

INTEGRAZIONE DEI RISULTATI DI ANALISI NUMERICHE

condotte nell'ambito dello studio «sul comportamento della Diga di Abate Alonia, sul torrente Olivento, in termini di piezometria, spostamenti ed evoluzione del quadro fessurativo, dalla costruzione dello sbarramento alla data odierna» oggetto della Convenzione di ricerca tra il Consorzio di Bonifica della Basilicata e il Dipartimento di Ingegneria dell'Università di Perugia, conclusa a ottobre 2020.

ANALISI NUMERICHE TENSO-DEFORMATIVE

ESEGUITE CON IL CODICE DI CALCOLO PLAXIS (CONNECT EDITION V20_BENTEL SYSTEM INT. LTD)

Con riferimento ai seguenti eventi:

- 1° ciclo di invaso/svaso sperimentale (settembre 56 – maggio 1958)
- ciclo «completo» di svaso e successivo invaso (aprile 1976 – maggio 1978)
- evento di piena gennaio 2003 e successivo svaso rapido (febbraio 2003).

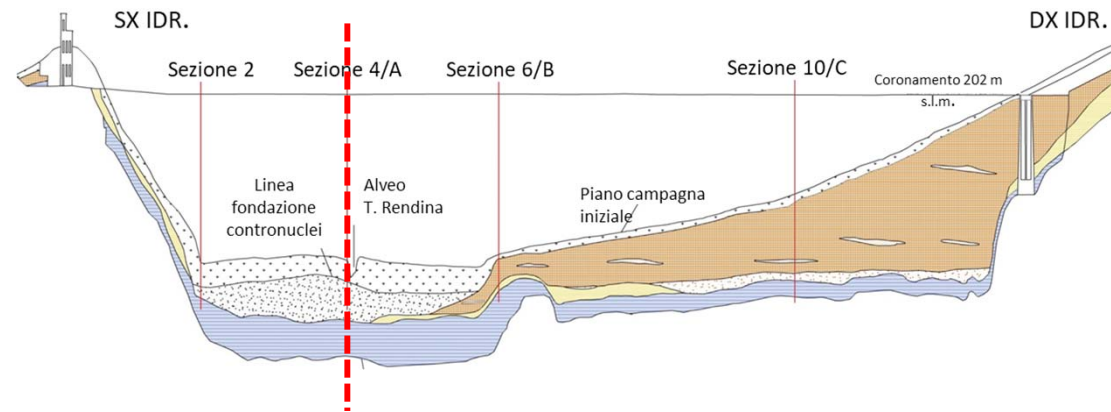
rappresentazione dei

- campi di stato tensionale e deformativo,
- campi di spostamenti verticali e orizzontali, assoluti e incrementali.

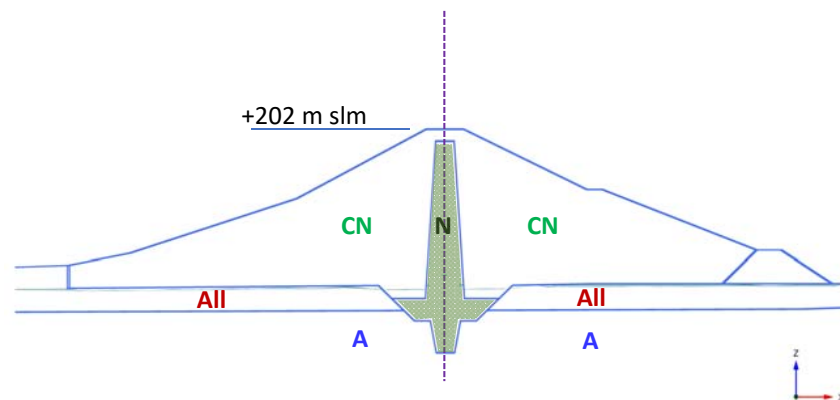
ANALISI NUMERICHE DI FILTRAZIONE CONDOTTE CON IL CODICE DI CALCOLO SEEP/W (GEOSTUDIO, 2007)

Con riferimento all'evento di piena di gennaio 2003 e successivo svaso rapido, rappresentazione dei campi di gradiente di filtrazione.

