

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:



MANDANTI:



IL DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE:

Ing. Paolo Cucino  
ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROV. DI TRENTO  
Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche  
DOPO LA VERIFICA DELLO STUDIO  
ISCRIZIONE ALBO N° 2216

## PROGETTO ESECUTIVO

**PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"**

RELAZIONE

05 - GEOLOGIA, IDROGEOLOGIA

A - Relazioni

Allegati Geomeccanica

Relazione sulle stazioni geomeccaniche

APPALTATORE		SCALA:
IL DIRETTORE TECNICO  Ing. Pietro Gianvecchio		-

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
I B O U	1 B	E	Z Z	R H	G E 0 0 0 0	0 0 5	A

Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione	A.Damiano	29/12/2021	P.Perello	31/12/2021	D.Buttafoco (Dolomiti)	19/01/2022	IL PROGETTISTA A.Damiano

File: IB0U1BEZZRHGE0000005A.docx

n. Elab.:

APPALTATORE:		<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>			
<b>05 - GEOLOGIA, IDROGEOLOGIA</b> Relazione sulle stazioni geomeccaniche	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GE0000005	REV. A	FOGLIO. 2 di 13

## SOMMARIO

<b>1. METODOLOGIE ADOTTATE PER LA CARATTERIZZAZIONE GEOMECCANICA .....</b>	<b>3</b>
1.1 CLASSIFICAZIONE DEGLI AMMASSI ROCCIOSI.....	3
<b>2. STAZIONI GEOMECCANICHE – CLASSIFICAZIONE AMMASSO ROCCIOSO .....</b>	<b>4</b>
2.1 STAZIONE N. 01 (ST-01).....	4
2.2 STAZIONE N. 02 (ST-02).....	5
2.3 STAZIONE N. 03 (ST-03).....	6
2.4 STAZIONE N. 04 (ST-04).....	7
2.5 STAZIONE N. 05 (ST-05).....	8
2.6 STAZIONE N. 6 (ST-06).....	9
2.7 STAZIONE N. (ST-07).....	10
2.8 STAZIONE N. 08 (ST-068).....	11
2.9 STAZIONE N. 09 (ST-09).....	12
2.10 STAZIONE N. 10 (ST-10).....	13

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>					
Mandatario:	Mandanti:		PROGETTO ESECUTIVO			
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA	GDP GEOMIN	SIFEL SIST			
	M Ingegneria					
05 - GEOLOGIA, IDROGEOLOGIA	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Relazione sulle stazioni geomeccaniche	IBOU	1BEZZ	RH	GE0000005	A	3 di 13

## 1. METODOLOGIE ADOTTATE PER LA CARATTERIZZAZIONE GEOMECCANICA

### 1.1 CLASSIFICAZIONE DEGLI AMMASSI ROCCIOSI

Ai fini della classificazione geomeccanica dell'ammasso al contorno delle zone d'imbocco delle gallerie, per la presente fase di progetto esecutivo, è stata eseguita una caratterizzazione geomeccanica mediante 10 nuove stazioni di rilievo su affioramenti significativi.

L'ubicazione delle stazioni geomeccaniche è indicata nelle schede di sintesi (elaborato IB0U1BEZZRHGE0000004A ) oltre che nelle carte di ubicazione stop e stazioni geomeccaniche (elaborati IB0U1BEZZG4GE0001001A, IB0U1BEZZG4GE0001002A e IB0U1BEZZG4GE0001003A)

L'approccio adottato per la scelta delle ubicazioni delle stazioni di misura è stato quello di ottenere dati relativi alle diverse litologie e alle differenti condizioni di fratturazione degli ammassi rocciosi di interesse per le zone d'imbocco.

La caratterizzazione dell'ammasso roccioso è stata eseguita mediante la **classificazione RMR (Rock Mass Rating; Bieniawski, 1989)**, il sistema **Q** (Barton, 1974) ed infine secondo la stima del GSI definito in sito durante le osservazioni di campagna, in accordo con le tavole proposte da Marinós & Hoek (2000) e Marinós & Hoek (2001).

