv_ante	39.41	76.19	80.85	78.18	80.87	0.000081	0.65	81.11	43.68	0.10
vall. fontana mur	3	T=200 anni	m.u.mv_post	39.41	75.94	80.86	77.10	80.86	0.000012	0.28	170.25	59.62	0.04
vall. fontana mur	3	T=200 anni	m.u.mv_ante	39.41	75.94	80.86	77.10	80.86	0.000012	0.28	170.25	59.62	0.04
vall. fontana mur	2	T=200 anni	m.u.mv_post	39.41	75.85	80.86	76.86	80.86	0.000007	0.22	202.00	59.77	0.03
vall. fontana mur	2	T=200 anni	m.u.mv_ante	39.41	75.85	80.86	76.86	80.86	0.000007	0.22	202.00	59.77	0.03

Figura 46 – Confronto dei risultati ottenuti per i due scenari di funzionamento, ante e post operam, nelle sezioni prossime all'attraversamento ferroviario (sez.26.5) e al tombino posto a valle di esso (sez.26.1) – Vallone Fontana Murata.

4.5.5 Simulazione manufatto 5 – Vallone Sferro

Il tratto d'asta fluviale studiato si estende per una lunghezza pari a 1990 m ed attraversa una zona prettamente collinare sino a confluire nel Fiume Dittaino.



Figura 47 – Visione aerea dell'ubicazione geografica dell'area oggetto di studio – Vallone Sferro.

I territori attraversati sono quelli del Comune di Paternò e la morfologia dei luoghi è prettamente collinare.

Le sezioni considerate, per riprodurre la geometria dell'alveo naturale, sono 43, poste a distanza variabile tra gli 80 m ed i 10 m l'una dall'altra; interpolate con l'ausilio del software ogni 5 m.

Negli elaborati grafici della planimetria idrauliche è riportata la traccia planimetrica delle sezioni di calcolo (RSJ101R11P6ID0002001).

Le infrastrutture di attraversamento presenti lungo il tratto d'asta in analisi, ubicate a monte del ponte ferroviario, sono (Figura 48):

1. ponte dell'autostrada A19;
2. ponte della statale SS192

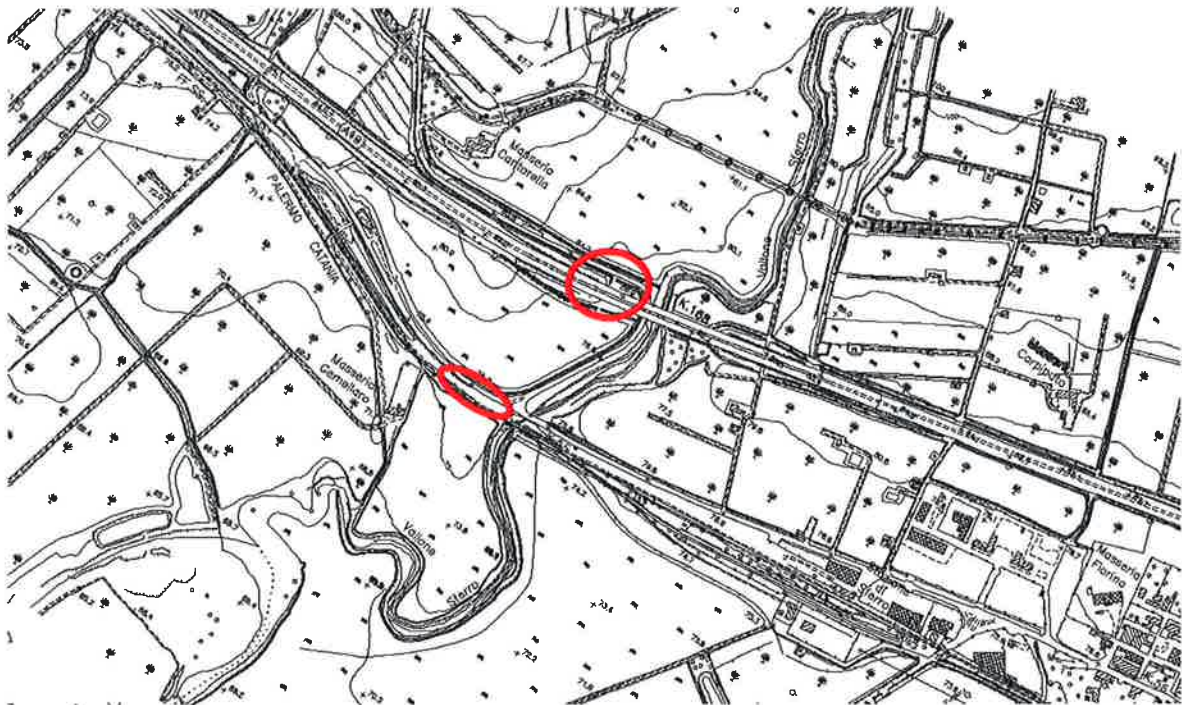


Figura 48 – Individuazione planimetrica dei due attraversamenti stradali– Vallone Sferro.



Figura 49 – Foto ponte autostradale A19 – Vallone Sferro.

Il ponte autostradale della A19 ha una quota intradosso molto maggiore sia del piano strada della statale sia del piano ferro; mentre il piano stradale della SS192 è poco più alto della ferrovia.



Figura 50 – Foto ponte stradale SS192 – Vallone Sferro.

Sulla base di queste considerazioni nella verifica idraulica è stato riprodotto solo il ponte della strada statale. Il viadotto autostradale non è stato considerato, poiché essendo le spalle al di fuori dell'argine ed avendo una quota intradosso maggiore del piano ferro si possono escludere fenomeni di interferenza con il normale deflusso delle acque.

Le condizioni al contorno utilizzate per la simulazione idraulica sono:

- a monte, si è ipotizzato che si instaurino condizioni idrometriche corrispondenti ad un regime di moto uniforme;
- a valle, essendo il torrente Sferro un tributario del Fiume Dittaino, si impone come condizione al contorno il valore del livello idrico del fiume stesso nella sezione corrispondente alla confluenza. Tale valore è stato reperito nell'Appendice idraulica del "Piano per l'Assetto Idrogeologico del bacino idrografico del Fiume Simeto" in riferimento alla sezione DI-76 .

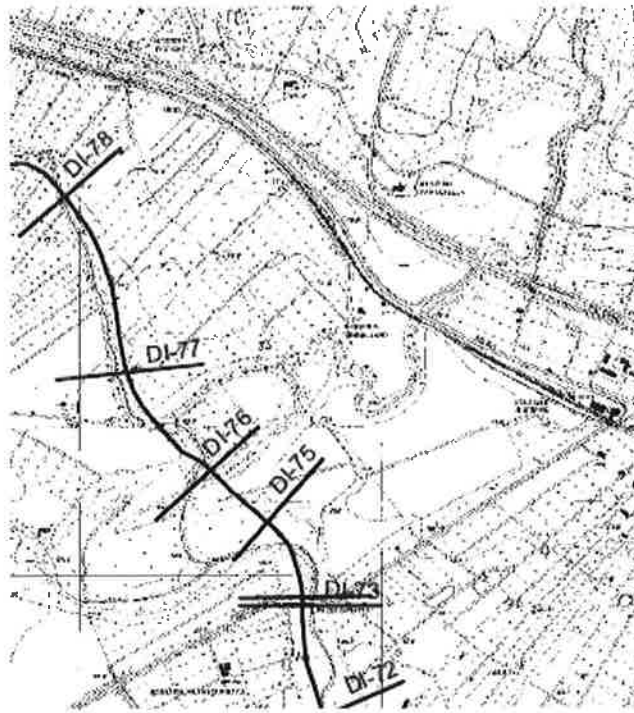


Figura 51 – Schema planimetrico con l’ubicazione delle sezioni di calcolo per le verifiche idrauliche nel tratto del Risultati Fiume Dittaino.

In conclusione le condizioni al contorno adottate nel modello sono di seguito riassunte:

- a monte:

Tempo di ritorno	Portata m ³ /s	Condizione al contorno
100 anni	75.25	Moto uniforme
200 anni	84.39	Moto uniforme
300 anni	89.73	Moto uniforme

- a valle:

Tempo di ritorno	Portata m ³ /s	Condizione al contorno
100 anni	75.25	Livello idrico 66.99 m.s.l.m
200 anni	84.39	Livello idrico 68.26 m.s.l.m
300 anni	89.73	Livello idrico 69.54 m.s.l.m

Nome sez. (dist. dalla foce in m)	Quota fondo alveo (m)	Coeff. di Manning (m ^{-1/3} s)	Tempo di ritorno (anni)	Portata (m ³ /s)	Quota pelo libero (m s.l.m.)	Tirante idrico (m)	Pendenza Lr.t. (m/m)	Velocità media alveo (m/s)	Sezione idrica (m ²)
DI-84	71.00	0.034	50	1570.00	77.88	6.88	0.002828	4.59	391.68
			100	2137.00	78.66	7.66	0.002850	5.05	495.68
			300	3351.00	80.05	9.05	0.002874	5.83	688.45
DI-83	69.10	0.034	50	1570.00	75.79	6.69	0.003315	4.85	366.68
			100	2137.00	76.56	7.46	0.003290	5.31	469.81
			300	3351.00	77.95	8.85	0.003262	6.10	658.51
DI-82	68.00	0.034	50	1570.00	74.76	6.76	0.003118	4.75	376.25
			100	2137.00	75.57	7.57	0.003039	5.17	483.97
			300	3351.00	76.96	8.96	0.003040	5.95	675.10
DI-81	66.90	0.034	50	1570.00	74.09	7.19	0.002200	4.21	432.82
			100	2137.00	74.90	8.00	0.002235	4.64	541.66
			300	3351.00	76.25	9.35	0.002418	5.49	730.96
DI-80	65.60	0.034	50	1570.00	72.08	6.48	0.003948	5.15	339.89
			100	2137.00	72.83	7.23	0.003954	5.67	437.97
			300	3351.00	74.17	8.57	0.003777	6.39	618.69
DI-79	63.80	0.034	50	1570.00	70.39	6.59	0.003586	4.98	354.55
			100	2137.00	71.16	7.36	0.003552	5.46	456.41
			300	3351.00	72.50	8.70	0.003578	6.30	637.33
DI-78	62.70	0.034	50	1570.00	69.57	6.87	0.002835	4.59	391.30
			100	2137.00	70.33	7.63	0.002900	5.09	492.51
			300	3351.00	71.57	8.87	0.003217	6.07	661.79
DI-77	60.70	0.034	50	1570.00	67.21	6.51	0.003865	5.11	343.14
			100	2137.00	68.00	7.30	0.003741	5.56	447.44
			300	3351.00	70.02	9.32	0.002458	5.52	726.83
DI-76	59.00	0.034	50	1610.00	65.88	6.88	0.002955	4.70	392.74
			100	2192.00	66.99	7.99	0.002370	4.78	540.11
			300	3436.00	69.54	10.54	0.001354	4.52	904.65
DI-75	58.00	0.034	50	1610.00	65.52	7.52	0.001792	3.95	477.10
			100	2192.00	66.67	8.67	0.001559	4.15	633.20
			300	3436.00	69.39	11.39	0.000921	3.96	1027.47
DI-74	57.38	0.034	50	1610.00	65.11	7.73	0.001536	3.74	505.28
			100	2192.00	66.34	8.96	0.001302	3.89	674.92
			300	3436.00	69.21	11.83	0.000767	3.72	1091.02
DI-73	57.36	0.034	50	1610.00	64.26	6.90	0.002915	4.67	394.90
			100	2192.00	65.03	7.67	0.002974	5.17	497.18
			300	3436.00	66.40	9.04	0.003036	5.99	687.33
DI-72	56.20	0.034	50	1610.00	62.86	6.66	0.003582	5.02	362.48
			100	2192.00	63.66	7.46	0.003465	5.45	469.64
			300	3436.00	65.10	8.90	0.003314	6.18	666.52
DI-71	55.20	0.034	50	1610.00	62.35	7.15	0.002372	4.35	428.64
			100	2192.00	63.16	7.96	0.002411	4.80	536.82
			300	3436.00	64.62	9.42	0.002442	5.55	741.20
DI-70	54.50	0.034	50	1610.00	61.39	6.89	0.002950	4.69	392.98
			100	2192.00	62.21	7.71	0.002890	5.12	502.49
			300	3436.00	63.69	9.19	0.002779	5.81	708.80

Figura 52 – Risultati delle verifiche idrauliche riportate nell'allegato B del "Piano Stralcio di Bacino per l'assetto Idrologico (P.A.I.)" della regione siciliana per il fiume Dittaino.



Figura 53 – Foto del sopraluogo - Vallone Sferro.

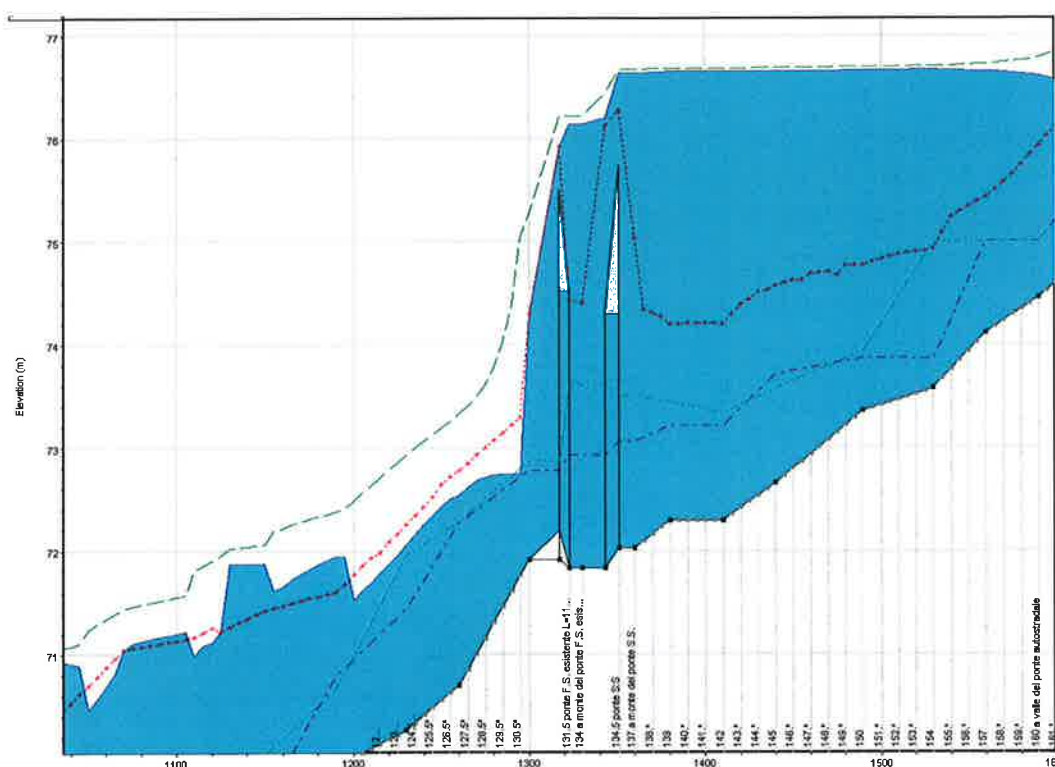


Figura 54 – Dettaglio degli attraversamenti sul profilo idrometrico nella situazione ante operam - Vallone Sferro.

Il profilo idrometrico della situazione ante operam, per la portata associata ad un tempo di ritorno di 300 anni, evidenzia una insufficienza della sezione idraulica in corrispondenza del ponte ferroviario; come mostrato in figura per un evento con $Tr=300$ anni i livelli idrici sono superiori alla quota di intradosso (Figura 54).

La simulazione idraulica della situazione ante operam rispecchia quanto riportato nella relazione del “Piano Stralcio di Bacino per l’Assetto idrogeologico (P.A.I.)” redatta per il Fiume Simeto: “*Il Vallone Sferro alla confluenza con il fiume Dittaino, località stazione di Sferro, in occasione di eventi meteorici particolarmente intensi e prolungati è soggetto esondazione mettendo a rischio la viabilità principale (SS 192), la linea ferroviaria CT-PA le aree agricole e residenziali. L’area è indicata nella carta della pericolosità idraulica come sito di attenzione*”.

