



# 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 LATO CALABRIA ID18



CODICE

V I A C 0 1 8 - F 1

REV	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
F1	30/05/2012	EMISSIONE	P. FERRARI	M.SALOMONE	D.SPOGLIANTI



NOME DEL FILE: VIAC018\_F1



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
RISPOSTA INTEGRAZIONE LATO CALABRIA ID 18		<i>Codice</i> VIAC018_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 C18.....		5
2.1 Risposta integrazione VIAG018.....		5

		<p align="center"><b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> PROGETTO DEFINITIVO</p>		
<p>RISPOSTA INTEGRAZIONE LATO CALABRIA ID 18</p>		<p><i>Codice</i> VIAC018_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 CALABRIA ID18		<i>Codice</i> VIAC018_F1.doc18	<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, con riferimento alla Relazione Idrologica CB001\_F0 e alla Componente "Ambiente Idrico, Acque superficiali", relativamente al Lato Calabria, il Ministero avanza la richiesta di chiarimenti ed integrazioni n. 18 che verrà sviluppata nel dettaglio al successivo paragrafo.

### 2 Richiesta integrazione ID C18

*Rivedere i risultati e le conclusioni ottenute sulla base dell'errore effettuato per la TCEV (i calcoli riportati per la TCEV risultano errati a causa di un'inversione di segno nella formula che definisce il parametro 'n' della funzione  $h(t) = a \ln$ ).*

#### 2.1 Risposta integrazione VIAG018

I calcoli relativi alla distribuzione TCEV sono stati effettuati con la formulazione corretta; l'inversione di segno è un refuso del testo della relazione. Per l'assunzione dei dati di progetto è stato peraltro fatto riferimento a una regionalizzazione delle precipitazioni locali regolarizzate con Gumbel, specificatamente eseguita per lo studio.

Nello studio idrologico, come illustrato in relazione, è stata infatti effettuata una preventiva analisi di confronto tra diverse distribuzioni statistiche riferita alle serie di precipitazioni locali disponibili, dalla quale è emersa la maggiore rappresentatività della distribuzione di Gumbel. Questa, confrontata localmente con la TCEV, ha fornito dati maggiormente cautelativi. Si è pertanto optato per una ricostruzione del campo di precipitazioni nell'area di studio mediante superfici interpolanti i dati di regolarizzazione locale con Gumbel, in grado di fornire risultati maggiormente cautelativi rispetto ad altre distribuzioni e derivanti da serie storiche più estese e aggiornate rispetto al metodo VAPI.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
RISPOSTA INTEGRAZIONE LATO CALABRIA ID18		<i>Codice</i> VIAC018_F1.doc18	<i>Rev</i> F1	<i>Data</i> 30/05/2012

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 due distribuzioni probabilistiche tipiche, ovvero le già citate Gumbel e log-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 tutte le stazioni si ha la sostanziale equivalenza tra la bontà di adattamento delle due curve, tranne per Villa S. Giovanni dove si riscontra una modesta predominanza della log-normale. Dall'esame del cartogramma probabilistico si nota però come la log-normale fornisca 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 in studi pregressi (DG87/03 - ANAS, 2010).

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

<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 CALABRIA ID18		<i>Codice</i> VIAC018_F1.doc18	<i>Rev</i> F1	<i>Data</i> 30/05/2012

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 5 stazioni pluviometriche considerate, utilizzando le metodologie di regressione statistica di Gumbel e TCEV (VAPI).

Si nota in particolare come le altezze d’acqua fornite dall’applicazione del modello VA.PI. risultino generalmente inferiori rispetto a quelle determinate mediante la regressione diretta con la distribuzione di Gumbel.

Più in dettaglio, i valori ottenuti dalla Gumbel sono inferiori solamente per la stazione di Gambarie, relativamente alla durata di un’ora (da -2% a -14%), e a quella di Arasì, per la durata di 6 ore e tempi di ritorno maggiori di 100 anni (da -3% a -6%). Per tutte le altre stazioni e durate, esse risultano superiori, con differenze medie di circa +20% che giungono anche a sfiorare +30%, con scostamenti percentuali maggiori per la durata di 1 ora a Villa S.Giovanni, Scilla e Arasì, e per la durata di 24 ore a Gambarie e Reggio.