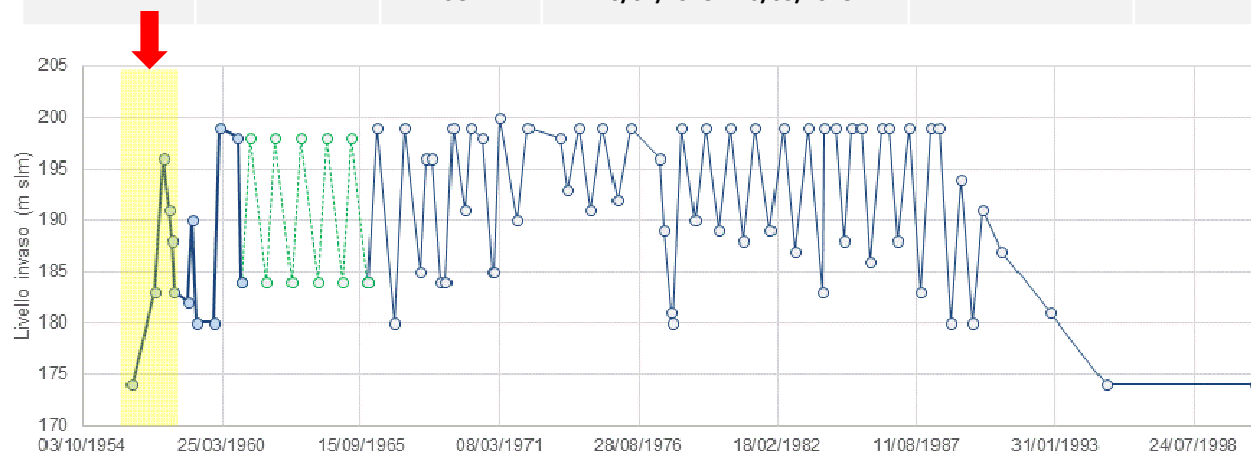
I risultati di seguito presentati sono riferiti esclusivamente alla sezione trasversale **4-A**, rappresentativa del comportamento in sinistra idraulica della diga.



PRE-INTERVENTO DI ADEGUAMENTO SEZ 4-A



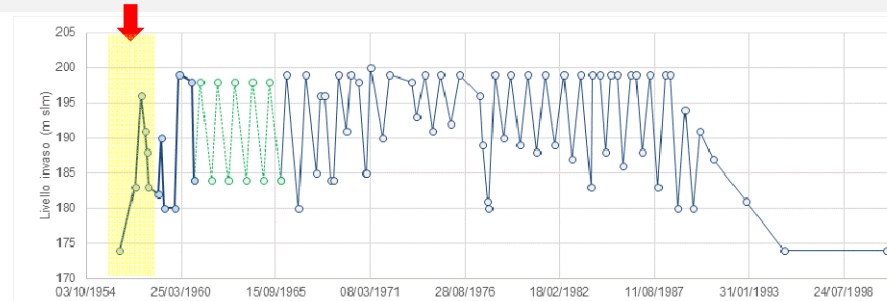
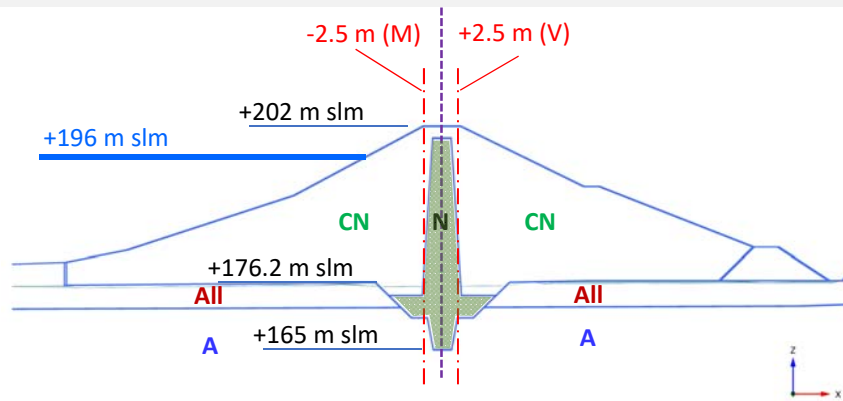
FASE 1 COSTRUZIONE RILEVATO DIGA		FASE 2 INVASO PRE-INTERVENTO		FASE 3 LAVORI DI ADEGUAMENTO		FASE 4 INVASO POST-INTERVENTO	
01/03/1955 - 01/09/1956		01/09/1956 - 02/01/2001		02/01/2001 – 31/08/2001		31/08/2001 – 12/08/2020	
EVENTO	DATA	EVENTO	DATA	EVENTO	DATA	EVENTO	DATA
INIZIO COSTRUZIONE RILEVATO DIGA	01/03/1955	INVASO 1I	01/09/1956 – 05/12/1957	INIZIO RIPROFILATURA E COSTRUZ. RINFIANCHI	02/01/2001	PIENA 5I	23/11/2002 – 26/01/2003
FINE COSTRUZIONE RILEVATO DIGA	01/09/1956	SVASO 1S	05/12/1957 – 09/05/1958	FINE RIPROFILATURA E COSTRUZ. RINFIANCHI	31/08/2001	RAPIDO SVASO 5S	26/01/2003 – 26/02/2003
		SVASO 3S	26/04/1976 – 10/01/1978			RECENTE / ATTUALE	12/08/2020
		INVASO 4I	10/01/1978 – 16/05/1978				



