



# PONTE SULLO STRETTO DI MESSINA



## INTEGRAZIONI AL PROGETTO DEFINITIVO

### EUROLINK S.C.p.A.

IMPREGILO S.p.A. (MANDATARIA)  
 SOCIETÀ ITALIANA PER CONDOTTE D'ACQUA S.p.A. (MANDANTE)  
 COOPERATIVA MURATORI E CEMENTISTI - C.M.C. DI RAVENNA SOC. COOP. A.R.L. (MANDANTE)  
 SACYR S.A.U. (MANDANTE)  
 ISHIKAWAJIMA - HARIMA HEAVY INDUSTRIES CO. LTD (MANDANTE)  
 A.C.I. S.C.P.A. - CONSORZIO STABILE (MANDANTE)

	<b>IL PROGETTISTA</b> Dott. Ing. D. Spoglianti Ordine Ingegneri Milano n° A 20953	<b>IL CONTRAENTE GENERALE</b> Project Manager  (Ing. P.P. Marcheselli)	<b>STRETTO DI MESSINA</b> Direttore Generale  (Ing. G. Fiammenghi)	<b>STRETTO DI MESSINA</b> Amministratore Delegato  (Dott. P. Ciucci)
	Dott. Ing. E. Pagani Ordine Ingegneri Milano n° 15408	Firmato digitalmente ai sensi dell' "Art. 21 del D.Lgs. 82/2005"		

<i>Area tematica</i>	STUDIO D'IMPATTO AMBIENTALE
<i>Ente emittente</i>	MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE
<i>Autore dell'osservazione</i>	COMMISSIONE TECNICA VIA - VAS
<i>Riferimento richiesta</i>	INTEGRAZIONI ALLA RICHIESTA PROT. CTVA-2011-0004534 DEL 22/12/2011
<i>Titolo del documento</i>	RISPOSTA INTEGRAZIONE VERSANTE SICILIA ID 016

CODICE

V I A S 0 1 6 - F 1

REV	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
F1	30/05/201	EMISSIONE	A.CALEGARI	M.SALOMONE	D.SPOGLIANTI

NOME DEL FILE: VIAS016\_F1



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
RISPOSTA INTEGRAZIONE LATO SICILIA ID16		<i>Codice</i> VIAS016_F1.doc	<i>Rev</i> F1	<i>Data</i> 30/05/2012

## INDICE

INDICE .....		3
Integrazioni e chiarimenti al Gruppo Istruttore della Commissione Tecnica VIA - VAS .....		5
1 Premessa .....		5
2 Richiesta integrazione ID S016 .....		6
2.1 Risposta integrazione VIAS016 .....		6

		<p align="center"><b>Ponte sullo Stretto di Messina</b>  <b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p>		
<p>RISPOSTA INTEGRAZIONE LATO SICILIA ID16</p>		<p><i>Codice</i>  VIAS016_F1.doc</p>	<p><i>Rev</i>  F1</p>	<p><i>Data</i>  30/05/2012</p>

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
RISPOSTA INTEGRAZIONE LATO SICILIA ID16		<i>Codice</i> VIAS016_F1.doc	<i>Rev</i> F1	<i>Data</i> 30/05/2012

## Integrazioni e chiarimenti al Gruppo Istruttore della Commissione Tecnica VIA - VAS

### 1 Premessa

Il presente documento fornisce riscontro alle osservazioni e alla richiesta di integrazione avanzate dalla Commissione Tecnica di Valutazione di Impatto nell'ambito della Procedura di VIA Speciale (L.O. 141), ex D.Lgs. 163/2006 e ss.mm.ii., artt. 166 e 167, comma 5, e Verifica di Ottemperanza, ex artt. 166, comma 3, e 185, comma 4 e 5 in riferimento al Progetto Definitivo "Attraversamento stabile dello Stretto di Messina e dei collegamenti stradali e ferroviari sui versanti Calabria e Sicilia. In particolare il documento fornisce riscontro alla richiesta di integrazione n.16 inerenti la Relazione generale della componente ambiente idrico – acque superficiali (AM0186).