Per quanto riguarda l'RMR sono necessarie alcune precisazioni circa l'adozione dei parametri utilizzati nella classificazione.

Una prima precisazione riguarda lo stato di alterazione ed apertura dei giunti. Dal momento che le stazioni strutturali sono state eseguite in superficie e allo scopo di caratterizzare gli ammassi rocciosi presenti nelle zone d'imbocco è evidente che esse riflettono condizioni di alterazione e detensionamento più o meno accentuate che non possono essere estrapolate ed utilizzate per le condizioni in profondità indicative della situazione che incontreranno le gallerie.

Una seconda definizione riguarda il tipo di informazione RMR che viene fornita che nel caso specifico è l'RMR base, ovvero senza correzione per l'orientazione delle gallerie, che può variare da zona a zona. Una terza precisazione riguarda le condizioni idriche utilizzate per cui non sono stati definiti afflussi rilevanti.

Inoltre per la stima della resistenza a compressione monoassiale ( $\sigma_c$ ) si è fatto riferimento ai valori definiti in fase di progetto definitivo, derivanti da prove di laboratorio, a dati acquisiti durante le fasi di rilevamento e ai dati bibliografici.

In proposito alla classificazione di Barton è stato sempre utilizzato un valore del parametro SRF pari a 2,5 considerando che gli ammassi rocciosi esaminati, trovandosi in superficie, sono caratterizzati da un basso campo tensionale.

Per i dettagli riguardanti i dati geologici e geomeccanici raccolti in sito si faccia riferimento alle schede relative alle stazioni geomeccaniche (elaborato IB0U1BEZZRHGE0000004A).

APPALTATORE:		<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>			
<b>05 - GEOLOGIA, IDROGEOLOGIA</b> Relazione sulle stazioni geomeccaniche	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GE0000005	REV. A	FOGLIO. 4 di 13

## 2. STAZIONI GEOMECCANICHE – CLASSIFICAZIONE AMMASSO ROCCIOSO

### 2.1 STAZIONE N. 01 (ST-01)

#### Geomechanical classification chart

Bieniawski (1989)

#### Input data and calculated results



<b>Project:</b> Fortezza - Ponte Gardena <b>Tunnel:</b> Scaleres <b>Observer:</b> GDP <b>Rock(s):</b>		<b>Date:</b> <b>Location:</b> Imbocco Scaleres S <b>Note:</b> Stazione ST-01		
Input parameters		Input values and ratings		
		RMR 1989		
Tunnel characteristics	Tunnel span (m) 10 Wall height (m) 5			
A. Rock	A1 Compressive strength of intact rock:	40 MPa	A1 = 4	
B. Fracturing degree	B1 Rock Quality Designation (RQD):	81,25	A2 = 17	
	B2 Volume of the elementary block:	23,7 dm <sup>3</sup>	not included	
	B3 Joint spacing:	0.2-0.6 m	A3 = 10	
C. Jointing pattern	C1 Block shape factor:	-	not included	
	C2 Number of joint sets:	-	not included	
	C3 Orientation of main joint set	crown:	-	B = -2
		walls:	-	not included
D. Joint characteristics	D1 Joint smoothness:	roughness:	slightly rough	A4c = 3
			-	not included
	D3 Joint alteration	weathering:	slightly altered	A4e = 3
		filling:	-	A4d = 6
	D4 Joint length or persistence:	medium (3-10 m)	A4a = 2	
D5 Joint separation or aperture:	moderately open (0.5-2.5 mm)	A4b = 1		
E. Interlocking	E Compactness of rockmass:	-	not included	
F. Groundwater	F Groundwater inflow:	dry	A5 = 15	
<i>Notice that swelling rock is not included</i>				
<b>CALCULATED RESULTS (for tunnel or cavern conditions)</b>				
Ground quality (related to stability)		RMR		
		crown:	RMR = 59 Fair	
		walls:	RMR = 59	