Stazione pluviometrica	modello di regressione	durata [ore]	altezze d'acqua [mm] per vari TR [anni]					
			5	10	20	50	100	200
Villa S. Giovanni	VA.PI. (TCEV)	1	32,6	38,8	45,2	54,5	62,0	69,5
		6	45,2	53,8	62,7	75,6	86,0	96,4
		24	58,3	69,3	80,7	97,4	110,8	124,2
	Gumbel	1	39,7	49,3	58,4	70,3	79,2	88,0
		6	58,2	69,2	79,8	93,5	103,8	114,0
		24	75,5	88,9	101,6	118,2	130,6	142,9
Scilla	VA.PI. (TCEV)	1	32,6	38,8	45,2	54,5	62,0	69,5
		6	46,4	55,1	64,3	77,6	88,2	98,9
		24	60,9	72,4	84,4	101,9	115,9	129,8
	Gumbel	1	42,1	50,0	57,5	67,3	74,6	81,9
		6	55,1	64,6	73,6	85,3	94,1	102,9
		24	74,0	89,2	103,7	122,6	136,7	150,8
Gambarie d'Aspromonte	VA.PI. (TCEV)	1	32,6	38,8	45,2	54,5	62,0	69,5
		6	69,9	83,0	96,8	116,8	132,9	148,9
		24	126,0	149,8	174,5	210,7	239,6	268,5
	Gumbel	1	32,8	38,1	43,2	49,8	54,8	59,7
		6	82,1	98,6	114,4	134,8	150,1	165,4
		24	160,4	197,6	233,3	279,5	314,1	348,5
Reggio di Calabria	VA.PI. (TCEV)	1	32,6	38,8	45,2	54,5	62,0	69,5
		6	45,4	54,0	62,9	75,9	86,4	96,8
		24	58,7	69,8	81,3	98,1	111,6	125,1

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
RISPOSTA INTEGRAZIONE LATO CALABRIA ID18		<i>Codice</i> VIAC018_F1.doc18	<i>Rev</i> F1	<i>Data</i> 30/05/2012

Stazione pluviometrica	modello di regressione	durata [ore]	altezze d'acqua [mm] per vari TR [anni]					
			5	10	20	50	100	200
	Gumbel	1	35,7	43,0	49,9	58,9	65,6	72,3
		6	55,3	65,9	76,0	89,2	99,0	108,8
		24	77,9	93,4	108,2	127,3	141,7	156,0

Stazione pluviometrica	modello di regressione	Durata [ore]	altezze d'acqua [mm] per vari TR [anni]					
			5	10	20	50	100	200
Arasi	VA.PI. (TCEV)	1	32,6	38,8	45,2	54,5	62,0	69,5
		6	55,6	66,1	77,1	93,0	105,8	118,6
		24	84,1	100,0	116,5	140,6	159,9	179,2
	Gumbel	1	39,8	48,5	56,9	67,7	75,8	83,9
		6	62,5	72,2	81,5	93,5	102,5	111,4
		24	98,2	114,8	130,8	151,4	166,9	182,3

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 1916-1987. Si evidenzia peraltro come gli anni più recenti siano stati caratterizzati nei dintorni delle aree in esame da numerosi eventi idrogeologici di intensità particolarmente elevata.
- Per sopperire alla non elevata numerosità delle serie disponibili, a fronte di un'attività di regionalizzazione su ampia scala, la definizione dei parametri strutturali del modello VA.PI. è basata su un'analisi statistica dei massimi di pioggia giornalieri, ipotizzando poi di poter estendere i risultati ottenuti anche alle durate brevi (orarie e pluriorarie), le quali però appaiono in generale governate da dinamiche di tipo differente. La regressione delle serie aggiornate opera invece direttamente su campioni di buona numerosità dei massimi di pioggia di breve durata, fornendo in linea di principio risultati di maggiore attendibilità, considerando anche che le durate critiche di pioggia per le opere in progetto risultano addirittura inferiori all'ora.
- L'utilizzo delle altezze di pioggia derivate dalla regressione diretta risulta in generale cautelativo.