Con la rilettura degli elaborati prodotti, secondo le richieste della CT VIA, lo stato degli elaborati che concorrono all'analisi e alla valutazione degli impatti sulla componente risulta così composto:

- Elaborato AM0186 Relazione generale Ambiente idrico - acque superficiali verrà rieditata con nuovo codice VIAC009\_1.
- Elaborato AM0193 Sicilia carta del rischio idraulico con nuovo codice VIAS015\_1.
- Elaborati AM0198, AM0199 Sicilia carta di sintesi della sensibilità con nuovo codice VIAS023\_1 e VIAS023\_2.
- Elaborati AM201, AM202, AM203 Sicilia carta di sintesi degli impatti con nuovo codice VIAS023\_3, VIAS023\_4 e VIAS023\_5.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
RISPOSTA INTEGRAZIONE LATO SICILIA ID16		<i>Codice</i> VIAS016_F1.doc	<i>Rev</i> F1	<i>Data</i> 30/05/2012

## 2 Richiesta integrazione ID S016

*In riferimento ai contenuti della relazione idrologica generale sviluppata e utilizzata nel progetto, risulta necessario:*

- *reformulare i modelli idrologici con una corretta applicazione della metodologia VAPI, mediante l'utilizzo del parametro h del secondo livello di regionalizzazione del modello TCEV da assumersi variabile per le durate di 1, 3, 6, 12 e 24 ore;*
- *confrontare le risultanze, per il modello TCEV, di cui al punto precedente, con le risultanze del modello Gumbel, ai fini di valutare le condizioni maggiormente cautelative per l'opera in questione;*
- *per quanto riguarda l'informazione pluviometrica, utilizzare metodi di interpolazione spaziale che considerino oltre che la distanza, anche la differenza di quota tra le stazioni di Camaro, di Messina e di Ganzirri;*
- *in relazione alle risultanze di cui ai punti precedenti, riformulare le valutazioni circa gli eventi di precipitazione di durata inferiore all'ora, le curve di possibilità pluviometrica e le portate di piena.*

### 2.1 Risposta integrazione VIAS016

L'applicazione del VAPI è stata effettivamente eseguita utilizzando le espressioni complete del metodo che prevedono la variabilità dei parametri del secondo livello TCEV in funzione della durata delle precipitazioni; il confronto con la distribuzione di Gumbel ha portato all'assunzione di quest'ultima come riferimento per la costruzione del dato di progetto in quanto maggiormente cautelativa e basata su serie cronologiche più estese ed aggiornate rispetto alla regionalizzazione VAPI.

Per l'adattamento alle serie dei massimi annuali di precipitazione di durata oraria e plurioraria, e in generale per la descrizione degli eventi intensi, si è fatto riferimento alle distribuzioni GEV (Generalized Extreme Value) di tipo I (Gumbel), Log-Normale e TCEV, scegliendo quindi, a seguito di analisi critica supportata anche dall'applicazione di test statistici di adattamento, la procedura che garantisce una descrizione più affidabile e cautelativa.

Per ciascuna stazione pluviometrica sono stati costruiti 5 campioni statistici costituiti dalle osservazioni dei valori massimi annuali delle altezze di precipitazione per durate di 1, 3, 6, 12 e 24 ore. Si è proceduto quindi ad una regolarizzazione statistica dei singoli campioni, verificando l'adattamento ai dati di due distribuzioni probabilistiche tipiche, ovvero le già citate Gumbel e log-

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
RISPOSTA INTEGRAZIONE LATO SICILIA ID16		<i>Codice</i> VIAS016_F1.doc	<i>Rev</i> F1	<i>Data</i> 30/05/2012

normale.

Per tutte le serie in esame sono state quindi definite le distribuzioni Gumbel e log-normale che meglio regolarizzano il campione. Per scegliere la distribuzione più appropriata per le successive elaborazioni sono stati applicati due noti test statistici di adattamento, ovvero il test di Smirnov-Kolmogorov (SK)<sup>1</sup> e quello del Chi quadro ( $\chi^2$ )<sup>2</sup>.

Considerando in particolare i campioni relativi alla durata di 1 ora, di maggiore interesse per il caso in esame, per Messina e Ganzirri risulta migliore la Gumbel, mentre per Camaro si riscontra una più modesta prevalenza della log-normale. Dall'esame dei cartogrammi probabilistici si nota però come la log-normale fornisca generalmente una migliore descrizione del campione nella porzione più bassa (tempi di ritorno inferiori a 5 anni, di scarso interesse per le finalità dello studio), mentre nella porzione superiore la Gumbel risulti più prossima ai dati misurati, e comunque più cautelativa. È stata pertanto scelta come distribuzione probabilistica di riferimento, utilizzata per la regolarizzazione di tutti i campioni, la GEV di tipo 1 (Gumbel), congruentemente peraltro a quanto fatto per il versante Calabria, in accordo con studi pregressi.



Il modello VA.PI. sulla Valutazione delle Piene in Italia, portato avanti dalla Linea 1 del Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche (CNR-GNDCI), si basa sulla distribuzione probabilistica TCEV (Two Component Extreme Value distribution), a quattro parametri, che considera i valori estremi di una data grandezza idrologica come provenienti da due diverse popolazioni, una di eventi "normali" e una di eventi "eccezionali", descritti da due diversi rami della curva.