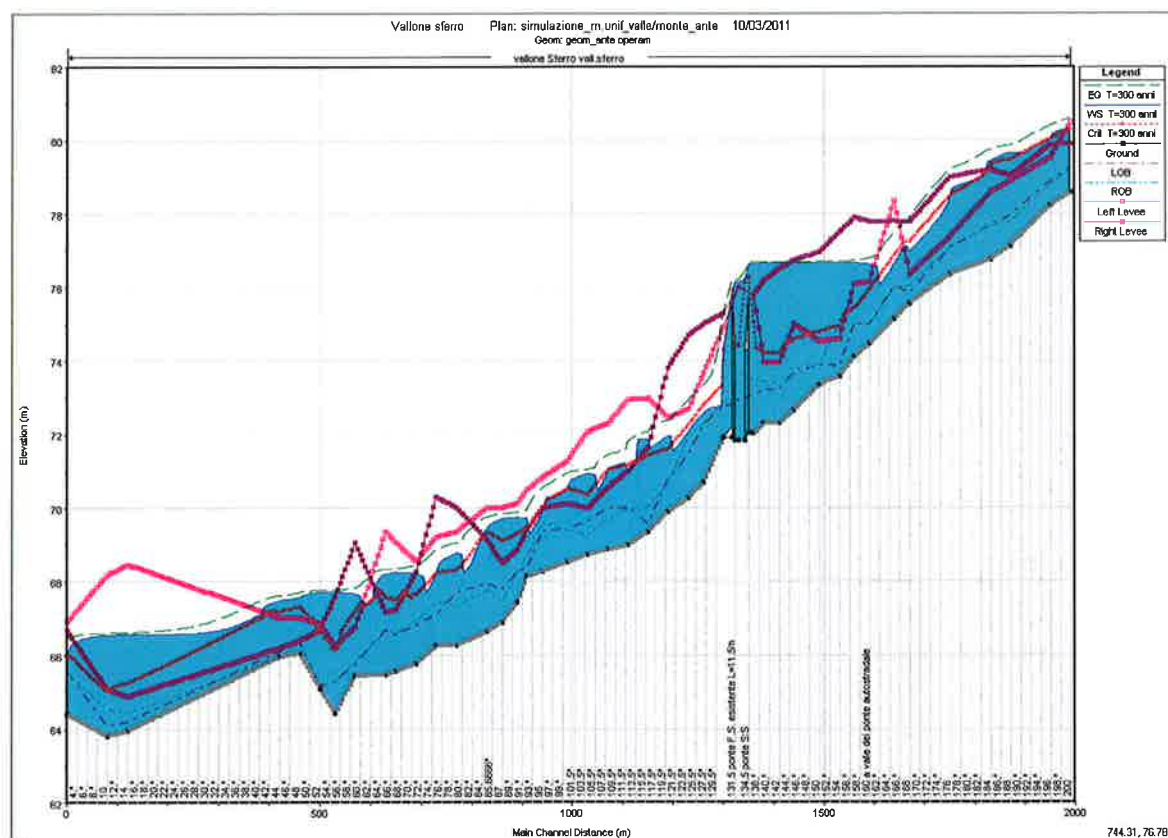


Figura 55 – Profilo idrometrico ante operam - Vallone Sferro.

Dal profilo idrometrico si evidenziano, soprattutto verso la confluenza con il Fiume Dittaino, fenomeni di esondazione in sinistra idraulica.

La necessità di garantire la continuità della livelletta del piano ferro impone un preciso vincolo alla quota estradosso del ponte di progetto.

Data la vulnerabilità della configurazione attuale, per il Vallone Sferro, è stato previsto un intervento di riprofilatura, con inserendo a monte dell’attraversamento ferroviario una briglia.

La briglia, posizionata fra l’attraversamento ferroviario e quello della strada statale SS192, avrà altezza 2.1m mentre l’intervento di riprofilatura riguarderà un tratto di circa 183m. L’opera proposta presenta impalcato rettilineo ad una sola campata, la sezione di attraversamento risulta superiore a quella esistente; il nuovo attraversamento sarà a travi incorporate ed avrà una luce utile al deflusso pari a 20m.

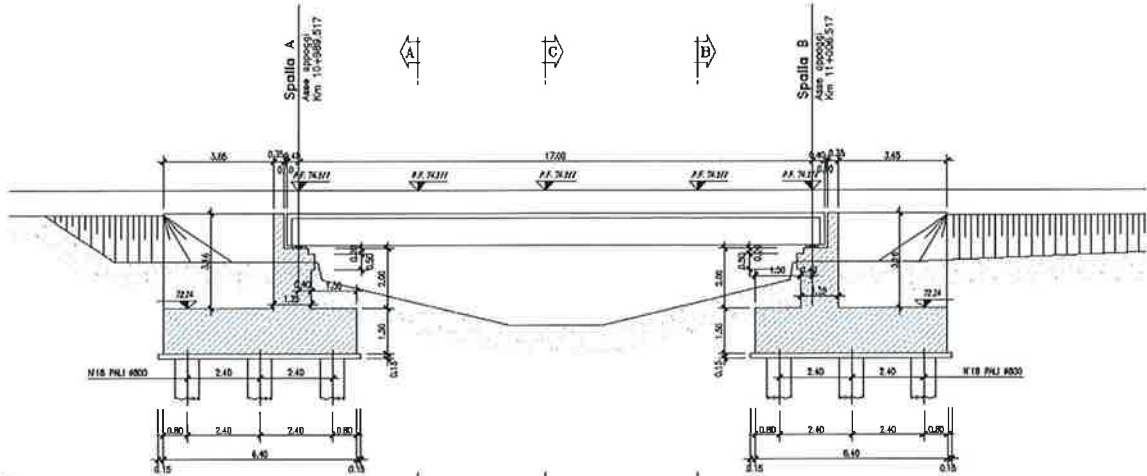


Figura 56 – Ponte ferroviario di progetto - Vallone Sferro.

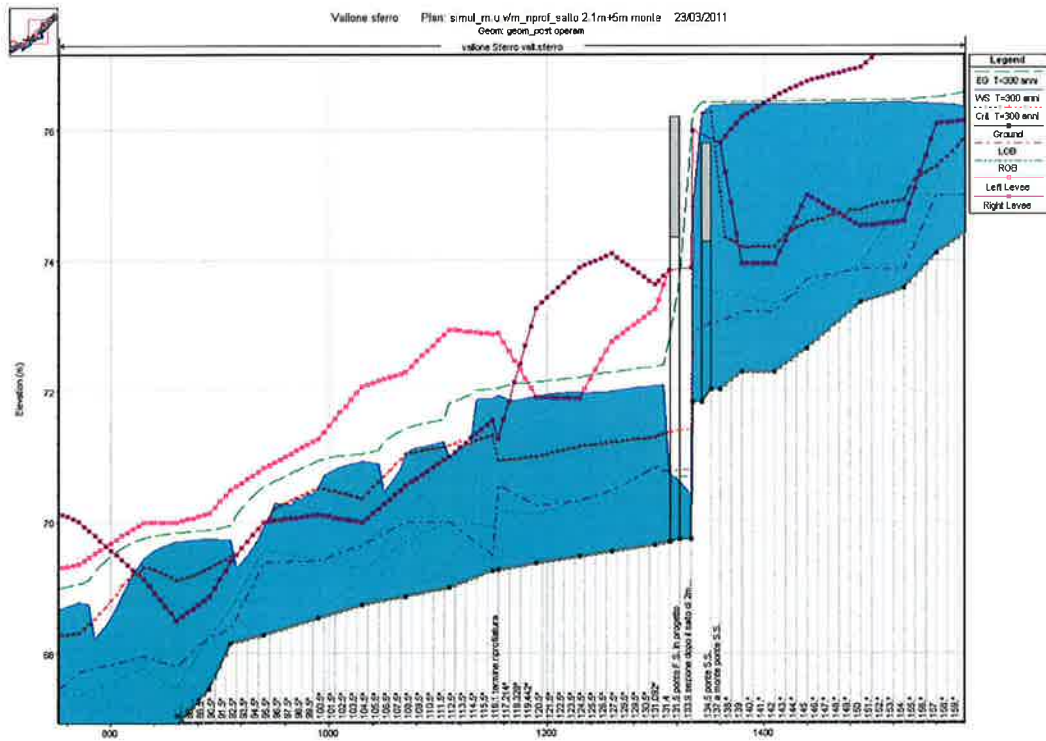


Figura 57 – Dettaglio del profilo idrometrico post operam - Vallone Sferro.



**NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO-CATANIA
RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA**

**RELAZIONE IDRAULICA ATTRAVERSAMENTI
MAGGIORI**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RSJ1	01	R 11 RI	ID 00 02 001	C	76 di 127

Analizzando i risultati della simulazione, in riferimento al profilo idrometrico riportato in Figura 57, risulta evidente la necessità di adeguamento del ponte stradale della SS192.

Essendo le dimensioni del bacino idrografico sotteso pari a 21.788 km², in riferimento alle prescrizioni ferroviarie, deve essere verificata per una portata associata a un tempo di ritorno pari a 300 anni.

Il ponte ferroviario di progetto risulta adeguato, dal punto di vista idraulico, alle prescrizioni del manuale di progettazione come emerge dalla tabella riassuntiva sottostante.

<i>Tempo di Ritorno (anni)</i>	<i>Portata (m³/s)</i>	<i>Livello idrico (m.s.l.m)</i>	<i>Livello energetico (m.s.l.m)</i>	<i>Quota intradosso (m.s.l.m)</i>	<i>Franco sul livello idrico (m)</i>	<i>Franco sul livello energetico (m)</i>
300	89.73	70.72	73.68	74.36	3.64	0.68

4.5.6 Simulazione numerica del manufatto 6 – Vallone Tirabue

L'area di studio è stata individuata per una lunghezza dell'asta fluviale pari a 1190m. La geometria dell'alveo è stata riprodotta considerando 32 sezioni, significative in funzione della loro posizione sul territorio, poste a distanza variabile ed interpolate con l'ausilio del software ogni 5 m.



Figura 58 – Visione aerea dell'ubicazione geografica dell'area oggetto di studio – Vallone Tirabue

Il tratto fluviale sottoposto a verifica idraulica attraversa territori del tutto collinari (Figura 58).

Le opere di attraversamento presenti nel tratto d'asta in analisi sono:

- il ponte stradale della statale SS192 ;
- il viadotto dell'autostrada.

Nella modellazione geometrica viene riprodotto unicamente il ponte della statale SS192; il viadotto dell'autostrada, viene escluso in quanto:

- planimetricamente distante dall'interferenza ferroviaria;
- le spalle sono posizionate oltre l'argine;
- il piano strada risulta molto maggiore del piano ferro.

Pertanto non si ipotizzano variazioni sensibili alle caratteristiche del moto della corrente di piena.



Figura 59 – Individuazione planimetrica dei due attraversamenti stradali– Vallone Tirabue

Le condizioni al contorno imposte sono:

- a monte: si è ipotizzato condizioni idrometriche corrispondenti ad un regime di moto uniforme.
- a valle: essendo il Vallone Tirabue un tributario del Dittaino, a sua volta affluente del Fiume Simeto, come condizione al contorno è stato imposto il livello idrico del fiume stesso nella sezione di confluenza; tale informazione è stata desunta dall'Appendice B ("Schede identificative degli attraversamenti") del "Piano Stralcio di Bacino per l'assetto Idrologico (P.A.I.)" della regione siciliana. Il Vallone Tirabue confluisce nel Fiume Dittaino in corrispondenza della sezione DI-64 (Figura 60).

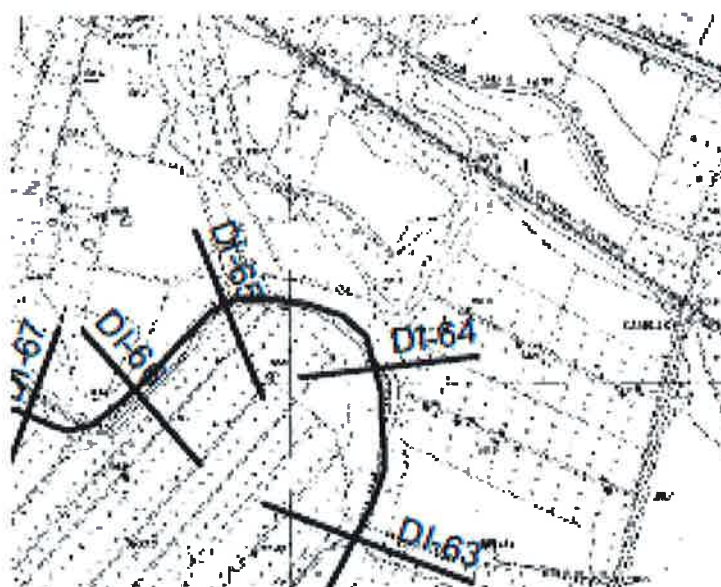


Figura 60 – Schema planimetrico con l'ubicazione delle sezioni di calcolo per le verifiche idrauliche del Fiume Dittaino.

Nome sez. (dist dalla foce in m)	Quota fondo alveo	Coeff. di Manning	Tempo di ritorno	Portata	Quota pelo libero	Tirante idrico	Pendenza l.c.t.	Velocità media alveo	Sezione idrica
	(m)	(m ^{-1/3} s)	(anni)	(m ³ /s)	(m s.l.m.)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)
DI-69	52.70	0.034	50	1610.00	59.90	7.20	0.002284	4.29	435.06
			100	2192.00	60.77	8.07	0.002242	4.68	551.04
			300	3436.00	62.35	9.65	0.002141	5.30	775.34
DI-68	51.80	0.034	50	1610.00	59.16	7.36	0.002026	4.12	455.58
			100	2192.00	60.04	8.24	0.002003	4.50	573.66
			300	3436.00	61.67	9.87	0.001905	5.09	806.70
DI-67	50.80	0.034	50	1610.00	58.53	7.73	0.001532	3.74	505.68
			100	2192.00	59.40	8.60	0.001590	4.16	622.28
			300	3436.00	61.06	10.26	0.001559	4.75	862.98
DI-66	50.60	0.034	50	1610.00	57.74	7.14	0.002395	4.37	427.08
			100	2192.00	58.68	8.08	0.002231	4.68	552.01
			300	3436.00	60.40	9.80	0.001975	5.15	796.78
DI-65	49.80	0.034	50	1610.00	57.27	7.47	0.001853	3.99	471.15
			100	2192.00	58.25	8.45	0.001748	4.30	601.92
			300	3436.00	60.03	10.23	0.001580	4.77	859.10
DI-64	48.80	0.034	50	1610.00	56.82	8.02	0.001250	3.48	544.48
			100	2192.00	57.78	8.98	0.001283	3.87	678.33
			300	3436.00	59.63	10.83	0.001185	4.32	945.62
DI-63	48.30	0.034	50	1610.00	56.36	8.06	0.001213	3.44	550.38
			100	2192.00	57.51	9.01	0.001263	3.85	682.03
			300	3436.00	59.20	10.90	0.001144	4.27	956.50
DI-62	47.80	0.034	50	1610.00	55.63	7.83	0.001430	3.65	518.59
			100	2192.00	56.51	8.71	0.001523	4.11	638.47
			300	3436.00	58.58	10.78	0.001212	4.35	938.48
DI-61	47.57	0.034	50	1610.00	54.80	7.23	0.002236	4.26	438.61
			100	2192.00	55.73	8.16	0.002111	4.59	563.03
			300	3436.00	58.09	10.52	0.001368	4.54	901.54
DI-60	47.32	0.034	50	1610.00	54.71	7.39	0.001972	4.08	460.24
			100	2192.00	55.64	8.32	0.001891	4.41	585.52
			300	3436.00	58.04	10.72	0.001243	4.39	930.68
DI-59	47.14	0.034	50	1610.00	54.50	7.36	0.002014	4.11	456.55
			100	2192.00	55.46	8.32	0.001901	4.42	584.34
			300	3436.00	57.94	10.80	0.001201	4.34	941.43
DI-58	47.00	0.034	50	1610.00	53.92	6.92	0.002877	4.65	397.02
			100	2192.00	55.04	8.04	0.002281	4.71	547.62
			300	3436.00	57.77	10.77	0.001215	4.35	937.78
DI-57	46.80	0.034	50	1610.00	52.37	5.57	0.003867	4.85	343.53
			100	2192.00	53.74	6.94	0.002804	4.96	465.87
			300	3436.00	56.85	10.05	0.001487	4.82	762.26
DI-56	46.61	0.034	50	1610.00	52.11	5.50	0.004093	4.93	337.38
			100	2192.00	52.79	6.18	0.004537	5.73	397.42
			300	3436.00	53.87	7.26	0.005685	7.31	495.96
DI-55	44.42	0.034	50	1610.00	50.74	6.32	0.002647	4.14	411.57
			100	2192.00	51.54	7.12	0.002625	4.58	527.10
			300	3436.00	52.96	8.54	0.002546	5.26	738.40

Figura 61 – Risultati delle verifiche idrauliche riportate nell'allegato B del "Piano Stralcio di Bacino per l'assetto Idrologico (P.A.I.)" della regione siciliana per il fiume Dittaino.

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO-CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA					
	RELAZIONE IDRAULICA ATTRAVERSAMENTI MAGGIORI	COMMESSA RSJ1	LOTTO 01	CODIFICA R 11 RI	DOCUMENTO ID 00 02 001	REV. C

In accordo con quanto detto di seguito sono riassunte le condizioni al contorno adottate nel modello:

- a monte:

Tempo di ritorno	Portata m ³ /s	Condizione al contorno
100 anni	42.19	Moto uniforme
200 anni	47.3	Moto uniforme
300 anni	50.29	Moto uniforme

- a valle:

Tempo di ritorno	Portata m ³ /s	Condizione al contorno
100 anni	42.19	Livello idrico 56.82 m s.l.m
200 anni	47.3	Livello idrico 57.78 m s.l.m
300 anni	50.29	Livello idrico 59.63 m s.l.m



Figura 62 – Foto sopralluogo – Vallone Tirabue.