Reference: A. Palmström, Q-RMR-RMi, version 3, RockMass AS, November 2012

Q <sub>1993</sub>
Span = 10
Wall = 5
-
RQD = 81
-
-
J <sub>n</sub> = 6
-
-
J <sub>r</sub> = 1,75
J <sub>a</sub> = 2
-
-
J <sub>w</sub> = 1
SRF = 2,5

<b>Q</b>	4,7
Ground quality	Fair

APPALTATORE:		<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>			
<b>05 - GEOLOGIA, IDROGEOLOGIA</b> Relazione sulle stazioni geomeccaniche	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GE0000005	REV. A	FOGLIO. 5 di 13

## 2.2 STAZIONE N. 02 (ST-02)

### Geomechanical classification chart

Bieniawski (1989)

### Input data and calculated results



<b>Project:</b> 21-25 Fortezza - Ponte Gardena		<b>Date:</b>		
<b>Tunnel:</b> Gardena		<b>Location:</b> Imbocco Gardena N		
<b>Observer:</b> GDP		<b>Note:</b> Stazione ST-02		
<b>Rock(s):</b>				
Input parameters		Input values and ratings		
		RMR 1989		
Tunnel characteristics	Tunnel span (m)	10		
	Wall height (m)	5		
A. Rock	A1 Compressive strength of intact rock:	60 MPa	A1 = 7	
B. Fracturing degree	B1 Rock Quality Designation (RQD):	59,25	A2 = 13	
	B2 Volume of the elementary block:	4,3 dm <sup>3</sup>	<i>not included</i>	
	B3 Joint spacing:	0.2-0.6 m	A3 = 10	
C. Jointing pattern	C1 Block shape factor:	-	<i>not included</i>	
	C2 Number of joint sets:	-	<i>not included</i>	
	C3 Orientation of main joint set	crown:	-	B = -2
		walls:	-	<i>not included</i>
D. Joint characteristics	D1 Joint smoothness:	smooth	A4c = 1	
	D2 Joint undulation:	roughness:	-	
	D3 Joint alteration	weathering:	fresh/no filling	A4e = 6
		filling:	-	A4d = 6
	D4 Joint length or persistence:	short (1-3 m)	A4a = 4	
D5 Joint separation or aperture:	moderately open (0.5-2.5 mm)	A4b = 1		
E. Interlocking	E Compactness of rockmass:	-	<i>not included</i>	
F. Groundwater	F Groundwater inflow:	dry	A5 = 15	
<i>Notice that swelling rock is not included</i>				
<b>CALCULATED RESULTS (for tunnel or cavern conditions)</b>				
Ground quality (related to stability)		RMR		
		crown:	RMR = 61 Good	
		walls:	RMR = 61	
<i>Reference: A. Palmström, Q-RMR-RMI, version 3, RockMass AS, November 2012</i>				

<b>Q</b> 1993
Span = 10
Wall = 5
-
RQD = 59
-
-
Jn = 9
-
-
Jr = 1,4
Ja = 1
-
-
-
Jw = 1
SRF = 2,5

<b>Q</b>	3,6
Ground quality	Poor

APPALTATORE: 	<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>05 - GEOLOGIA, IDROGEOLOGIA</b> Relazione sulle stazioni geomeccaniche	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GE0000005	REV. A	FOGLIO. 6 di 13

## 2.3 STAZIONE N. 03 (ST-03)

### Geomechanical classification chart

Bieniawski (1989)