La Tabella 1 presenta un confronto tra le altezze di precipitazione relative a determinate durate e tempi di ritorno, stimate, in corrispondenza delle 3 stazioni pluviometriche considerate, utilizzando le metodologie di regressione statistica descritte nei paragrafi precedenti.

Si nota in particolare come le altezze d'acqua fornite dall'applicazione del modello VA.PI. risultino sempre inferiori rispetto a quelle determinate mediante la regressione diretta con la distribuzione di Gumbel per la durata di 1 ora, e sempre maggiori per la durata di 24 ore; per la durata di 6 ore le altezze VA.PI. sono maggiori per la sola stazione di Ganzirri.

<sup>1</sup> Il test SK valuta lo scostamento della frequenza cumulata del campione dalla probabilità cumulata teorica della distribuzione regolarizzata; esso deve risultare per tutti i valori compreso all'interno di un fuso di accettabilità, definito in funzione del livello di significatività del test.

<sup>2</sup> Il test  $\chi^2$  consiste nel suddividere il campione in classi equiprobabili (in funzione della distribuzione di probabilità regolarizzata) e di valutare lo scostamento relativo tra la numerosità di dati in ciascuna classe ed il valore atteso. La variabile test che rappresenta tale scostamento risulta avere una distribuzione di tipo  $\chi^2$ , con gradi di libertà pari a  $f=k-s-1$ , dove  $k$  è il numero delle classi e  $s$  quello dei parametri della distribuzione indagata. Il test è superato con un dato livello di significatività se la variabile test è minore di un corrispondente valore critico.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
RISPOSTA INTEGRAZIONE LATO SICILIA ID16		<i>Codice</i> VIAS016_F1.doc	<i>Rev</i> F1	<i>Data</i> 30/05/2012

Mediando su tutte le stazioni e i tempi di ritorno, per la durata di 1 ora (di maggiore interesse per il presente progetto) si verifica uno scostamento medio di +25% della Gumbel rispetto al VA.PI.

Stazione pluviometrica	modello di regressione	Durata [ore]	altezze d'acqua [mm] per vari TR [anni]				
			10	20	50	100	200
Ganzirri	VA.PI. (TCEV)	1	42,5	50,0	60,6	69,4	78,8
		6	71,1	84,4	103,7	119,5	135,9
		24	115,4	141,4	178,3	206,8	235,5
	Gumbel	1	49,5	57,1	66,8	74,1	81,4
		6	69,7	79,4	92,0	101,4	110,8
		24	90,8	102,6	117,9	129,3	140,7
Messina (istituto geofisico)	VA.PI. (TCEV)	1	41,7	49,1	59,6	68,2	77,5
		6	76,1	90,3	111,0	127,9	145,5
		24	131,9	161,7	203,8	236,5	269,3
	Gumbel	1	59,3	70,0	83,9	94,3	104,6
		6	91,0	107,4	128,7	144,7	160,6
		24	126,7	149,7	179,4	201,6	223,8
Camaro	VA.PI. (TCEV)	1	47,5	55,9	67,8	77,7	88,2
		6	93,7	111,2	136,6	157,4	179,0
		24	172,3	211,3	266,3	309,0	351,9
	Gumbel	1	62,2	73,0	87,0	97,5	107,9
		6	105,6	123,7	147,1	164,6	182,0
		24	159,1	186,0	220,7	246,8	272,8

Tabella 1 Confronto tra i valori di pioggia stimati sulle stazioni in esame per diverse durate e tempi di ritorno secondo le due metodologie di regressione trattate.

A conclusione dell'analisi svolta, le altezze d'acqua assunte come riferimento per il progetto sono quelle ottenute dalla regressione diretta mediante regolarizzazione della distribuzione di Gumbel, per i motivi elencati di seguito.

- Le osservazioni campionarie alla base delle elaborazioni sono estremamente aggiornate (anno 2009), mentre i dati alla base del metodo VA.PI. risalgono al periodo 1924-1982. Si evidenzia peraltro come gli anni più recenti siano stati caratterizzati nei dintorni delle aree in esame da numerosi eventi idrogeologici di particolare intensità.
- Per sopperire alla non elevata numerosità e omogeneità delle serie all'epoca disponibili, la definizione dei parametri strutturali del modello VA.PI. è basata su un'attività di regionalizzazione su ampia scala, dando pertanto meno peso alle osservazioni dirette nell'area in esame, le quali sono invece alla base della procedura di regressione diretta. Tale aspetto è da ritenersi rilevante in ragione delle peculiarità idrologiche locali di elevata piovosità, come descritto in precedenza.