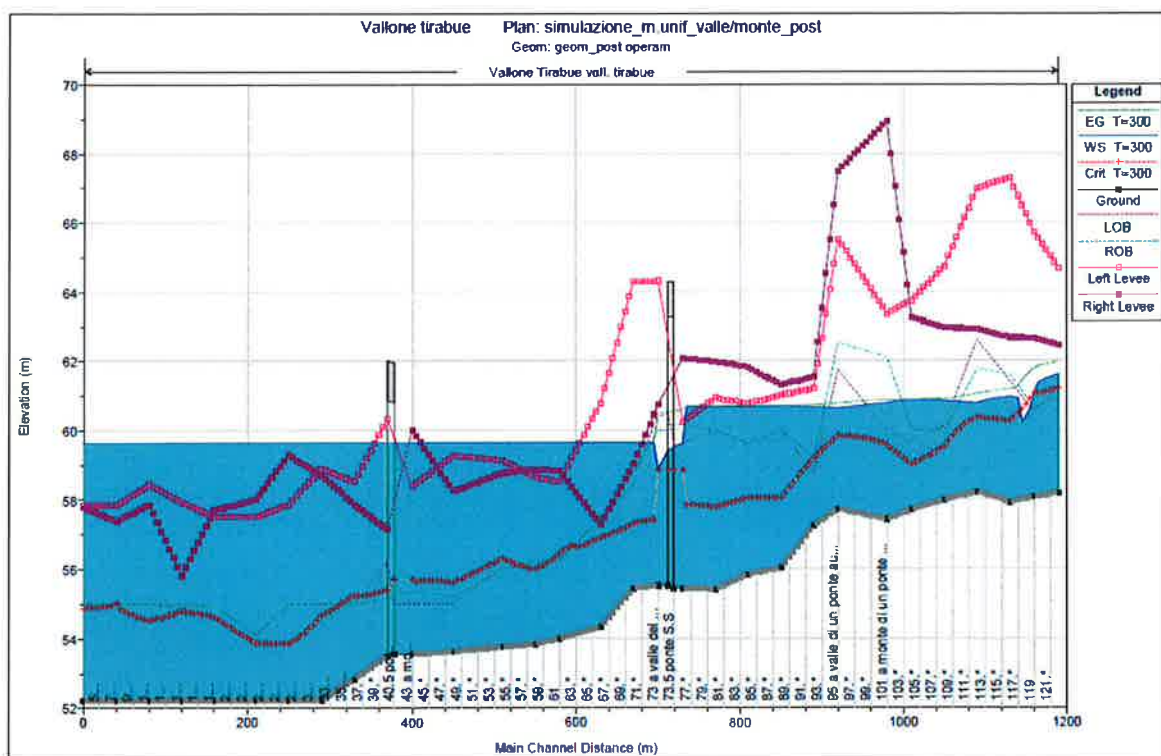


Figura 63 – Profilo idrometrico post operam – Vallone Tirabue.

Il ponte di progetto prevede un aumento sia della quota intradosso che dell'ampiezza dell'impalcato; il nuovo manufatto presenta una struttura a travi incorporate ed una larghezza di 20m (Figura 65).



Figura 64 – Foto ponte ferroviario esistente – Vallone Tirabue.

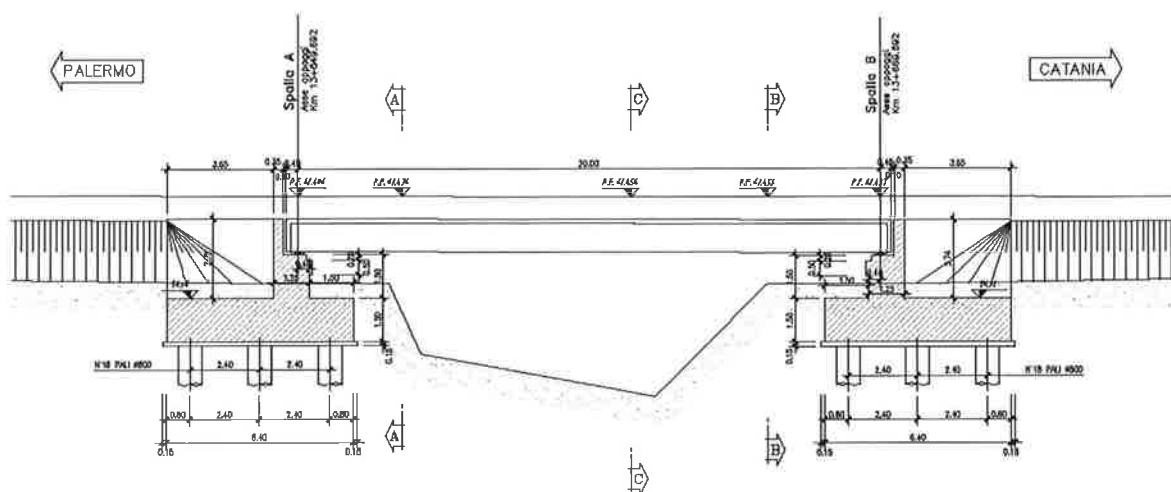


Figura 65 – Foto ponte ferroviario di progetto – Vallone Tirabue.

L'area del bacino sotteso all'intersezione fra il tracciato ferroviario ed il Vallone Tirabue ha una superficie di 10791 km²; essendo tale valore superiore ai 10 km², le prescrizioni tecniche per la progettazione ferroviaria impongono la verifica del manufatto con una portata corrispondente ad un tempo di ritorno (Tr) di 300 anni.

<i>Tempo di Ritorno (anni)</i>	<i>Portata (m³/s)</i>	<i>Livello idrico (m.s.l.m)</i>	<i>Livello energetico (m.s.l.m)</i>	<i>Quota intradosso (m.s.l.m)</i>	<i>Franco sul livello idrico (m)</i>	<i>Franco sul livello energetico (m)</i>
300	50.29	59.63	59.64	60.8	1.17	1.16

Come si evince dalla tabella sopra riportata, la quota d'intradosso dell'opera in progetto rispetta il franco idraulico raccomandato dalle prescrizioni ferroviarie.

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO-CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA					
RELAZIONE IDRAULICA ATTRAVERSAMENTI MAGGIORI	COMMESSA RSJ1	LOTTO 01	CODIFICA R 11 RI	DOCUMENTO ID 00 02 001	REV. C	FOGLIO 84 di 127

4.5.7 Simulazione numerica del manufatto 7 – Torrente Finaita



Figura 66 – Visione aerea dell’ubicazione geografica dell’area oggetto di studio – Torrente Finaita.

Il corso d’acqua attraversa zone agricole sino a confluire in sinistra idraulica nel Simeto in corrispondenza di un tratto nel quale le ampie aree golenali appaiono parzialmente occupate da vegetazione sparsa e irregolare. Nel tratto della confluenza i versanti del bacino presentano una pendenza media variabile dal 16 al 21% e sono interessati da boschi di querce e faggi alternate a pascoli.

Nella simulazione idraulica l’unica infrastruttura di attraversamento considerata è quella del ponte ferroviario; nonostante lungo il tratto d’asta in analisi siano presenti altre opere di attraversamento, il ponte dell’autostrada A19 e quello della statale SS192, esse risultano ubicate molto distanti dal punto di intersezione del tracciato ferroviario con il corso d’acqua oggetto di studio.

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO-CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA					
	RELAZIONE IDRAULICA ATTRAVERSAMENTI MAGGIORI	COMMESSA RSJ1	LOTTO 01	CODIFICA R 11 RI	DOCUMENTO ID 00 02 001	REV. C

Le caratteristiche geometriche del modello sono così riassumibili:

- ⇒ lunghezza totale tratto di studio: 1970 m;
- ⇒ numero di sezioni trasversali estratte: 46;
- ⇒ distanza tra le sezioni estratte: minimo di 20 m e massimo di 80 m, successivamente interpolate ogni 5 m.

Negli elaborati grafici della “planimetria idraulica attraversamenti maggiori” è riportata la traccia planimetrica delle sezioni idrauliche considerate nella simulazione (RSJ101R11P6ID0002002).



Figura 67 – Foto del sopraluogo – Torrente Finaita.

Le condizioni al contorno imposte per la simulazione idraulica sono:

- a monte: condizioni di moto uniforme;
- a valle: è stato considerato il livello idrico nella sezione di confluenza del Torrente Finaita con il Fiume Simeto. I livelli idrici, corrispondenti alla sezione di confluenza, per diversi tempi di ritorno, sono stati

desunti dalle indicazioni del P.A.I. sulla base dello studio idrogeologico svolto sul Fiume Simeto. Tale confluenza è posta fra le sezioni SI-14 ed SI-15 come si evidenzia in Figura 68.

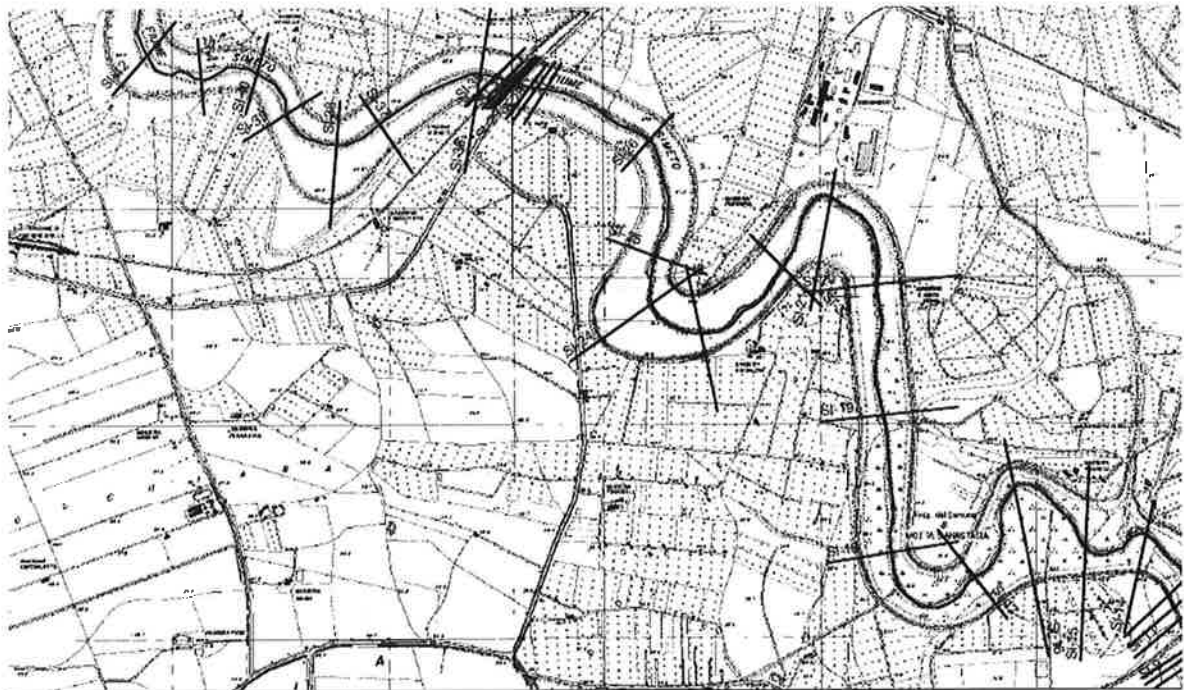


Figura 68 – Schema planimetrico con l'ubicazione delle sezioni di calcolo per le verifiche idrauliche del Fiume Simeto.

Nome sez. (dist. dalla face in m)	Quota fondo alveo	Coeff. di Manning	Tempo di ritorno	Portata	Quota pelo libero	Tirante idrico	Pendenza l.c.t.	Velocità media alveo	Sezione idrica
	(m)	(m ^{-1/3} s)	(anni)	(m ³ /s)	(m s.l.m.)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)
SI-26	16.47	0.033- 0.06	50	3993	25.74	9.27	0.001206	3.63	1163.9
			100	4881	26.60	10.13	0.001178	3.90	1337.2
			300	6710	28.19	11.72	0.001131	4.35	1665.6
SI-25	15.28	0.033- 0.06	50	3993	25.17	9.89	0.001046	3.38	1247.8
			100	4881	26.05	10.77	0.001006	3.61	1439.3
			300	6710	27.70	12.42	0.000951	4.02	1797.9
SI-24	14.80	0.033- 0.06	50	3993	25.37	10.57	0.000237	1.64	2520.8
			100	4881	26.30	11.50	0.000227	1.76	2895.1
			300	6710	28.04	13.24	0.000214	1.96	3590.7
SI-23	14.50	0.033- 0.06	50	3993	25.04	10.54	0.000579	2.65	1605.5
			100	4881	25.93	11.43	0.000572	2.85	1833.0
			300	6710	27.59	13.09	0.000563	3.21	2254.6
SI-22	13.18	0.033- 0.06	50	3993	24.14	10.96	0.001366	3.93	1089.9
			100	4881	24.96	11.78	0.001367	4.25	1243.7
			300	6710	26.48	13.30	0.001374	4.81	1526.3
SI-21	11.18	0.033- 0.06	50	3993	23.99	12.81	0.000589	3.04	1435.2
			100	4881	24.81	13.63	0.000643	3.37	1588.0
			300	6710	26.31	15.13	0.000730	3.97	1869.2
SI-20	12.04	0.033- 0.06	50	3993	23.66	11.62	0.000753	3.03	1442.5
			100	4881	24.47	12.43	0.000767	3.29	1637.8
			300	6710	25.99	13.95	0.000785	3.74	2001.1
SI-19	11.98	0.033- 0.06	50	3993	22.94	10.96	0.001158	3.43	1244.4
			100	4881	23.76	11.78	0.001126	3.68	1435.3
			300	6710	25.28	13.30	0.001075	4.09	1794.2
SI-18	10.67	0.033- 0.06	50	3993	22.12	11.45	0.001171	3.63	1196.7
			100	4881	22.92	12.25	0.001180	3.93	1366.0
			300	6710	24.40	13.73	0.001185	4.45	1682.6
SI-17	9.89	0.033- 0.06	50	3993	21.66	11.77	0.000837	3.07	1408.8
			100	4881	22.47	12.58	0.000839	3.32	1604.7
			300	6710	24.00	14.11	0.000836	3.75	1972.1
SI-16	10.00	0.033- 0.06	50	3993	21.76	11.76	0.000176	1.34	3086.9
			100	4881	22.62	12.62	0.000168	1.43	3549.8
			300	6710	24.24	14.24	0.000157	1.59	4417.3
SI-15	8.98	0.033- 0.06	50	3993	21.48	12.50	0.000413	2.18	1981.2
			100	4881	22.32	13.34	0.000411	2.35	2259.6
			300	6710	23.89	14.91	0.000406	2.65	2780.5
SI-14	8.68	0.033- 0.06	50	4121	20.78	12.10	0.001475	3.66	1230.3
			100	5037	21.58	12.90	0.001399	3.89	1424.7
			300	6925	23.06	14.38	0.001297	4.30	1788.2
SI-13	8.28	0.033- 0.06	50	4121	19.89	11.61	0.001746	4.14	1076.1
			100	5037	20.67	12.39	0.001697	4.43	1246.6
			300	6925	22.13	13.85	0.001625	4.94	1565.5
SI-12	8.23	0.033- 0.06	50	4121	19.86	11.63	0.001555	3.90	1146.7
			100	5037	20.67	12.44	0.001497	4.16	1329.3
			300	6925	22.15	13.92	0.001417	4.61	1670.2

Figura 69 – Risultati delle verifiche idrauliche riportate nell’allegato B del “Piano Stralcio di Bacino per l’assetto Idrologico (P.A.I.)” della regione siciliana per il fiume Dittaino.

Di seguito sono riassunte le condizioni al contorno adottate nel modello:

- a monte:

Tempo di ritorno	Portata m ³ /s	Condizione al contorno
100 anni	83.04	Moto uniforme
200 anni	93.12	Moto uniforme
300 anni	99.02	Moto uniforme

- a valle:

Tempo di ritorno	Portata m ³ /s	Condizione al contorno
100 anni	83.04	Livello idrico 12.9 m.s.l.m
200 anni	93.12	Livello idrico 13.64 m.s.l.m
300 anni	99.02	Livello idrico 14.38 m.s.l.m

Il bacino afferente alla sezione di chiusura ha una superficie di 22.250 km², essendo tale valore superiore ai 10 km², le prescrizioni tecniche per la progettazione ferroviaria impongono la verifica del manufatto con una portata corrispondente ad un tempo di ritorno (Tr) di 300 anni ovvero 99.02 m³/s.

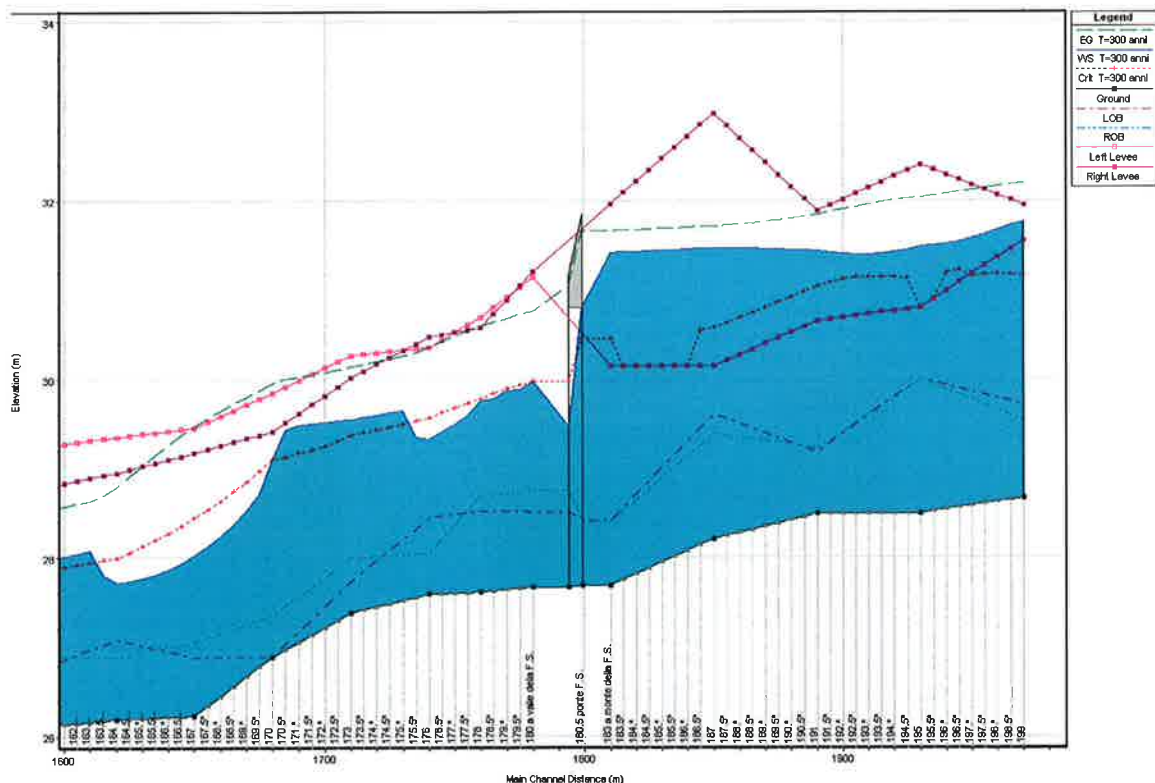


Figura 70 – Dettaglio del profilo idrometrico ante operam – Torrente Finaita.