#### Input data and calculated results



Project: Fortezza - Ponte Gardena Tunnel: Gardena Observer: GDP Rock(s):			Date: Location: Imbocco Gardena N Note: Stazione ST-03		
Input parameters			Input values and ratings		
			RMR 1989		
Tunnel characteristics	Tunnel span (m) 10 Wall height (m) 5				
A. Rock	A1 Compressive strength of intact rock:		60 MPa	A1 = 7	
B. Fracturing degree	B1 Rock Quality Designation (RQD):		75,25	A2 = 17	
	B2 Volume of the elementary block:		13,4 dm <sup>3</sup>	<i>not included</i>	
	B3 Joint spacing:		0.2-0.6 m	A3 = 10	
C. Jointing pattern	C1 Block shape factor:		-	<i>not included</i>	
	C2 Number of joint sets:		-	<i>not included</i>	
	C3 Orientation of main joint set	crown:	-	B = -2	
		walls:	-	<i>not included</i>	
D. Joint characteristics	D1 Joint smoothness:	roughness:	smooth	A4c = 1	
	D2 Joint undulation:		-	<i>not included</i>	
	D3 Joint alteration	weathering:	healed	A4e = 6	
		filling:	-	A4d = 6	
	D4 Joint length or persistence:		short (1-3 m)	A4a = 4	
D5 Joint separation or aperture:		tight (0.1-0.5 mm)	A4b = 4		
E. Interlocking	E Compactness of rockmass:		-	<i>not included</i>	
F. Groundwater	F Groundwater inflow:		dry	A5 = 15	
<i>Notice that swelling rock is not included</i>					
<b>CALCULATED RESULTS</b> (for tunnel or cavern conditions)					
			RMR		
Ground quality (related to stability)			crown:	RMR = 68	
			walls:	Good	
				RMR = 68	
<i>Reference: A. Palmström, Q-RMR-RMi, version 3, RockMass AS, November 2012</i>					

Q 1993
Span = 10
Wall = 5
-
RQD = 75
-
-
Jn = 6
-
-
Jr = 1,4
Ja = 0,75
-
-
-
Jw = 1
SRF = 2,5

<b>Q</b>	9,3
Ground quality	Fair

APPALTATORE:		<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>			
<b>05 - GEOLOGIA, IDROGEOLOGIA</b> Relazione sulle stazioni geomeccaniche	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GE0000005	REV. A	FOGLIO. 7 di 13

## 2.4 STAZIONE N. 04 (ST-04)

### Geomechanical classification chart

Bieniawski (1989)

#### Input data and calculated results



<b>Project:</b> Fortezza - Ponte Gardena		<b>Date:</b>		
<b>Tunnel:</b> Gardena		<b>Location:</b> Imbocco Gardena N		
<b>Observer:</b> GDP		<b>Note:</b> Stazione ST-04		
<b>Rock(s):</b>				
Input parameters		Input values and ratings		
		RMR 1989		
Tunnel characteristics	Tunnel span (m) 10 Wall height (m) 5			
A. Rock	A1 Compressive strength of intact rock:	60 MPa	A1 = 7	
B. Fracturing degree	B1 Rock Quality Designation (RQD):	85	A2 = 17	
	B2 Volume of the elementary block:	36,0 dm <sup>3</sup>	not included	
	B3 Joint spacing:	0.2-0.6 m	A3 = 10	
C. Jointing pattern	C1 Block shape factor:	-	not included	
	C2 Number of joint sets:	-	not included	
	C3 Orientation of main joint set	crown:	-	B = -2
		walls:	-	not included
D. Joint characteristics	D1 Joint smoothness:	roughness: smooth	A4c = 1	
	D2 Joint undulation:	roughness: -	not included	
	D3 Joint alteration	weathering: healed	A4e = 6	
		filling: -	A4d = 6	
	D4 Joint length or persistence:	medium (3-10 m)	A4a = 2	
D5 Joint separation or aperture:	tight (0.1-0.5 mm)	A4b = 4		
E. Interlocking	E Compactness of rockmass:	-	not included	
F. Groundwater	F Groundwater inflow:	dry	A5 = 15	
<i>Notice that swelling rock is not included</i>				
<b>CALCULATED RESULTS</b> (for tunnel or cavern conditions)				
<b>Ground quality</b> (related to stability)		<b>RMR</b>		
		crown:	RMR = 66 Good	
		walls:	RMR = 66	
<i>Reference: A. Palmström, Q-RMR-RMi, version 3, RockMass AS, November 2012</i>				