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
RISPOSTA INTEGRAZIONE LATO SICILIA ID16		<i>Codice</i> VIAS016_F1.doc	<i>Rev</i> F1	<i>Data</i> 30/05/2012

- L'utilizzo delle altezze di pioggia derivate dalla regressione diretta risulta cautelativo per le applicazioni di progetto (cfr. Tabella 1), per le quali le durate di pioggia di interesse risultano pari o inferiori all'ora, come meglio descritto nei capitoli seguenti.

Per la regionalizzazione spaziale delle precipitazioni a partire dai dati dei pluviometri di Messina, Ganzirri e Camaro non è stato calcolato un fattore altimetrico in quanto non significativo nel caso in esame.

Le stazioni sono risultate infatti troppo poco numerose e scarsamente rappresentative della distribuzione altimetrica del territorio, in quanto due di esse (Messina e Ganzirri) sono posizionate poco sopra il livello del mare mentre la terza (Camaro) a quota elevata (568 m s.m.).

La variazione delle precipitazioni nell'area è risultata fortemente influenzata dalla posizione dei punti di misura rispetto al flusso delle perturbazioni piuttosto che dalla quota altimetrica, come ben evidenziato in relazione (si veda p.e. la seguente Figura 1).

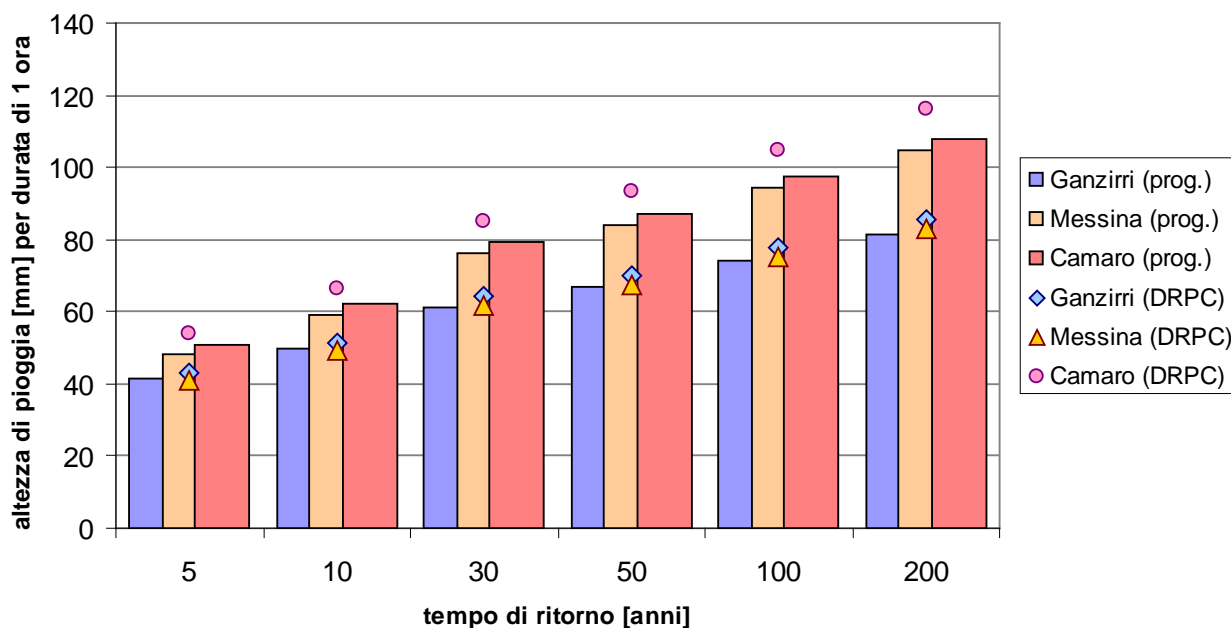



Figura 1 Confronto tra le altezze di pioggia di progetto e quelle ottenute dalle curve di possibilità pluviometrica definite dal Dipartimento Regionale di Protezione Civile.

In questo contesto il calcolo di un gradiente altimetrico sulla base dei dati misurati, rispetto al quale riportare i valori puntuali delle tre stazioni ad una stessa quota di riferimento sulla quale effettuale la regionalizzazione spaziale, è risultato quanto mai aleatorio e affetto da ampi margini di approssimazione, che sarebbero ulteriormente incrementati nella procedura di calcolo delle precipitazioni riferite ai singoli bacini, quando si trattasse di riportare il dato regionalizzato dalla

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
RISPOSTA INTEGRAZIONE LATO SICILIA ID16		<i>Codice</i> VIAS016_F1.doc	<i>Rev</i> F1	<i>Data</i> 30/05/2012

quota di riferimento alla quota media del bacino.

Per i motivi sopra espressi si è optato per una semplice (ma robusta) spazializzazione basata sulle distanze e non sulle quote.