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO-CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA					
RELAZIONE IDRAULICA ATTRAVERSAMENTI MAGGIORI	COMMESSA RSJ1	LOTTO 01	CODIFICA R 11 RI	DOCUMENTO ID 00 02 001	REV. C	FOGLIO 89 di 127

Nella configurazione attuale, con la portata trecentennale, il ponte ferroviario risulta inadeguato e non conforme alle prescrizioni del manuale di progettazione ferroviaria (Figura 70).

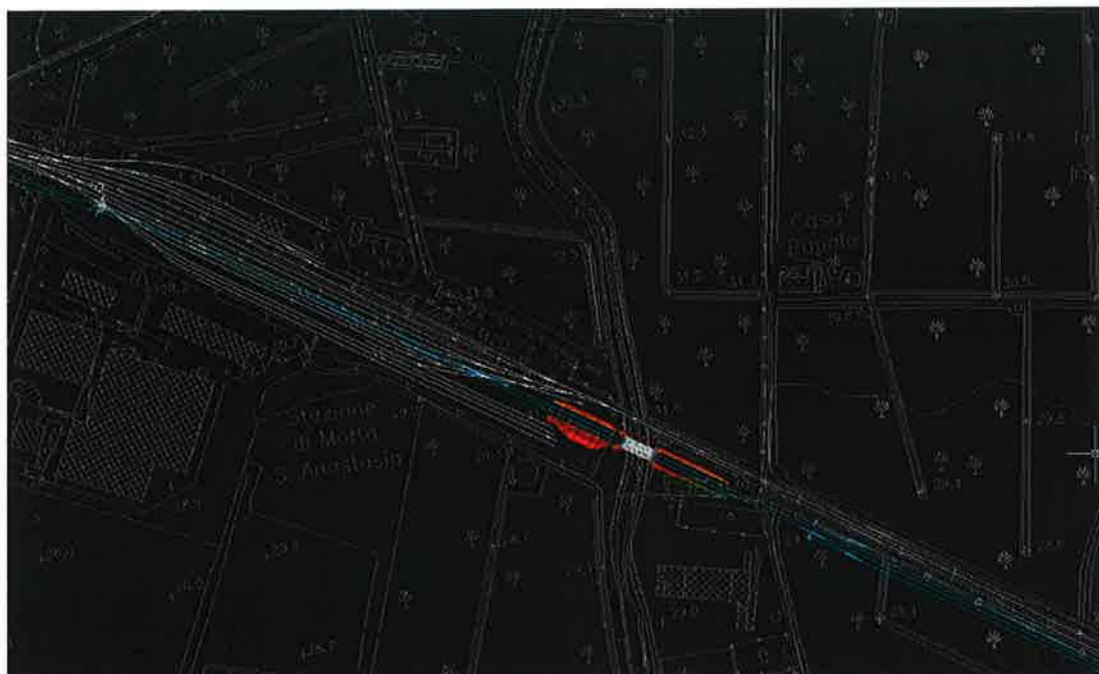


Figura 71 – Stralcio planimetrico del nuovo tracciato ferroviario – Torrente Finaita.

Il nuovo manufatto di attraversamento avrà una luce di deflusso di ampiezza 27 m, superiore a quella attuale.

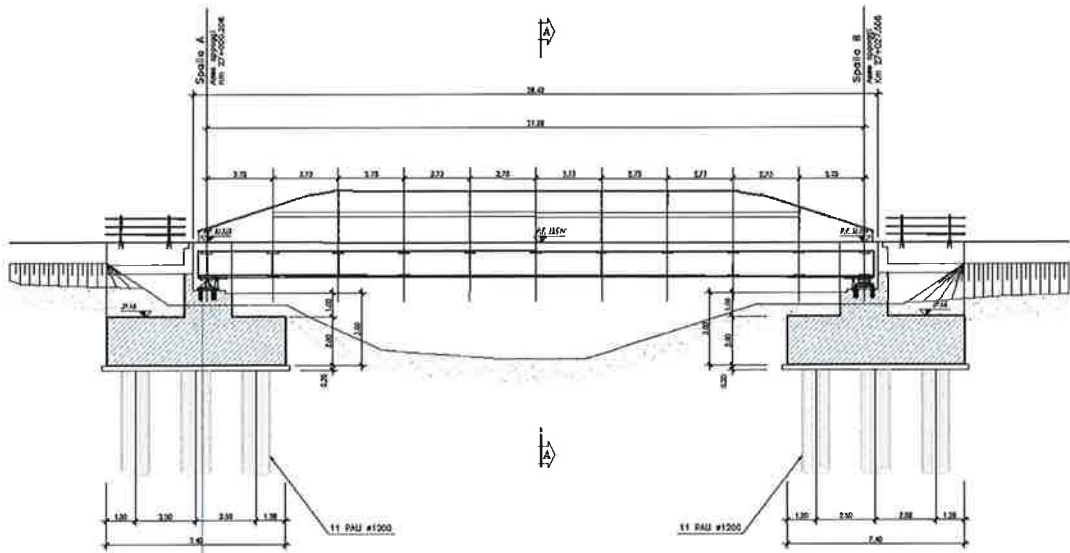


Figura 72 – Ponte ferroviario di progetto – Torrente Finaita.

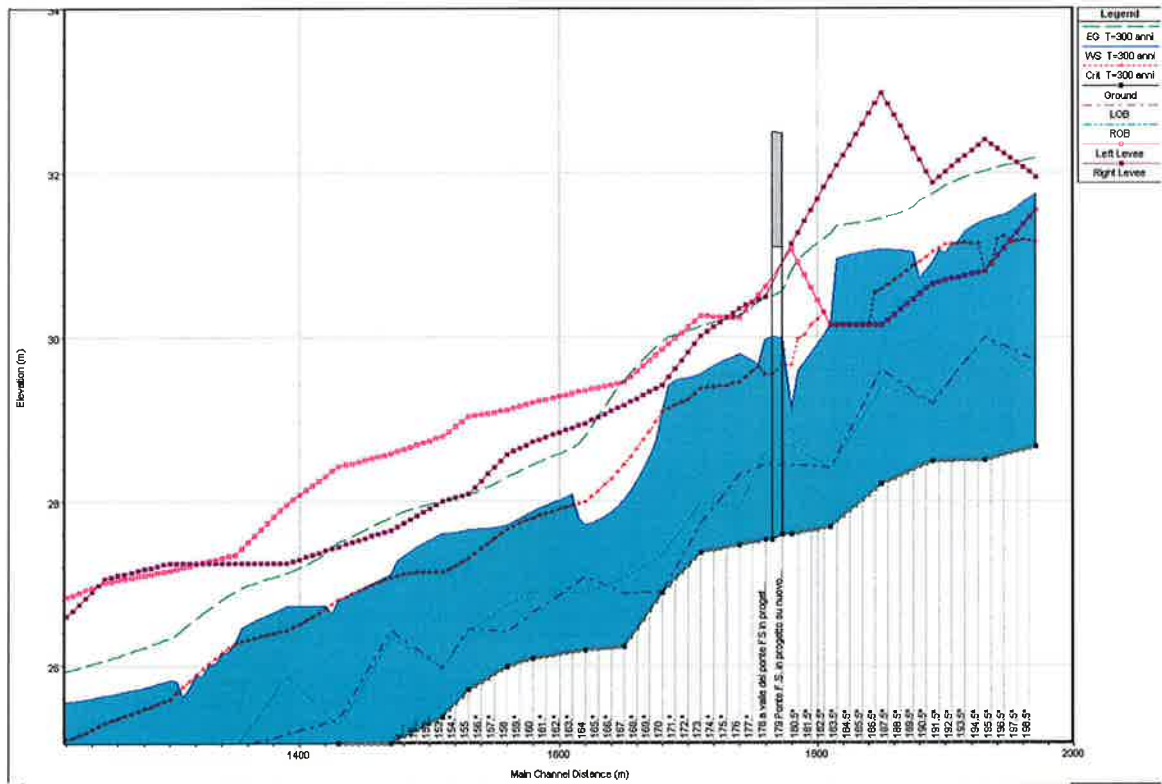


Figura 73 – Dettaglio profilo idrometrico post operam – Torrente Finaita.

Dal dettaglio del profilo idrometrico si evidenzia come l'intervento di rifacimento del ponte ferroviario garantisce il naturale deflusso delle acque in alveo; vengono, inoltre, verificati i franchi idraulici di sicurezza prescritti nel manuale di progettazione Italferr.

<i>Tempo di Ritorno (anni)</i>	<i>Portata (m³/s)</i>	<i>Livello idrico (m.s.l.m)</i>	<i>Livello energetico (m.s.l.m)</i>	<i>Quota intradosso (m.s.l.m)</i>	<i>Franco sul livello idrico (m)</i>	<i>Franco sul livello energetico (m)</i>
300	99.02	30.01	30.55	31.07	1.06	0.52

4.5.8 Simulazione manufatto 8 – Vallone Alice Fontanazza

Il tratto d'asta individuato a monte ed a valle dell'interferenza con la linea ferroviaria si estende per una lunghezza pari a 1130 m ed risulta caratterizzato da pendenze moderate.



Figura 74 – Visione aerea dell'ubicazione geografica dell'area oggetto di studio – Vallone Alice Fontanazza.

Le sezioni trasversali estratte per riprodurre la geometria dell'alveo naturali sono 32; per ciascuna di esse sono state valutate le principali grandezze che caratterizzano il deflusso delle acque, valutandone la capacità di portata sia nelle condizioni attuali che in quelle di progetto.

La distanza fra una sezione e quella successiva può variare tra i 20 m ed i 60 m, successivamente sono state interpolate ogni 5 m.

Le infrastrutture interferenti con il tratto d'asta studiato sono due: il ponte ferroviario e un manufatto stradale (SS417), Figura 75.



Figura 75 – Individuazione planimetrica dei due attraversamenti stradali– Vallone Alice Fontanazza.



Figura 76 – Foto del sopraluogo – Vallone Alice Fontazza.

Il Vallone Alice Fontazza risulta essere un tributario del Fiume Simeto; la confluenza in esso, però, è molto lontana rispetto al tratto d'asta studiato, pertanto sia a monte che a valle è stata imposta la condizione di moto uniforme

Di seguito sono riportate in maniera schematica le condizioni al contorno adottate nel modello:

- a monte:

Tempo di ritorno	Portata m ³ /s	Condizione al contorno
100 anni	25.72	Moto uniforme
200 anni	28.83	Moto uniforme
300 anni	30.65	Moto uniforme

- a valle:

Tempo di ritorno	Portata m ³ /s	Condizione al contorno
100 anni	25.72	Moto uniforme
200 anni	28.83	Moto uniforme
300 anni	30.65	Moto uniforme

Le simulazioni idrauliche sono state eseguite, sia per la configurazione attuale sia per quella di progetto, per diverse portate associate ad eventi meteorici con tempi di ritorno pari a 100, 200 e 300 anni; avendo il bacino sotteso una superficie inferiore ai 10 km² (4686 km²), le verifiche idrauliche sono state condotte considerando la portata duecentennale.

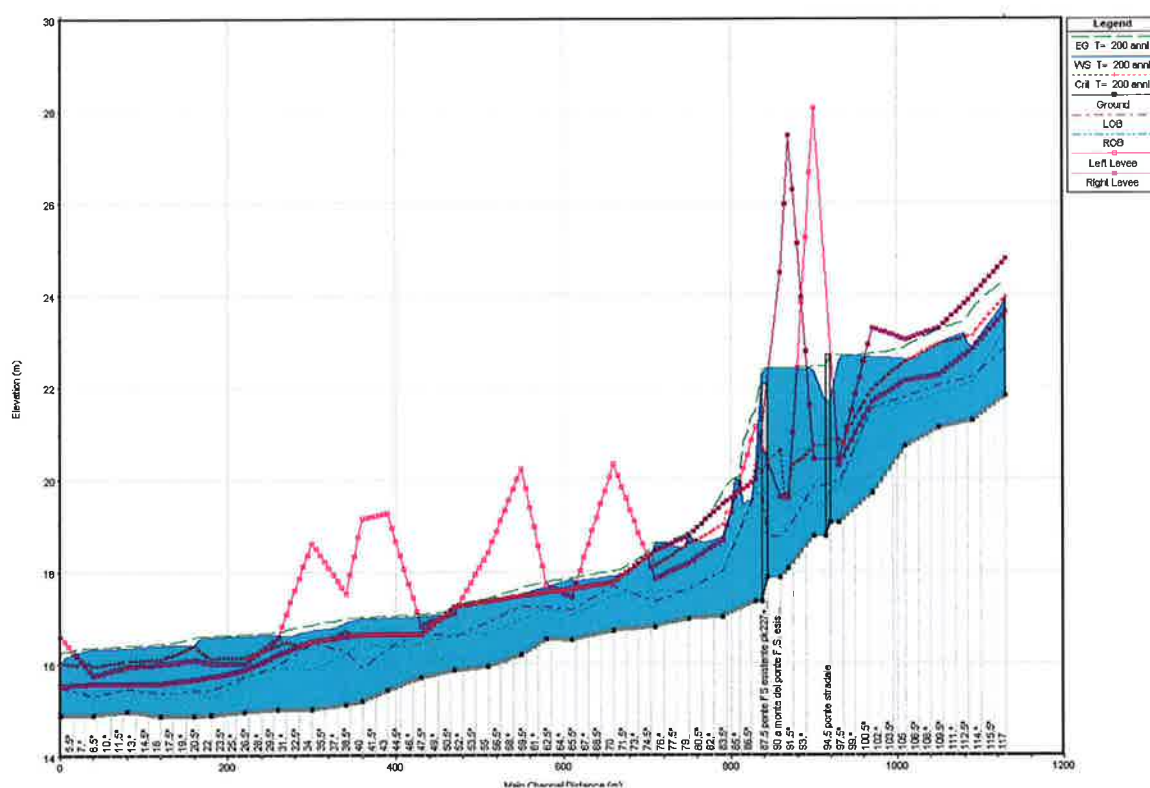


Figura 77 – Profilo idrometrico ante operam – Vallone alice Fontanazza.

Nella configurazione attuale si evidenziano, lungo dell'intero tratto di asta studiato, fenomeni di esondazione sia in destra che in sinistra idraulica estesi sia a monte che a valle del ponte ferroviario; inoltre, il manufatto stradale risulta funzionante in pressione mentre per quello ferroviario i livelli idrici risultano superiori alla quota estradosso. La valutazione delle caratteristiche di deflusso nelle condizioni ante operam è necessaria per la compatibilità e la definizione degli interventi di adeguamento da adottare nella configurazione di progetto.

Il tracciato di progetto prevede, rispetto alla situazione attuale, uno spostamento planimetrico verso valle (Figura 78).

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO-CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA					
RELAZIONE IDRAULICA ATTRAVERSAMENTI MAGGIORI	COMMESSA RSJ1	LOTTO 01	CODIFICA R 11 RI	DOCUMENTO ID 00 02 001	REV. C	FOGLIO 95 di 127

Nella simulazione del post operam oltre al ponte ferroviario di progetto è stato riprodotto nella modellazione geometrica anche il manufatto attuale.



Figura 78 – Stralcio planimetrico del nuovo tracciato ferroviario – Vallone Alice Fontanazza.

Nella verifica della condizione di progetto sono stati riprodotti:

- il ponte ferroviario in progetto
- il manufatto di attraversamento ferroviario esistente
- il ponticello stradale.



Figura 79 – Foto aerea degli attraversamenti sul Vallone Alice Fontanazza.

Il ponte ferroviario di progetto avrà una quota intradosso pari a 22.51 m.s.l.m ed una quota estradosso minima di 20.67.s.l.m., valori superiori a quelli del manufatto di attraversamento odierno; inoltre, è previsto una aumento della sezione utile al deflusso.



Figura 80 – Foto ponte ferroviario attuale – Vallone Alice Fontazza.