Q 1993
Span = 10
Wall = 5
-
RQD = 85
-
-
Jn = 6
-
-
Jr = 1,4
-
Ja = 0,75
-
-
-
Jw = 1
-
SRF = 2,5

<b>Q</b>	10,5
Ground quality	Good

APPALTATORE:		<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>				
<b>05 - GEOLOGIA, IDROGEOLOGIA</b> Relazione sulle stazioni geomeccaniche	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GE0000005	REV. A	FOGLIO. 8 di 13

## 2.5 STAZIONE N. 05 (ST-05)

### Geomechanical classification chart

Bieniawski (1989)

### Input data and calculated results



<b>Project:</b> Fortezza - Ponte Gardena			<b>Date:</b>		
<b>Tunnel:</b> Scaleres			<b>Location:</b> Imbocco Scaleres N		
<b>Observer:</b> GDP			<b>Note:</b> Stazione ST-05		
<b>Rock(s):</b>					
Input parameters			Input values and ratings		
			RMR 1989		
Tunnel characteristics	Tunnel span (m) 10				
	Wall height (m) 5				
A. Rock	A1 Compressive strength of intact rock:	110 MPa	A1 = 12		
B. Fracturing degree	B1 Rock Quality Designation (RQD):	100	A2 = 20		
	B2 Volume of the elementary block:	0,6 m³	not included		
	B3 Joint spacing:	0,6-2 m	A3 = 15		
C. Jointing pattern	C1 Block shape factor:	-	not included		
	C2 Number of joint sets:	-	not included		
	C3 Orientation of main joint set	crown:	-	B = -2	
		walls:	-	not included	
D. Joint characteristics	D1 Joint smoothness:	roughness: smooth	A4c = 1		
	D2 Joint undulation:	roughness: -	not included		
	D3 Joint alteration	weathering: slightly altered	A4e = 3		
		filling: -	A4d = 6		
	D4 Joint length or persistence:	medium (3-10 m)	A4a = 2		
D5 Joint separation or aperture:	moderately open (0,5-2,5 mm)	A4b = 1			
E. Interlocking	E Compactness of rockmass:	-	not included		
F. Groundwater	F Groundwater inflow:	dry	A5 = 15		
<i>Notice that swelling rock is not included</i>					
<b>CALCULATED RESULTS (for tunnel or cavern conditions)</b>					
<b>Ground quality (related to stability)</b>			<b>RMR</b>		
			crown:	RMR = 73	
			walls:	RMR = 73	
			Good		
<i>Reference: A. Palmström, Q-RMR-RMi, version 3, RockMass AS, November 2012</i>					

Q 1993
Span = 10
Wall = 5
-
RQD = 100
-
-
Jn = 4
-
-
Jr = 1,4
-
Ja = 2
-
-
-
Jw = 1
-
SRF = 2,5

<b>Q</b>	7
Ground quality	Fair

APPALTATORE:		<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>			
<b>05 - GEOLOGIA, IDROGEOLOGIA</b> Relazione sulle stazioni geomeccaniche	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GE0000005	REV. A	FOGLIO. 9 di 13

## 2.6 STAZIONE N. 6 (ST-06)

### Geomechanical classification chart

Bieniawski (1989)