PRE-INTERVENTO
1° ciclo invaso/svaso
anni 1956 – 1958

$$\Delta H \text{ svaso} < \Delta H \text{ invaso}$$

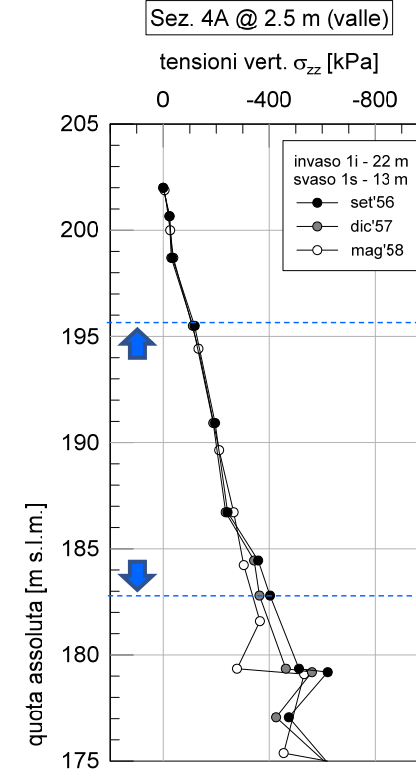
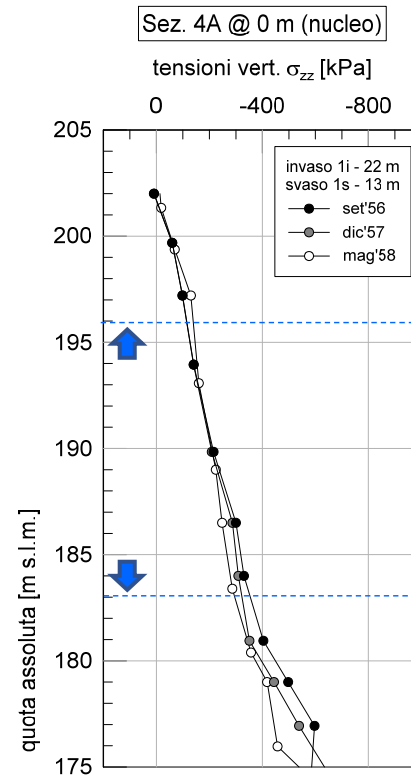
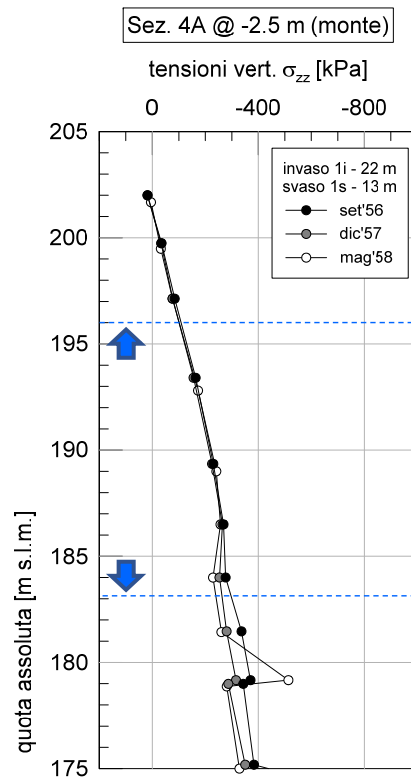
Distribuzione delle tensioni verticali, σ_{zz} con z (in asse e a 2.5m dall'asse monte/valle)