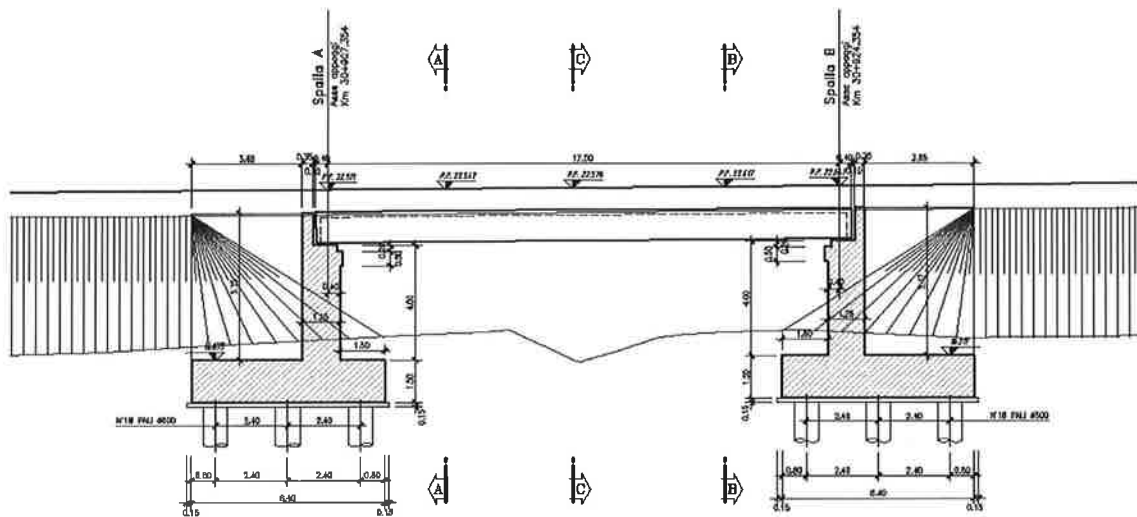


Figura 81 – Foto ponte ferroviario di progetto – Vallone Alice Fontazza.

Il profilo idrometrico (Figura 82) evidenzia che il rifacimento del ponte di attraversamento ferroviario consente di ottenere gli opportuni franchi idraulici di sicurezza imposti dal manuale di progettazione Italferr.

Appare evidente, però, la necessità di demolire il ponte della linea storica e di adeguare entrambi i ponti stradali, sia quello della statale SS417 sia quello della contrada Jungetto.

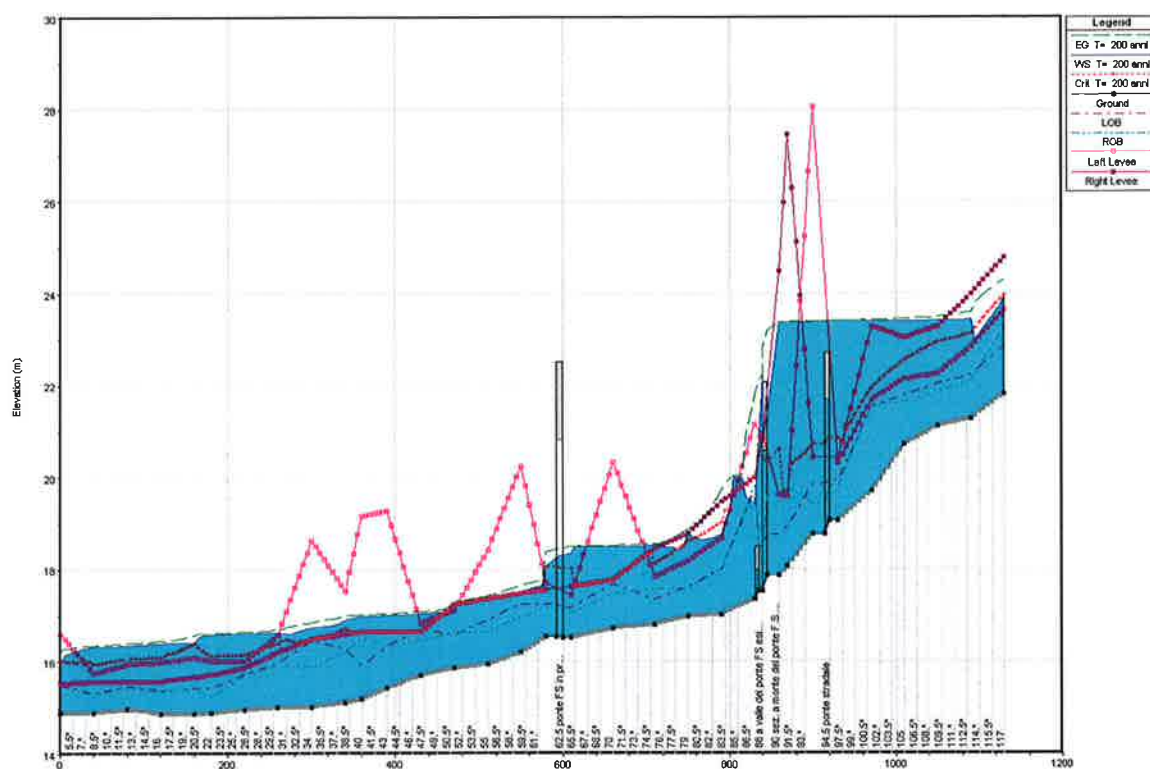


Figura 82 – Profilo idrometrico post operam – Vallone alice Fontanazza.

La quota intradosso del ponte di progetto risulta in accordo con i vincoli progettuali imposti dal manuale di progettazione sui franchi idraulici.

Come emerge dalla tabella riassuntiva posta di seguito, le prescrizioni del manuale vengono assolutamente rispettate.

<i>Tempo di Ritorno (anni)</i>	<i>Portata (m³/s)</i>	<i>Livello idrico (m.s.l.m)</i>	<i>Livello energetico (m.s.l.m)</i>	<i>Quota intradosso (m.s.l.m)</i>	<i>Franco sul livello idrico (m)</i>	<i>Franco sul livello energetico (m)</i>
200	79.93	26.55	26.74	28.2	1.65	1.46

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO-CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA					
	RELAZIONE IDRAULICA ATTRAVERSAMENTI MAGGIORI	COMMESSA RSJ1	LOTTO 01	CODIFICA R 11 RI	DOCUMENTO ID 00 02 001	REV. C

4.5.9 Simulazione numerica manufatto nove –Vallone Mendola

Il territorio attraversato dal corso d’acqua mostra una morfologia collinare (Figura 83).



Figura 83 – Visione aerea dell’ubicazione geografica dell’area oggetto di studio – Vallone Mendola.

Le caratteristiche geometriche del modello sono così riassumibili:

- ⇒ lunghezza totale tratto di studio: 600 m;
- ⇒ numero di sezioni trasversali estratte: 32;
- ⇒ distanza tra le sezioni estratte: minimo di 20 m e massimo di 60 m, successivamente interpolate ogni 5 m.

Negli elaborati relativi alla planimetria di esondazione è riportata la traccia planimetrica delle sezioni di calcolo lungo il tratto d’asta oggetto d’indagine (RSJ101R11P7ID0002006).

A caratterizzare il tratto d’asta in analisi oltre al ponte ferroviario altre due opere di attraversamento:

1. a monte del ponte ferroviario è presente il viadotto della strada statale SS417;
2. a valle del ponte ferroviario un manufatto di attraversamento stradale.

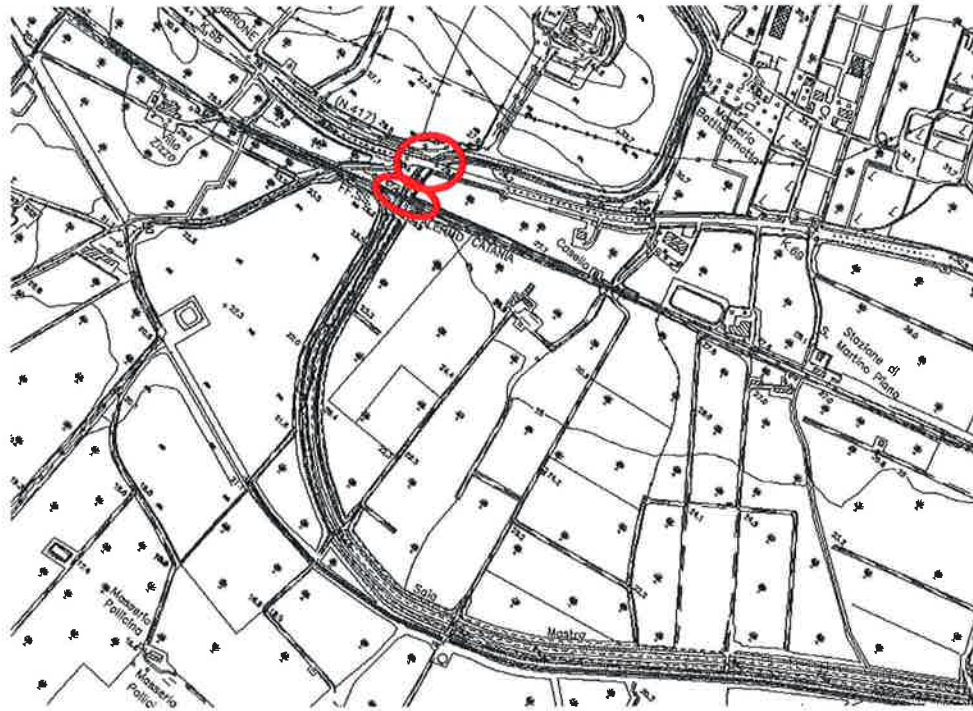


Figura 84 – Individuazione planimetrica dei due attraversamenti stradali – Vallone Mendola.

Entrambi gli attraversamenti sono stati riprodotti nella modellazione geometrica.

La simulazione idraulica in moto permanente è stata sviluppata assumendo le seguenti condizioni al contorno di monte e di valle :

- a monte:

Tempo di ritorno	Portata m ³ /s	Condizione al contorno
100 anni	71.29	Moto uniforme
200 anni	79.93	Moto uniforme
300 anni	84.99	Moto uniforme

- a valle:

Tempo di ritorno	Portata m ³ /s	Condizione al contorno
100 anni	71.29	Moto uniforme
200 anni	79.93	Moto uniforme
300 anni	84.99	Moto uniforme



Figura 85 – Foto dell'alveo naturale durante il sopralluogo – Vallone Mendola.

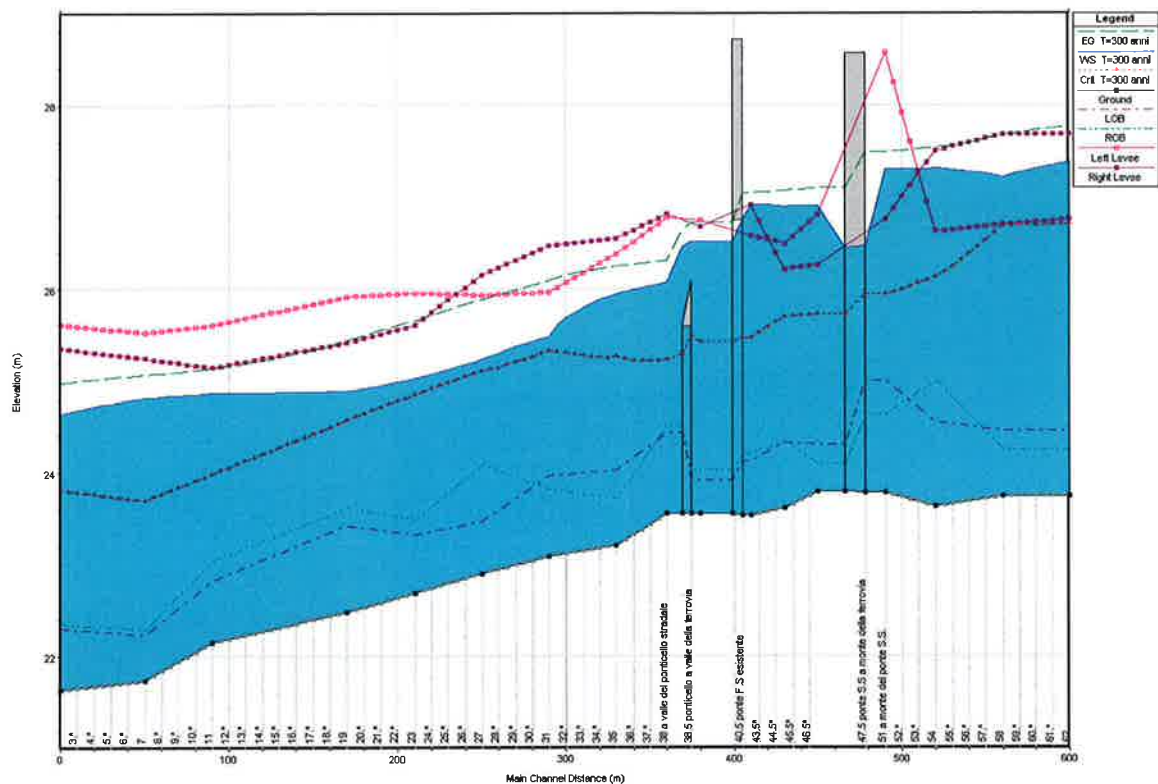


Figura 86 – Profilo idrometrico nella situazione ante operam – Vallone Mendola.

L'area del bacino sotteso all'intersezione fra il tracciato ferroviario ed il bacino idrografico risulta avere una superficie di 17.126 km², le prescrizioni tecniche per la progettazione ferroviaria impongono la verifica del manufatto con una portata corrispondente ad un tempo di ritorno (Tr) di 300 anni.

Dalla simulazione idraulica nella configurazione attuale emerge che tutte e tre le infrastrutture interferenti con il tratto d'asta studiato necessitano di interventi di adeguamento. Nelle sezioni site a monte del ponte ferroviario vengono evidenziati fenomeni di esondazione sia in sinistra che in destra idraulica.

Nella configurazione di progetto il tracciato ferroviario non subisce alcuna variazione planimetrica (Figura 87).



Figura 87 – Stralcio planimetrico del tracciato ferroviario di progetto – Vallone Mendola.

L’impalcato di progetto prevede un aumento della luce utile al deflusso con una larghezza pari a 27m (Figura 88).

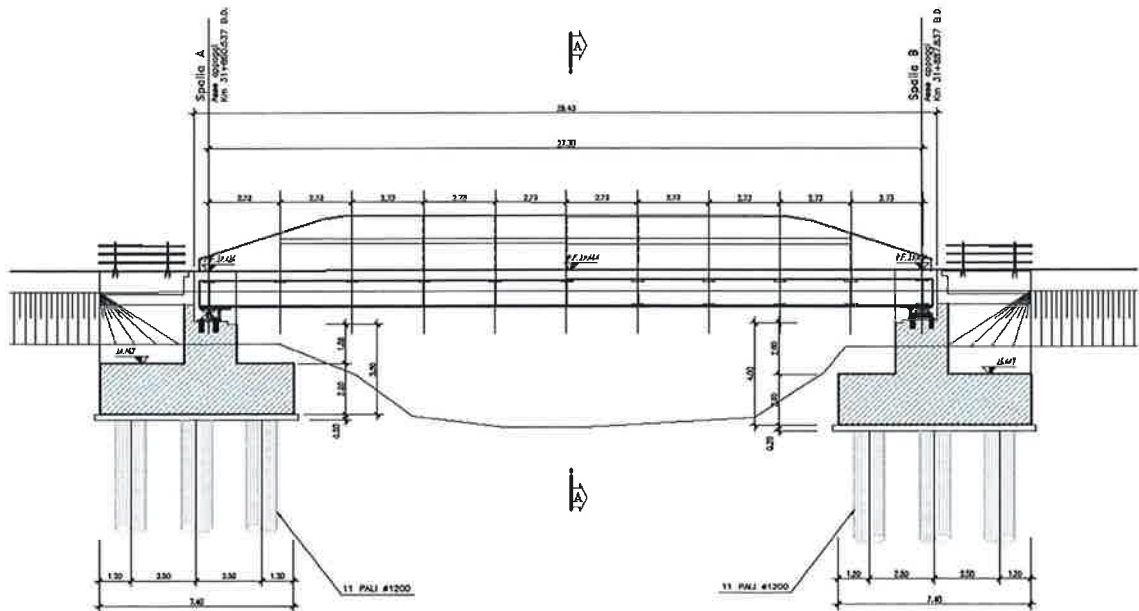


Figura 88 – Ponte ferroviario di progetto – Vallone Mendola.

Di seguito vengono riassunti i risultati della simulazione relativa allo stato di progetto.

<i>Tempo di Ritorno (anni)</i>	<i>Portata (m³/s)</i>	<i>Livello idrico (m.s.l.m)</i>	<i>Livello energetico (m.s.l.m)</i>	<i>Quota intradosso (m.s.l.m)</i>	<i>Franco sul livello idrico (m)</i>	<i>Franco sul livello energetico (m)</i>
300	84.99	26.55	26.74	28.20	1.65	1.46

Dalla tabella risulta evidente che i franchi di sicurezza vengono ampiamente rispettati; inoltre l'adeguamento del ponte ferroviario comporta benefici anche al deflusso delle acque in corrispondenza dell'attraversamento della statale SS417 (Figura 89).