#### Input data and calculated results



<b>Project:</b> Fortezza - Ponte Gardena		<b>Date:</b>		
<b>Tunnel:</b> Gardena		<b>Location:</b> Imbocco Gardena N		
<b>Observer:</b> GDP		<b>Note:</b> Stazione ST-06		
<b>Rock(s):</b>				
Input parameters		Input values and ratings		
		RMR <sub>1989</sub>		
Tunnel characteristics	Tunnel span (m) 10			
	Wall height (m) 5			
A. Rock	A1 Compressive strength of intact rock:	60 MPa	A1 = 7	
B. Fracturing degree	B1 Rock Quality Designation (RQD):	100	A2 = 20	
	B2 Volume of the elementary block:	1,0 m <sup>3</sup>	not included	
	B3 Joint spacing:	0.6-2 m	A3 = 15	
C. Jointing pattern	C1 Block shape factor:	-	not included	
	C2 Number of joint sets:	-	not included	
	C3 Orientation of main joint set	crown:	-	B = -2
		walls:	-	not included
D. Joint characteristics	D1 Joint smoothness:	smooth	A4c = 1	
	D2 Joint undulation:	roughness:	not included	
	D3 Joint alteration	weathering:	slightly altered	A4e = 3
		filling:	-	A4d = 6
	D4 Joint length or persistence:	medium (3-10 m)	A4a = 2	
D5 Joint separation or aperture:	tight (0.1-0.5 mm)	A4b = 4		
E. Interlocking	E Compactness of rockmass:	-	not included	
F. Groundwater	F Groundwater inflow:	dry	A5 = 15	
<i>Notice that swelling rock is not included</i>				
<b>CALCULATED RESULTS</b> (for tunnel or cavern conditions)				
Ground quality (related to stability)		RMR		
		crown:	RMR = 71 Good	
		walls:	RMR = 71	
<i>Reference: A. Palmström, Q-RMR-RMi, version 3, RockMass AS, November 2012</i>				

Q <sub>1993</sub>
Span = 10
Wall = 5
-
RQD = 100
-
-
J <sub>n</sub> = 3
-
-
J <sub>r</sub> = 1,4
-
-
Ja = 2
-
-
-
J <sub>w</sub> = 1
SRF = 2,5

<b>Q</b>	9,3
Ground quality	Fair

APPALTATORE:		<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>			
<b>05 - GEOLOGIA, IDROGEOLOGIA</b> Relazione sulle stazioni geomeccaniche	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GE0000005	REV. A	FOGLIO. 10 di 13

## 2.7 STAZIONE N. (ST-07)

### Geomechanical classification chart

Bieniawski (1989)

### Input data and calculated results



<b>Project:</b> Fortezza - Ponte Gardena		<b>Date:</b>		
<b>Tunnel:</b> Scaleres		<b>Location:</b> Imbocco Scaleres S		
<b>Observer:</b> GDP		<b>Note:</b> Stazione ST-07		
<b>Rock(s):</b>				
Input parameters		Input values and ratings		
		RMR 1989		
Tunnel characteristics	Tunnel span (m) 10 Wall height (m) 5			
A. Rock	A1 Compressive strength of intact rock:	140 MPa	A1 = 12	
B. Fracturing degree	B1 Rock Quality Designation (RQD):	58,5	A2 = 13	
	B2 Volume of the elementary block:	4,1 dm <sup>3</sup>	not included	
	B3 Joint spacing:	0.2-0.6 m	A3 = 10	
C. Jointing pattern	C1 Block shape factor:	-	not included	
	C2 Number of joint sets:	-	not included	
	C3 Orientation of main joint set	crown:	-	B = -2
		walls:	-	not included
D. Joint characteristics	D1 Joint smoothness:	roughness:	rough	
	D2 Joint undulation:		-	
	D3 Joint alteration	weathering:	healed	A4e = 6
		filling:	-	A4d = 6
	D4 Joint length or persistence:		medium (3-10 m)	A4a = 2
D5 Joint separation or aperture:		tight (0.1-0.5 mm)	A4b = 4	
E. Interlocking	E Compactness of rockmass:	-	not included	
F. Groundwater	F Groundwater inflow:	dry	A5 = 15	
<i>Notice that swelling rock is not included</i>				
<b>CALCULATED RESULTS</b> (for tunnel or cavern conditions)				
<b>Ground quality</b> (related to stability)		<b>RMR</b>		
		crown:	RMR = 71 Good	
		walls:	RMR = 71	
<i>Reference: A. Palmström, Q-RMR-RMi, version 3, RockMass AS, November 2012</i>				

<b>Q</b> 1993
Span = 10
Wall = 5
-
RQD = 59
-
-
Jn = 9
-
-
Jr = 2,1
Ja = 0,75
-
-
-
Jw = 1
SRF = 2,5