SETT '56:
FINE COSTRUZIONE

DIC'57: INVASO

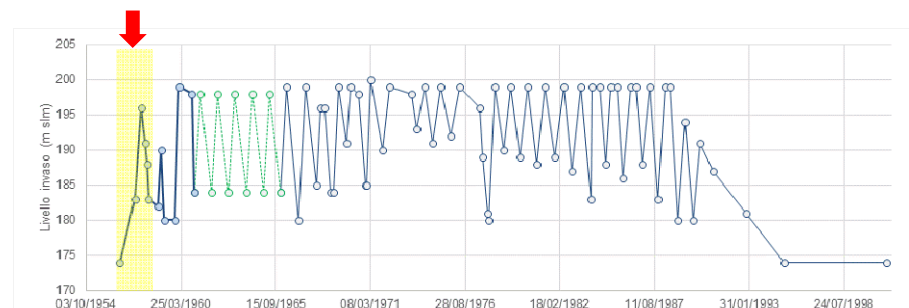
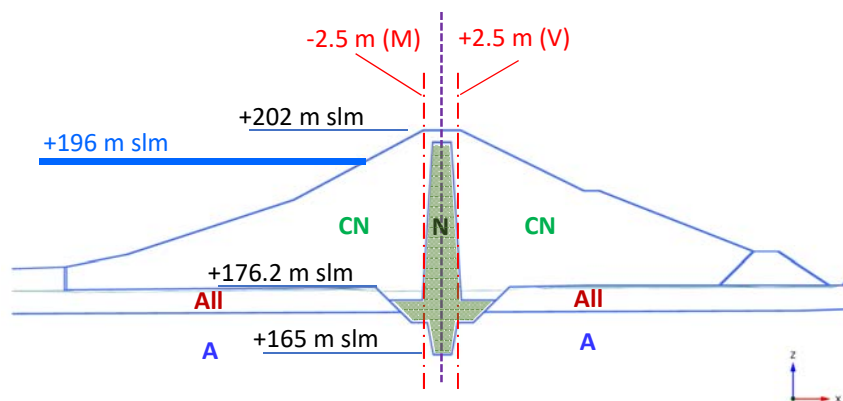
MAG'58: SVASO



PRE – INTERVENTO: invaso dicembre 1957; svaso maggio 1958

Nota: $\sigma_{zz} < 0$ (compressione)