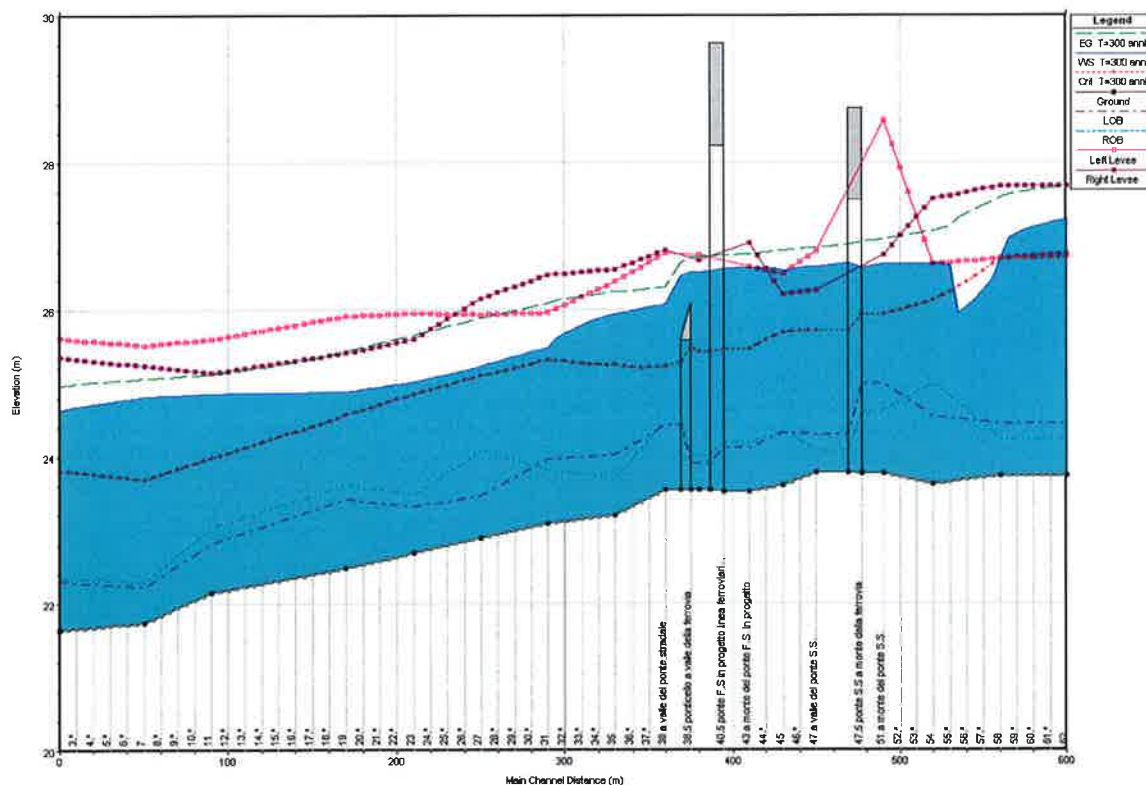


Figura 89 – Profilo idrometrico nella configurazione post operam– Vallone Mendola.

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO-CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA					
RELAZIONE IDRAULICA ATTRAVERSAMENTI MAGGIORI	COMMESSA RSJ1	LOTTO 01	CODIFICA R 11 RI	DOCUMENTO ID 00 02 001	REV. C	FOGLIO 106 di 127

4.5.10 Simulazione numerica manufatto 10 – Canale Buttaceto

Il canale Buttaceto rappresenta uno dei principali corsi d'acqua della Piana di Catania. Il suo corso si sviluppa a sud del capoluogo siciliano costeggiando la zona di Biccocca ed attraversando l'area industriale per poi raggiungere la costa in prossimità della foce del fiume Simeto. L'assetto originario dell'asta naturale è stato pesantemente modificato dagli interventi di sistemazione idraulica e bonifica operati nella piana e attualmente si presenta canalizzato per una estensione di circa 9 Km fino alla foce. La sezione trasversale, di forma trapezia, è delimitata da argini in terra pensili sul piano di campagna che si sviluppano con continuità fino alla foce.



Figura 90 – visione aerea dell'ubicazione geografica dell'area oggetto di studio – Canale Buttaceto.

Il tratto d'asta oggetto di studio mediante simulazione idraulica su modello matematico ha uno sviluppo complessivo di 3000 m e si estende, a monte, oltre l'interferenza con la tangenziale di Catania e, a valle, circa 900 m oltre il ponte ferroviario della linea Catania - Siracusa. La geometria del canale è stata riprodotta fedelmente sulla base di un rilievo di dettaglio dell'alveo che ha permesso di riprodurre nel modello matematico di simulazione

idraulica tutti i ponti di scavalco delle infrastrutture interferenti con il tratto d’asta in studio. Più in dettaglio, oltre ai viadotti di attraversamento delle due linee ferroviarie in uscita da Catania Bicocca, rispettivamente in direzione Palermo e Siracusa, sono considerate le seguenti opere di attraversamento:

- il cavalcavia della tangenziale ovest;
- il ponte stradale Passo del Fico;
- il viadotto autostradale della E45;
- il ponte stradale Passo del Cavaliere;
- il ponte stradale Pelacane.

A valle dell’attraversamento ferroviario della linea Palermo Catania, il canale Buttaceto riceve dalla destra idrografica la confluenza del vallone Mendola, suo principale tributario. Le simulazioni idrauliche sono state elaborate esclusivamente per l’asta principale del Buttaceto ma, allo scopo di considerare adeguatamente anche l’apporto del vallone Mendola, si è fatto riferimento a due diversi valori di portata defluente, rispettivamente nei tratti a monte ed a valle della confluenza. Nel tratto a monte è stato considerato il deflusso della portata idrologica afferente al bacino imbrifero sotteso dalla sezione di interferenza con la linea ferroviaria Palermo – Catania, mentre a valle della confluenza si è fatto riferimento alla portata valutata per il bacino idrografico sotteso dalla sezione di interferenza con la linea Catania – Siracusa.

Il primo bacino imbrifero, di estensione pari a 15.980 km²; concentra, per i diversi valori di riferimento del tempo di ritorno, le seguenti portate:

Tempo di ritorno (anni)	Portata m ³ /s
100	62.4
200	69.96
300	74.36

Il secondo bacino idrografico, di estensione molto maggiore del primo, ha una superficie pari a 39.646 Km² e concentra i seguenti valori di portata, ovviamente comprensivi anche degli apporti del Vallone Mendola:

Tempo di ritorno (anni)	Portata m ³ /s
100	130.36
200	146.21
300	155.47

Le simulazioni idrauliche sono state elaborate sia nella configurazione attuale dei luoghi che nella configurazione di progetto, assumendo sempre le seguenti condizioni al contorno:

- a monte:

Tempo di ritorno	Condizione al contorno
100 anni	Moto uniforme
200 anni	Moto uniforme
300 anni	Moto uniforme

- a valle:

Tempo di ritorno	Condizione al contorno
100 anni	Moto uniforme
200 anni	Moto uniforme
300 anni	Moto uniforme

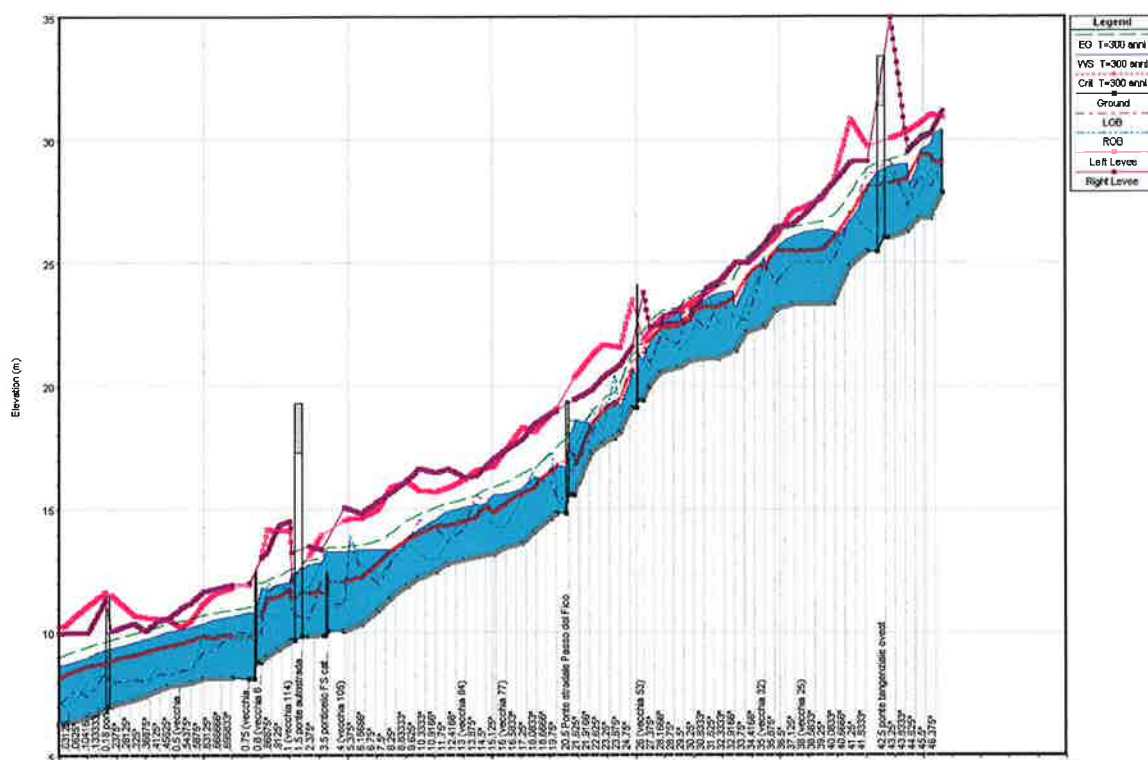


Figura 91 – Profilo idrometrico nella situazione ante operam – Canale Buttaceto.

Il profilo di corrente elaborato nella configurazione ante operam mostra come la portata risulti quasi ovunque contenuta nell'alveo inciso e come l'attuale attraversamento della linea ferroviaria Palermo - Catania consenta il deflusso della portata di progetto (tempo di ritorno di 300 anni). Al contrario, il ponte della linea Catania -Siracusa appare gravemente insufficiente e risulta completamente sormontato dalla corrente.

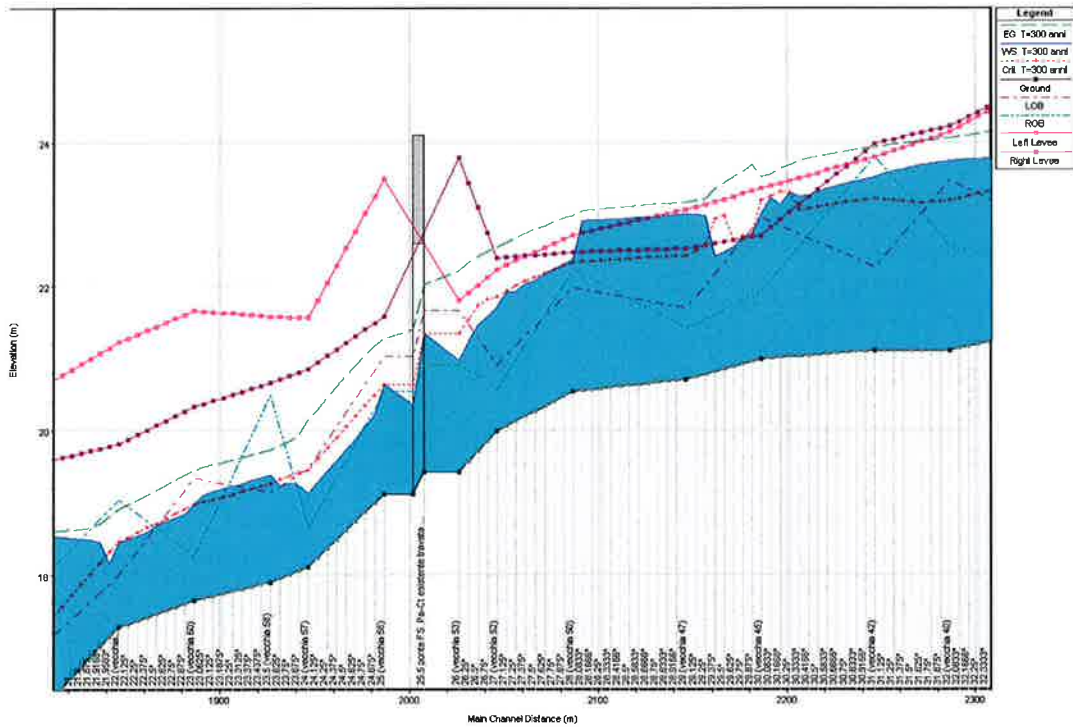


Figura 92 – Dettaglio del profilo idrometrico nella situazione ante operam per il ponte di attraversamento della linea Pa-Ct – Canale Buttaceto.

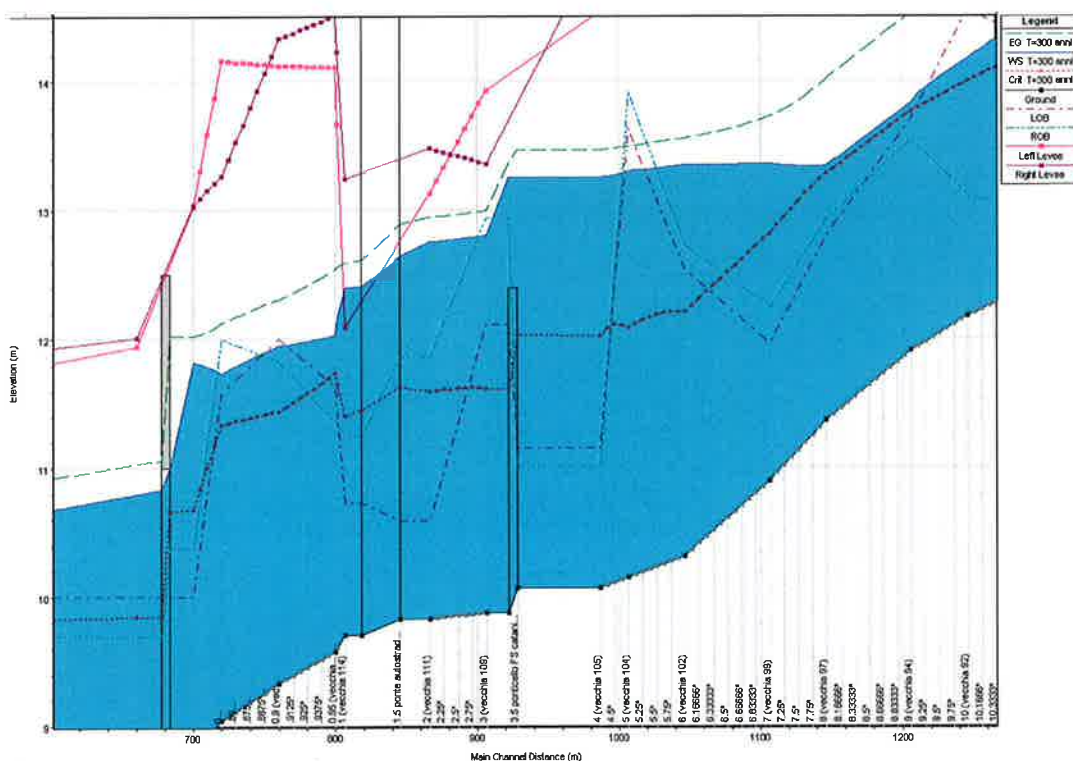


Figura 93 – Dettaglio del profilo idrometrico nella situazione ante operam per il ponte di attraversamento della linea Ct-Sr – Canale Buttaceto.

Nella configurazione di progetto il modello matematico recepisce le modifiche del tracciato ferroviario che subisce una leggera variante planimetrica e determina, per il nuovo attraversamento a doppio binario della linea Palermo – Catania, uno spostamento di circa 90 m più a valle rispetto all'attuale sezione di interferenza. Analogamente, anche l'intervento di adeguamento della viabilità Passo del Fico per la soppressione dell'attuale passaggio a livello comporta il rifacimento dell'attuale attraversamento stradale alla confluenza del Vallone Mendola nel

Buttaceto.



Figura 94 – Variante di progetto del tracciato ferroviario per la linea Pa-Ct – Canale Buttaceto.

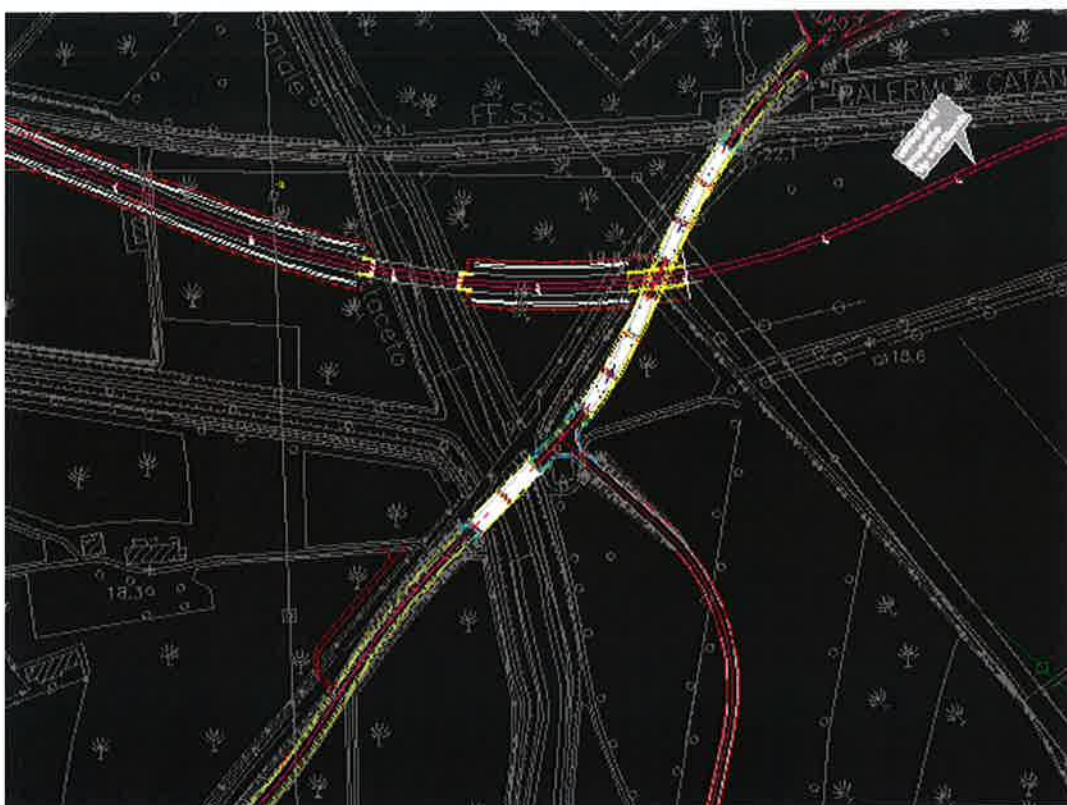


Figura 95 – Adeguamento viabilità interferente con il tracciato ferroviario – Canale Buttaceto.