<b>Q</b>	7,2
Ground quality	Fair

APPALTATORE: 	<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>05 - GEOLOGIA, IDROGEOLOGIA</b> Relazione sulle stazioni geomeccaniche	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GE0000005	REV. A	FOGLIO. 11 di 13

## 2.8 STAZIONE N. 08 (ST-068)

### Geomechanical classification chart

Bieniawski (1989)

#### Input data and calculated results



Project: Fortezza - Ponte Gardena			Date:			
Tunnel: Scaleres			Location: Imbocco Scaleres S			
Observer: GDP			Note: Stazione ST-08			
Rock(s):						
Input parameters			Input values and ratings			
			RMR 1989			
Tunnel characteristics	Tunnel span (m) 10					
	Wall height (m) 5					
A. Rock	A1 Compressive strength of intact rock:		140 MPa		A1 = 12	
B. Fracturing degree	B1 Rock Quality Designation (RQD):		95,375		A2 = 20	
	B2 Volume of the elementary block:		179,8 dm <sup>3</sup>		not included	
	B3 Joint spacing:		0,6-2 m		A3 = 15	
C. Jointing pattern	C1 Block shape factor:		-		not included	
	C2 Number of joint sets:		-		not included	
	C3 Orientation of main joint set	crown:	-		B = -2	
		walls:	-		not included	
D. Joint characteristics	D1 Joint smoothness:	roughness:	smooth		A4c = 1	
	D2 Joint undulation:		-		not included	
	D3 Joint alteration	weathering:	fresh/no filling			A4e = 6
		filling:	-			A4d = 6
	D4 Joint length or persistence:		medium (3-10 m)		A4a = 2	
D5 Joint separation or aperture:		moderately open (0,5-2,5 mm)			A4b = 1	
E. Interlocking	E Compactness of rockmass:		-		not included	
F. Groundwater	F Groundwater inflow:		dry		A5 = 15	
<i>Notice that swelling rock is not included</i>						
<b>CALCULATED RESULTS</b> (for tunnel or cavern conditions)						
			<b>RMR</b>			
<b>Ground quality</b> (related to stability)			crown:	<b>RMR = 76</b>		
			walls:	<b>Good</b>		
			walls:	<b>RMR = 76</b>		
<i>Reference: A. Palmström, Q-RMR-RMi, version 3, RockMass AS, November 2012</i>						

Q <sub>1993</sub>
Span = 10
Wall = 5
-
RQD = 95
-
-
J <sub>n</sub> = 4
-
-
J <sub>r</sub> = 1,4
-
Ja = 1
-
-
-
J <sub>w</sub> = 1
-
SRF = 2,5

<b>Q</b>	13,3
Ground quality	Good

APPALTATORE: 	<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>05 - GEOLOGIA, IDROGEOLOGIA</b> Relazione sulle stazioni geomeccaniche	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO GE0000005	REV. A	FOGLIO. 12 di 13

## 2.9 STAZIONE N. 09 (ST-09)

### Geomechanical classification chart

Bieniawski (1989)

### Input data and calculated results



Project: Fortezza - Ponte Gardena Tunnel: Scaleres Observer: GDP Rock(s):			Date: Location: Imbocco Scaleres S Note: Stazione ST-09			
Input parameters			Input values and ratings			
			RMR 1989			
Tunnel characteristics	Tunnel span (m) 10 Wall height (m) 5					
A. Rock	A1 Compressive strength of intact rock:		140 MPa	A1 = 12		
B. Fracturing degree	B1 Rock Quality Designation (RQD):		61,375	A2 = 13		
	B2 Volume of the elementary block:		4,9 dm <sup>3</sup>	not included		
	B3 Joint spacing:		0.2-0.6 m	A3 = 10		
C. Jointing pattern	C1 Block shape factor:		-	not included		
	C2 Number of joint sets:		-	not included		
	C3 Orientation of main joint set	crown:		-	B = -2	
		walls:		-	not included	
D. Joint characteristics	D1 Joint smoothness:	roughness:	slightly rough	A4c = 3		
	D2 Joint undulation:		-	not included		
	D3 Joint alteration	weathering:		healed	A4e = 6	
		filling:		-	A4d = 6	
	D4 Joint length or persistence:		medium (3-10 m)	A4a = 2		
D5 Joint separation or aperture:		very tight (<0.1 mm)	A4b = 5			
E. Interlocking	E Compactness of rockmass:		-	not included		
F. Groundwater	F Groundwater inflow:		dry	A5 = 15		
<i>Notice that swelling rock is not included</i>						
<b>CALCULATED RESULTS</b> (for tunnel or cavern conditions)						
			RMR			
Ground quality (related to stability)			crown:	RMR = 70		
			walls:	Good		
			walls:	RMR = 70		
<i>Reference: A. Palmström, Q-RMR-RMi, version 3, RockMass AS, November 2012</i>						