Il nuovo viadotto di attraversamento della linea Palermo – Catania presenterà una campata unica con luce da 50 m, le spalle saranno collocate all'esterno degli argini e l'opera non avrà nessuna interferenza sul libero deflusso della corrente.

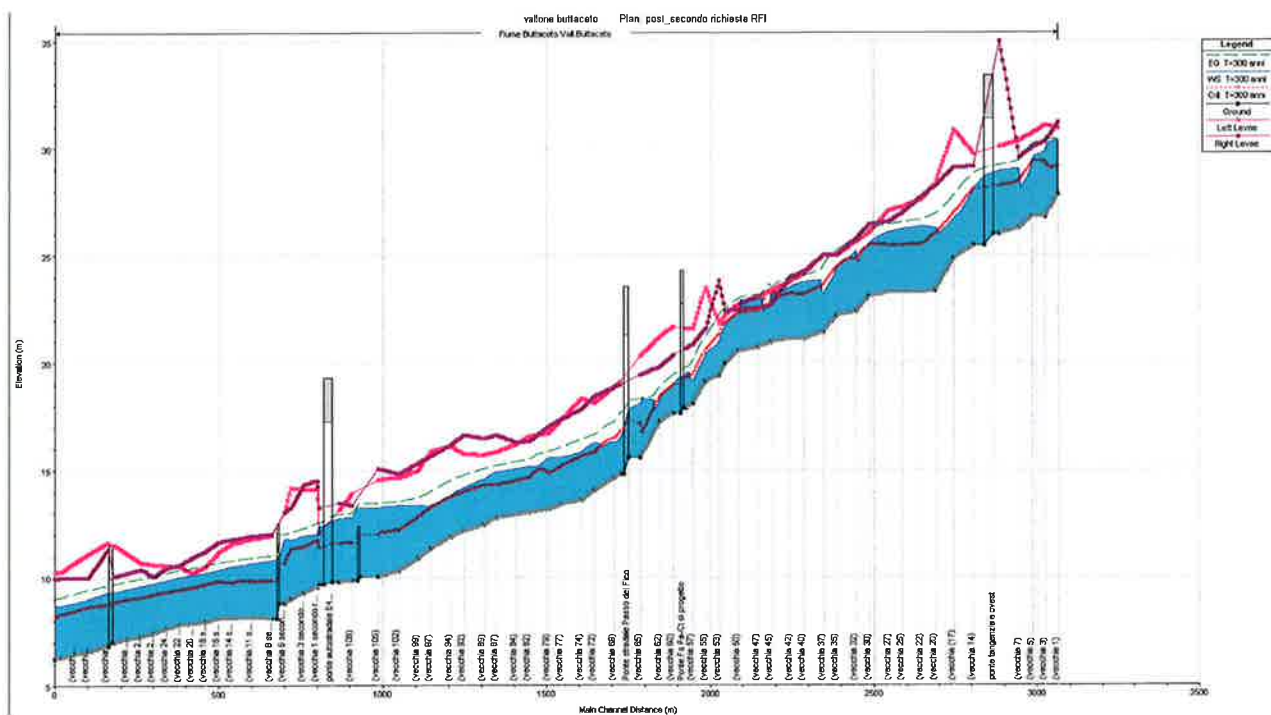


Figura 96 – Profilo idrometrico nelle condizioni di progetto – Canale Buttaceto.

La tabella seguente riassume le caratteristiche principali della corrente nella sezione di interferenza ferroviaria, evidenziando in particolare i valori dei livelli idrici ed energetici della corrente.

Tratta PA-CT	<i>Tempo di Ritorno (anni)</i>	<i>Portata (m³/s)</i>	<i>Livello idrico (m.s.l.m)</i>	<i>Livello energetico (m.s.l.m)</i>	<i>Quota intradosso (m.s.l.m)</i>	<i>Franco sul livello idrico (m)</i>	<i>Franco sul livello energetico (m)</i>
	300	74.36	19.36	19.72	22.74	3.38	3.02

I franchi idraulici dell’impalcato di progetto soddisfano le prescrizioni tecniche del manuale di progettazione RFI/Italferr ed i criteri espressi dalle Norme di Attuazione del PAI della Regione Siciliana.

5 VIADOTTO FIUME SIMETO

Per quanto riguarda le valutazioni idrauliche per l’inserimento del viadotto di progetto di attraversamento del Fiume Simeto si sono utilizzate le risultanze delle analisi contenute all’interno del *Piano Stralcio di Bacino per l’Assetto Idrogeologico (P.A.I.) – Bacino Idrografico del Fiume Simeto (2005)* con particolare riferimento ai documenti denominati *Relazione e Appendice C - Risultati delle verifiche idrauliche*.



Figura 97 - Foto attraversamento ferroviario esistente sul Fiume Simeto.

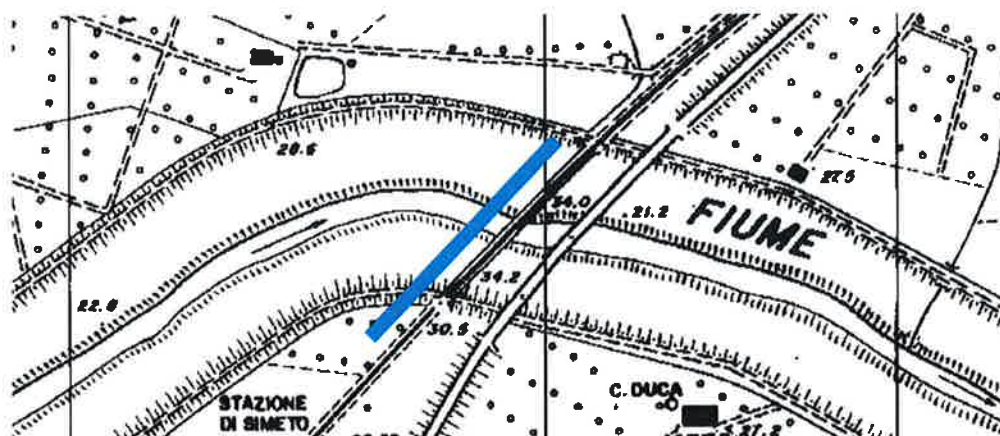
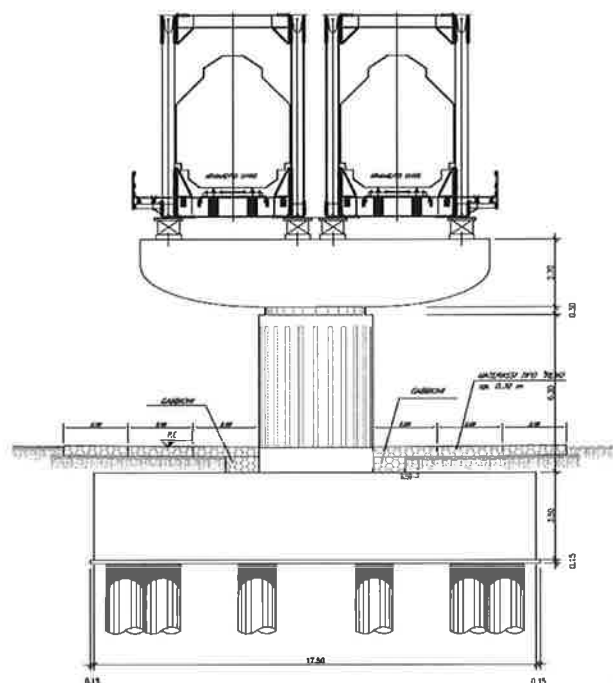


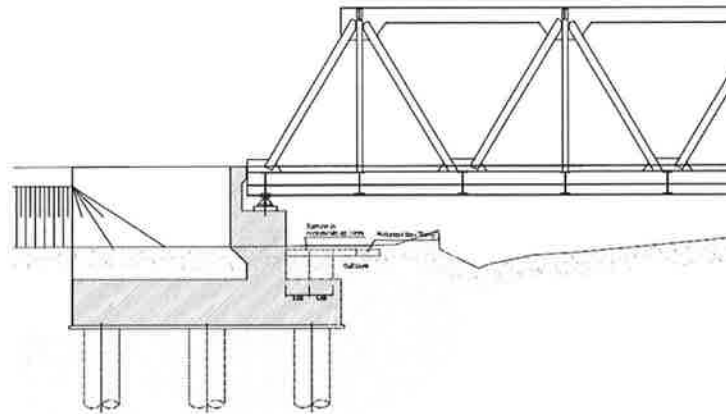
Figura 98 – Stralcio planimetrico con ubicazione dell’attraversamento esistente.

Il viadotto di progetto è posizionato a valle ed in stretto affiancamento a quello esistente. L'opera prevede cinque pile in alveo, a forma circolare e del diametro di 4,50 m, tali da definire cinque campate della lunghezza di 62,50 m.

La quota dell'intradosso del viadotto è impostata circa $1 \div 1.5$ m al di sopra delle sommità arginali. Tale condizione è stata scelta sulla base delle risultanze della modellazione numerica monodimensionale contenuta nel PAI, nel seguito evidenziata, che mostrano la potenziale esondazione del corso d'acqua a monte ed in corrispondenza del viadotto ferroviario esistente.



(a)



(b)

Figura 99 – Particolari del viadotto di progetto sul Fiume Simeto: a) pila; b) spalla.

Il PAI ha eseguito le verifiche idrauliche del Fiume Simeto mediante una modellazione numerica monodimensionale estesa dalla stazione Mandarano di Centuripe alla foce.

In virtù delle osservazioni in situ sono stati fissati i parametri di scabrezza da utilizzare nel modello idraulico adoperato. L'osservazione diretta delle suddette caratteristiche sull'area in esame ha indirizzato a fissare coefficienti di Manning compresi tra 0.033 e 0.06 m^{-1/3}s.

Nelle condizioni al contorno si è imposta l'altezza critica della corrente nell'ultima sezione dell'alveo (foce) e l'altezza di moto uniforme a monte.

Come si evince dallo stralcio planimetrico, di seguito riportato, il viadotto di progetto ricade tra le sezioni idrauliche SI-34 e SI-32 indicate nel PAI.

Schema planimetrico con l'ubicazione delle sezioni di calcolo per le verifiche idrauliche nel tratto del Fiume Simeto (da SI-41 a SI-14)

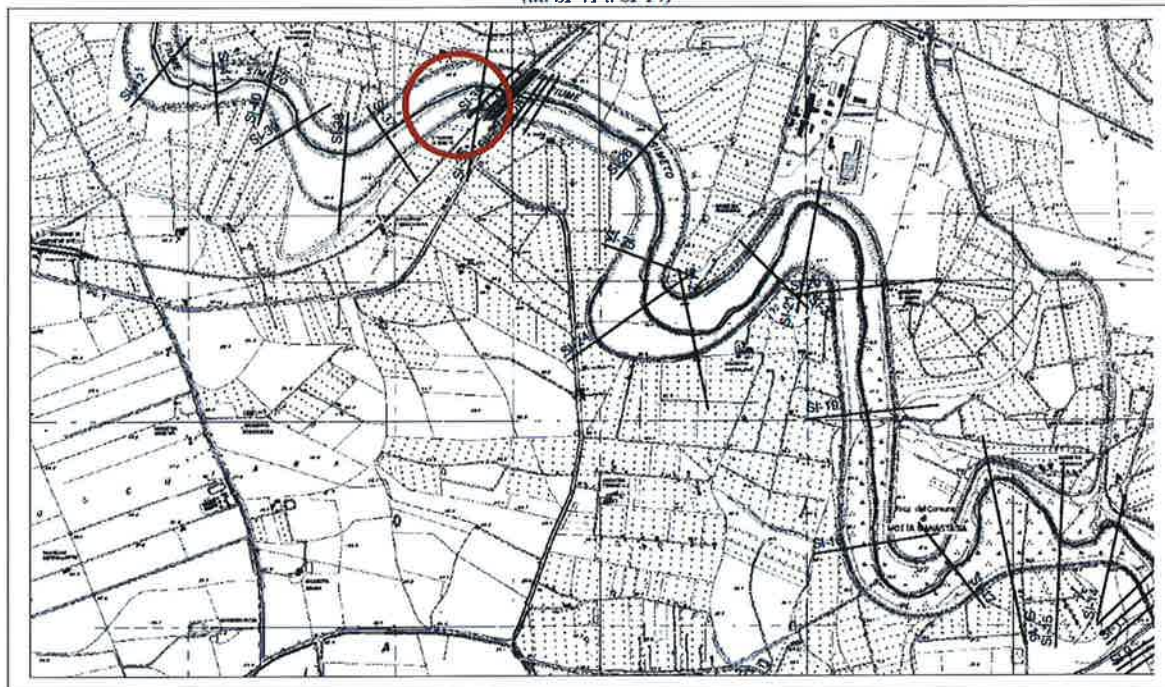


Figura 100 – Stralcio planimetrico con indicazione delle sezioni idrauliche in prossimità del viadotto di progetto.

Le portate di progetto sono relative ai tempi di ritorno di 50, 100 e 300 anni. La portata relativa al TR=300 anni nel tratto interessato dal viadotto di progetto è pari a 6710 m³/s.

Tabella 4.3 Valori delle portate al colmo di piena (Qt) del fiume Simeto, per tempi di ritorno pari a 50, 100, 300 anni.

tratto	portate (mc/s)		
	tr=50	tr=100	tr=300
da SI-1 a SI-14	4121	5037	6925
da SI-15 a SI-86	3093	4881	6710
SI-87	3121	4027	6270
da SI-88 a SI-90	3099	3999	6222
da SI-91 a SI-93	3089	3987	6203
da SI-94 a SI-98	3086	3984	6199
da SI-99 a SI-116	3081	3977	6187
da SI-117 a SI-121	3079	3975	6185
da SI-122 a SI-133	3078	3974	6184
da SI-134 a SI-137	3062	3953	6145
da SI-138 a SI-150	3059	3949	6143
SI-151	2994	3868	6010
da SI-152 a SI-165	2974	3843	5969
da SI-166 a SI-176	2963	3830	5948
da SI-177 a SI-183	2934	3792	5886
da SI-184 a SI-190	2924	3780	5866

Figura 101 – Valori delle portate al colmo di piena (Qt) del fiume Simeto, per tempi di ritorno pari a 50, 100 e 300 anni (PAI Simeto).

I risultati della modellazione numerica in corrispondenza del manufatto ferroviario esistente sono riportati di seguito.

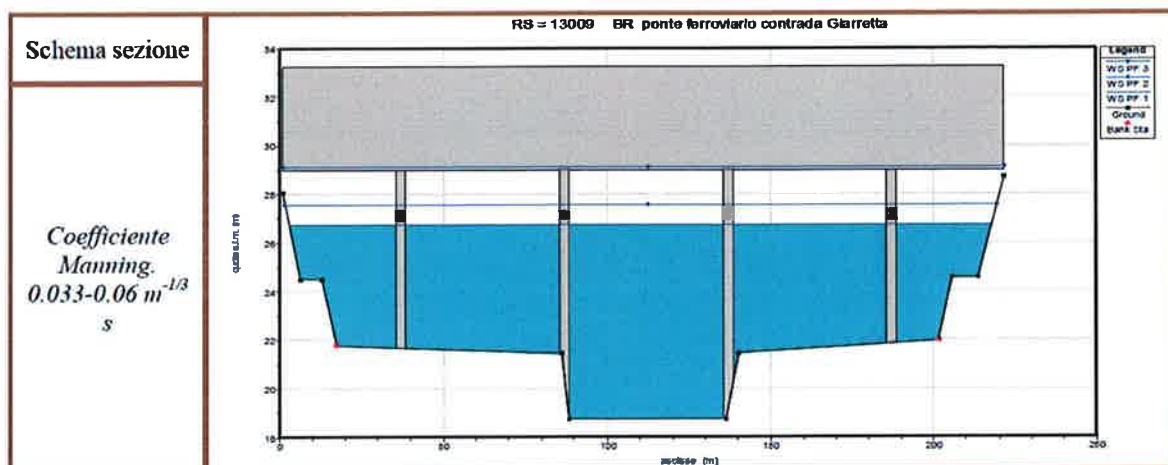


Figura 102 – Livelli idrici in corrispondenza del ponte ferroviario esistente (PAI Simeto).



Nome sez. (dist. dalla foce in m)	Quota fondo alveo (m)	Coeff. di Manning (m ^{-1/3} s)	Tempo di ritorno (anni)	Portata (m ³ /s)	Quota pelo libero (m s.l.m.)	Tirante idrico (m)	Pendenza L.c.t. (m/m)	Velocità media alveo (m/s)	Sezione idrica (m ²)
SI-41	22.36	0.033- 0.06	50	3993	30.24	7.88	0.002342	4.76	891.3
			100	4881	30.95	8.59	0.002372	5.17	1014.2
			300	6710	32.26	9.90	0.002402	5.86	1244.7
SI-40	21.82	0.033- 0.06	50	3993	29.37	7.55	0.002647	5.06	843.0
			100	4881	29.95	8.13	0.002856	5.59	939.5
			300	6710	31.00	9.18	0.003208	6.55	1114.6
SI-39	21.60	0.033- 0.06	50	3993	27.68	6.08	0.005833	6.23	669.7
			100	4881	28.41	6.81	0.005154	6.48	797.6
			300	6710	29.89	8.29	0.004099	6.83	1060.6
SI-38	21.03	0.033- 0.06	50	3993	28.47	7.44	0.000576	2.25	1834.1
			100	4881	29.33	8.30	0.000525	2.36	2141.3
			300	6710	30.97	9.94	0.000453	2.56	2736.0
SI-37	20.80	0.033- 0.06	50	3993	27.67	6.87	0.001812	3.99	1056.1
			100	4881	28.46	7.66	0.001697	4.22	1228.1
			300	6710	30.01	9.21	0.001506	4.61	1566.3
SI-36	18.74	0.033- 0.06	50	3993	26.97	8.23	0.001261	3.60	1172.0
			100	4881	27.81	9.07	0.001220	3.86	1351.8
			300	6710	29.43	10.69	0.001130	4.26	1709.1
SI-35	18.76	0.033- 0.06	50	3993	26.84	8.08	0.001299	3.56	1174.1
			100	4881	27.69	8.93	0.001233	3.79	1358.1
			300	6710	29.33	10.57	0.001115	4.16	1719.0
SI-34	18.76	0.033- 0.06	50	3993	26.83	8.07	0.001297	3.57	1173.3
			100	4881	27.68	8.92	0.001232	3.80	1357.1
			300	6710	29.32	10.56	0.001116	4.17	1717.4
SI-33	18.69	0.033- 0.06	50	3993	26.75	8.06	0.001344	3.60	1160.0
			100	4881	27.59	8.90	0.001271	3.83	1443.1
			300	6710	29.18	10.49	0.001167	4.22	1692.6
SI-32	18.70	0.033- 0.06	50	3993	26.70	8.00	0.001400	3.64	1145.1
			100	4881	27.55	8.85	0.001317	3.87	1328.4
			300	6710	29.14	10.44	0.001200	4.26	1678.4

Figura 103 – Risultati della modellazione numerica (PAI Simeto).

Si evince che il livelli idrico relativo al tempo di ritorno di 300 anni alla sezione SI-32 è di 29.18 m s.m.m.

Considerando che la quota intradosso del manufatto di progetto è di circa 30.23 m s.m.m. si determina un franco rispetto al pelo libero di 1.05 m e quindi superiore a 1 m previsto dalle prescrizioni ferroviarie.

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO-CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA					
RELAZIONE IDRAULICA ATTRAVERSAMENTI MAGGIORI	COMMESSA RSJ1	LOTTO 01	CODIFICA R 11 RI	DOCUMENTO ID 00 02 001	REV. C	FOGLIO 122 di 127

Si sottolinea che questa verifica è ampiamente cautelativa in quanto si è preso a riferimento dei valori dei livelli idrici determinati sulla base di una modellazione monodimensionale in un tratto in cui il corso d'acqua è potenzialmente esondabile. E' evidente che il tipo di modellazione adottato sovrastima il fenomeno in quanto non permette di valutare il potenziale sormonto arginale e l'azione esondativa che si produrrebbe al transito del colmo di piena. Tale valutazione potrà eseguirsi nelle fasi successive della progettazione ricorrendo ad una modellazione idraulica di tipo bidimensionale.

6 COMPATIBILITÀ IDRAULICA

Le opere in progetto sono tese al raddoppio della linea ferroviaria Palermo – Catania nel tratto compreso tra la stazione di Bicocca e di Catenanuova per una lunghezza complessiva di circa 38 km.

Il tracciato della linea si sviluppa su un territorio percorso da vie d'acqua a regime prevalentemente torrentizio con attraversamento in viadotto del Fiume Simeto.

Nello studio effettuato si è valutata la compatibilità idraulica dell'infrastruttura di progetto con il territorio ed è stata analizzata la sicurezza del corpo ferroviario, identificando in termini di funzionalità e sicurezza i manufatti di presidio idraulico più opportuni, garantendo la minima interferenza delle opere ferroviarie con il normale deflusso delle acque.

Gli strumenti normativi presi a riferimento nella valutazione della compatibilità idraulica delle opere di progetto sono:

- *Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) – Bacino Idrografico del Fiume Simeto, Area Territoriale tra il bacino del Fiume Simeto e il bacino del Fiume San Leonardo, Lago di Pergusa, Lago di Maletto – Relazione*, redatto dalla Regione Siciliana, Assessorato Territorio e Ambiente nel 2005.
- *Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico della Regione Siciliana – Relazione Generale*, redatto dalla Regione Siciliana, Assessorato Territorio e Ambiente nel 2004.

Nella Relazione di Piano sono individuate le aree soggette a pericolosità idraulica attraverso l'individuazione, la localizzazione e la caratterizzazione degli eventi alluvionali che abbiano prodotto effetti sul territorio, in particolare danni a persone o cose, o, semplicemente, abbiano creato condizioni di disagio o allarme. Tale individuazione è un importante strumento che ha condotto alla delimitazione delle aree a potenziale rischio inondazione.

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO-CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA					
	RELAZIONE IDRAULICA ATTRAVERSAMENTI MAGGIORI	COMMESSA RSJ1	LOTTO 01	CODIFICA R 11 RI	DOCUMENTO ID 00 02 001	REV. C

6.1 Analisi del tracciato ferroviario

La linea ferroviaria in progetto dalla progressiva Km 0+000 alla km 15+400 costeggia il Fiume Dittaino senza però mai interessarlo con alcun attraversamento. In particolare la linea di progetto è posta sul lato monte del rilevato ferroviario esistente rispetto al corso d'acqua. Tale scelta ha permesso sia di non interessare le fasce di pericolosità idraulica previste dal PAI per il Fiume Dittaino, sia di non sottrarre eventuali volumi di esondazione al corso d'acqua.

6.2 Studio idrologico

Lo studio idrologico è stato condotto con l'obiettivo di valutare, con i modelli recentemente proposti in letteratura, le portate al colmo di piena nei tronchi torrentizi interessati dalle opere in progetto nonché individuare le portate prese a riferimento nel *Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)* redatto dalla Regione Siciliana per valutare quelle in corrispondenza del Fiume Simeto.

Per le aste torrentizie, le stime sono state effettuate con il procedimento di calcolo VAPI messo a punto a livello regionale dall'Istituto di Idraulica dell'Università di Palermo e GNDCI.

Le stime condotte sono riportate nelle *Relazione Idrologica* annessa.

6.3 Verifiche idrauliche

Gli attraversamenti sui corsi d'acqua sono stati verificati sulla base delle prescrizioni tecniche Italferr.

Il Manuale di Progettazione Italferr distingue tra attraversamenti di corsi d'acqua principali e secondari a seconda che il bacino afferente agli attraversamenti sia superiore o inferiore ai 10 kmq. Per i suddetti attraversamenti si prevede che: *“Sulla base dei dati idrometrici ovvero dello studio idrologico, ad ogni tipo di manufatto idraulico verranno associati i seguenti tempi di ritorno Tr :*

[...]

c) *Manufatti di attraversamento (ponti e tombini):*

– *linea ferroviaria $Tr = 300$ anni per $S \geq 10 \text{ Km}^2$.*

– *linea ferroviaria $Tr = 200$ anni per $S < 10 \text{ Km}^2$.*

(essendo S la superficie del bacino)

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO-CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA					
RELAZIONE IDRAULICA ATTRAVERSAMENTI MAGGIORI	COMMESSA RSJ1	LOTTO 01	CODIFICA R 11 RI	DOCUMENTO ID 00 02 001	REV. C	FOGLIO 124 di 127

Per gli attraversamenti principali, il Manuale prevede che *“Relativamente ai requisiti idraulici nei confronti dei livelli di massima piena si specifica quanto segue:*

– *franco minimo tra l'intradosso dell'opera e la quota del carico idraulico totale corrispondente al livello idrico di massima piena, calcolato come precedentemente descritto, pari a 0.50 m e comunque non inferiore ad 1 m sul livello idrico*

– *posizionamento delle spalle del viadotto in modo tale da non ridurre significativamente la sezione di deflusso in alveo ed in golena;*

– *posizionamento e geometria delle pile in alveo ed in golena in modo da non provocare significativi fenomeni di rigurgito ovvero fenomeni di erosione localizzati sulle sponde ed in alveo.*

– *Il calcolo dello scalzamento localizzato indotto dalle opere di sostegno deve essere valutato considerando le dimensioni delle pile; nel caso in cui il plinto di fondazione venga messo allo scoperto dall'erosione, le dimensioni maggiori e le forme più tozze dello stesso provocano un ulteriore scalzamento e pertanto, in tale condizione, il calcolo dell'erosione localizzata va ripetuto considerando le dimensioni del plinto invece che quelle della pila.”*

Per gli attraversamenti secondari, il Manuale prevede che:

- *“La sezione di deflusso complessiva del tombino dovrà consentire lo smaltimento della portata di massima piena con un grado di riempimento non superiore al 70% della sezione totale”;*
- *“Dovranno essere previsti gli opportuni accorgimenti per evitare, in corrispondenza delle fondazioni del manufatto, fenomeni di scalzamento o erosione”.*

6.4 Sistemazioni idrauliche

Gli interventi previsti in alveo sono stati definiti applicando criteri di ingegneria naturalistica ed utilizzando laddove possibile, opere di protezione di tipo “elastico” quali massi sciolti, gabbioni e materassi tipo Reno, che costituiscono un’affidabile protezione degli stessi dall’azione erosiva della corrente di piena.

Nella progettazione di ponti e viadotti si è cercato di minimizzare la realizzazione di pile nell’alveo di magra dei corsi d’acqua in modo da variare il meno possibile le caratteristiche del moto della corrente di piena.

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO-CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA					
RELAZIONE IDRAULICA ATTRAVERSAMENTI MAGGIORI	COMMESSA RSJ1	LOTTO 01	CODIFICA R 11 RI	DOCUMENTO ID 00 02 001	REV. C	FOGLIO 125 di 127

Gli interventi di sistemazione ripropongono la sagoma delle sezioni attuali d'alveo, e incidono solo localmente sulle pendenze longitudinali dei corsi d'acqua.

La sistemazione idraulica hanno in generale lo scopo di:

- assicurare con il periodo di ritorno previsto la sicurezza dell'infrastruttura ferroviaria;
- diminuire le eventuali condizioni di rischio, eliminando o riducendo eventuali esondazioni nella zona di intervento;
- non alterare le condizioni di deflusso idrico e solido nel tratto oggetto di studio;
- impedire divagazioni della savanella che possano andare ad interessare le opere di fondazione delle pile o delle spalle;
- assicurarsi che l'evoluzione della livelletta d'alveo, non approfondisca l'incisione esistente in corrispondenza dell'opera di attraversamento;
- evitare le conseguenze derivanti dai fenomeni di erosione localizzata.

Le pile del viadotto sul Fiume Simeto sono di forma circolare e sono protette con una platea di materassi tipo Reno. I materassi consentono di seguire e bloccare le possibili azioni di scalzamento localizzato o generalizzato che possano verificarsi durante gli eventi di piena.

Particolari accorgimenti sono stati adottati per una corretta manutenzione dell'opera, onde poter ridurre al minimo gli interventi atti a garantirne l'efficienza ed, in ogni caso, a ridurre a livelli minimi i costi delle opere.

6.5 Analisi di compatibilità idraulica

Lo studio per la soluzione di progetto ha comportato una sovrapposizione dell'impronta del corpo ferroviario con le aree di pericolosità previste dal P.A.I.

Dagli elaborati grafici annessi relativi alle carte di pericolosità idraulica si può notare come l'infrastruttura ferroviaria di progetto sia in gran parte esterna alla perimetrazione del Piano di Bacino. Solo in alcuni brevi tratti si ravvisa l'attraversamento delle aree a bassa pericolosità idraulica **P1**.

Discorso a parte va condotto l'attraversamento del Fiume Simeto in cui il tracciato ferroviario attraversamento il tratto d'alveo classificato in area ad alta pericolosità idraulica **P3**.

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO-CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA					
RELAZIONE IDRAULICA ATTRAVERSAMENTI MAGGIORI	COMMESSA RSJ1	LOTTO 01	CODIFICA R 11 RI	DOCUMENTO ID 00 02 001	REV. C	FOGLIO 126 di 127

Analoga situazione si ravvisa in un limitato tratto del tracciato ferroviario in variante in corrispondenza del Vallone Alice Fontanazza alla progressiva km 31. Si può infatti notare come il tratto di sconfinamento della perimetrazione in corrispondenza della linea ferroviaria sia poco significativo in rapporto all'estensione della fascia di pericolosità così come individuata nel piano.

Sulla base delle risultanze dello studio idrologico – idraulico sono stati definiti:

- adeguamenti della livelletta ferroviaria ai franchi minimi richiesti per il transito delle portate con periodo di ritorno di 200/300 anni, nel rispetto dei criteri ferroviari, in riferimento agli attraversamenti idraulici principali;
- presidi idraulici sulle aste fluviali principali e secondarie;
- le protezioni del rilevato ferroviario, laddove i livelli di piena stimati ne lambiscono il piede;
- forma e disposizione delle pile del viadotto Simeto in prossimità dell'alveo dei corpi idrici attraversati;
- la protezione delle pile, relativamente a quelle interessate da azioni della corrente.

Si rimanda ai paragrafi precedenti per la descrizione degli interventi di presidio previsti.

Le soluzioni prescelte seguono gli indirizzi indicati nelle norme nazionali ed in quelle riportate nelle norme di attuazione del PAI, in quanto:

- ✓ il potenziamento della linea ferroviaria in progetto risponde a specifiche esigenze di sviluppo ed è legata a fattori di pubblico interesse;
- ✓ per ogni opera per evitare fenomeni di erosione all'imbocco ed allo sbocco sono previste opere di raccordo in gabbioni e materassi tipo Reno; tali scelte progettuali permettono di consolidare l'alveo in prossimità dell'opera e stabilizzano il trasporto solido di fondo, non aumentando il rischio idraulico associato al territorio;
- ✓ l'insieme delle opere e le deviazioni dei canali non comportano condizionamenti negativi al deflusso della piena, non riducono la loro capacità di invaso e garantiscono il deflusso della piena di progetto;
- ✓ per i viadotti la protezione delle spalle e delle pile con gabbioni e scogliere garantisce la sicurezza dell'opera rendendo stabile il fondo dell'alveo e prevenendo eventuali dissesti da erosione;
- ✓ il rilevato ferroviario non altera il libero deflusso delle acque per la presenza di una serie di tombini "di continuità" e "di trasparenza", nonché di prolungamento di quelli esistenti che ne garantiscono il libero deflusso;
- ✓ l'intervento proposto non aggrava la funzionalità idraulica dell'area in quanto si sviluppa sempre

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO-CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA					
RELAZIONE IDRAULICA ATTRAVERSAMENTI MAGGIORI	COMMESSA RSJ1	LOTTO 01	CODIFICA R 11 RI	DOCUMENTO ID 00 02 001	REV. C	FOGLIO 127 di 127

esternamente alle aree di esondazione, perseguendo criteri atti al miglioramento delle stesse con i dovuti interventi di sistemazione sviluppati con tecniche di ingegneria naturalistica.

Alla luce delle precedenti considerazioni, la configurazione finale di progetto risulta idraulicamente compatibile con le norme della legislazione vigente di protezione dai rischi idraulici e con la conformazione odierna dei luoghi.

7 BIBLIOGRAFIA

AA. VV. *Manuale di Ingegneria Civile e Ambientale*, Zanichelli ESAC, Bologna, 2003.

Da Deppo L., Datei C., Salandin P., *Sistemazione dei corsi d'acqua*, Edizioni Libreria Cortina, Padova, 2004.

De Marinis G., Fratino U., Piccinni A.F., Renna F.M., *L'efficienza idraulica dei dissipatori a gradini*, Atti del 28° Convegno di Idraulica e Costruzioni Idrauliche, Potenza, 2002.

Ferro V., *La sistemazione dei bacini idrografici*, McGraw-Hill, Milano, 2006.

Ghetti A., *Idraulica*, Edizioni Libreria Cortina, Padova, 1996.

Lo Bosco D., Leonardi G., Scopelliti F., *Il dimensionamento delle opere idrauliche a difesa del corpo stradale*, Quaderno di Dipartimento - Serie Didattica, Università degli Studi Mediterranea di Reggio Calabria, 2002.

Prescrizioni generali per la progettazione di RFI (PTP).

Regione Siciliana, Assessorato Territorio e Ambiente, *Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) – Bacino Idrografico del Fiume Simeto, Area Territoriale tra il bacino del Fiume Simeto e il bacino del Fiume San Leonardo, Lago di Pergusa, Lago di Maletto – Relazione*, 2005.

Regione Siciliana, Assessorato Territorio e Ambiente, *Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico della Regione Siciliana – Relazione Generale*, 2004.

Ven Te Chow, *Open-channel hydraulics*, McGraw-Hill Book Company, USA, 1959.