Q 1993
Span = 10
Wall = 5
-
RQD = 61
-
-
Jn = 9
-
-
Jr = 1,75
-
Ja = 0,75
-
-
-
Jw = 1
-
SRF = 2,5

<b>Q</b>	6,3
Ground quality	Fair

APPALTATORE: 	<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>												
PROGETTAZIONE: Mandataria: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>05 - GEOLOGIA, IDROGEOLOGIA</b> Relazione sulle stazioni geomeccaniche	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO.</td> </tr> <tr> <td>IBOU</td> <td>1BEZZ</td> <td>RH</td> <td>GE0000005</td> <td>A</td> <td>13 di 13</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.	IBOU	1BEZZ	RH	GE0000005	A	13 di 13
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.								
IBOU	1BEZZ	RH	GE0000005	A	13 di 13								

## 2.10 STAZIONE N. 10 (ST-10)

### Geomechanical classification chart

Bieniawski (1989)

### Input data and calculated results



<b>Project:</b> Fortezza - Ponte Gardena <b>Tunnel:</b> Scaleres <b>Observer:</b> GDP <b>Rock(s):</b>		<b>Date:</b> <b>Location:</b> Imbocco Scaleres S <b>Note:</b> Stazione ST-10		
Input parameters		Input values and ratings		
		RMR 1989		
Tunnel characteristics	Tunnel span (m) 10			
	Wall height (m) 5			
A. Rock	A1 Compressive strength of intact rock:	140 MPa	A1 = 12	
B. Fracturing degree	B1 Rock Quality Designation (RQD):	80,25	A2 = 17	
	B2 Volume of the elementary block:	21,4 dm <sup>3</sup>	<i>not included</i>	
	B3 Joint spacing:	0.2-0.6 m	A3 = 10	
C. Jointing pattern	C1 Block shape factor:	-	<i>not included</i>	
	C2 Number of joint sets:	-	<i>not included</i>	
	C3 Orientation of main joint set	crown:	-	B = -2
		walls:	-	<i>not included</i>
D. Joint characteristics	D1 Joint smoothness:	roughness: smooth	A4c = 1	
	D2 Joint undulation:	roughness: -	<i>not included</i>	
	D3 Joint alteration	weathering: healed	A4e = 6	
		filling: -	A4d = 6	
	D4 Joint length or persistence:	short (1-3 m)	A4a = 4	
D5 Joint separation or aperture:	tight (0.1-0.5 mm)	A4b = 4		
E. Interlocking	E Compactness of rockmass:	-	<i>not included</i>	
F. Groundwater	F Groundwater inflow:	dry	A5 = 15	
<i>Notice that swelling rock is not included</i>				
<b>CALCULATED RESULTS (for tunnel or cavern conditions)</b>				
		RMR		
Ground quality (related to stability)	crown:	RMR = 73		
	walls:	RMR = 73		
<i>Reference: A. Palmström, Q-RMR-RMI, version 3, RockMass AS, November 2012</i>				

Q 1993
Span = 10
Wall = 5
-
RQD = 80
-
-
Jn = 6
-
-
Jr = 1,4
Ja = 0,75
-
-
Jw = 1
SRF = 2,5

<b>Q</b>	10
Ground quality	Good