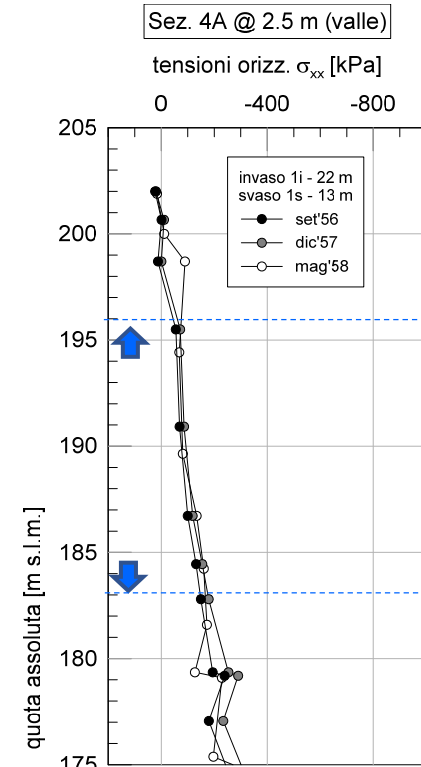
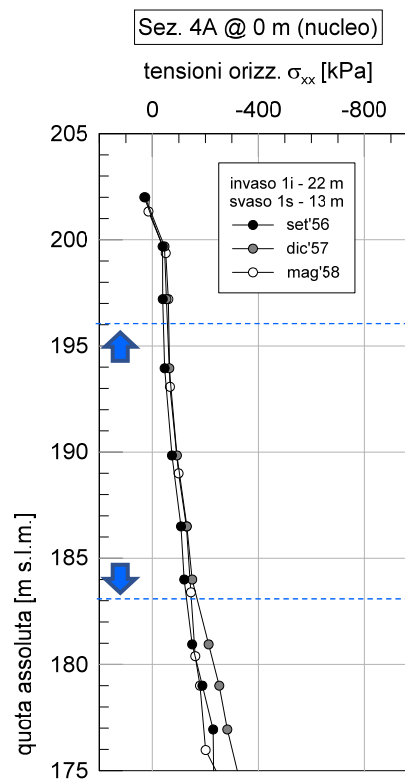
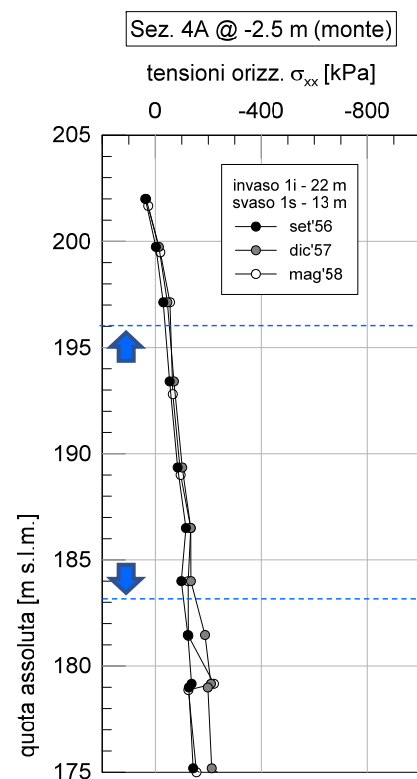
Distribuzione delle tensioni orizzontali, σ_{xx} con z (in asse e a 2.5m dall'asse monte/valle)



SETT '56:
FINE COSTRUZIONE

DIC'57: INVASO

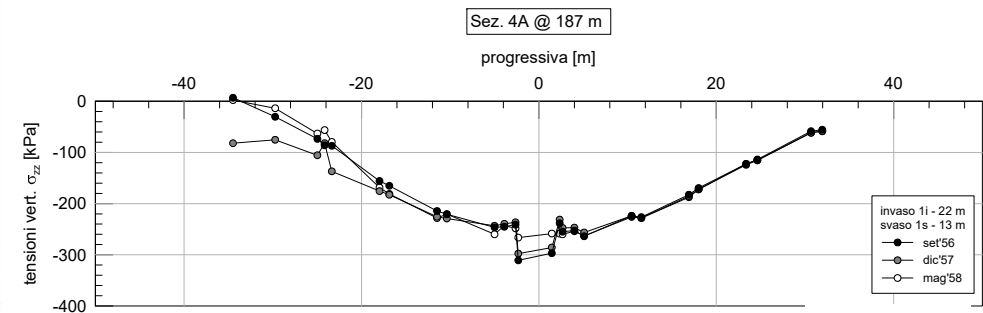
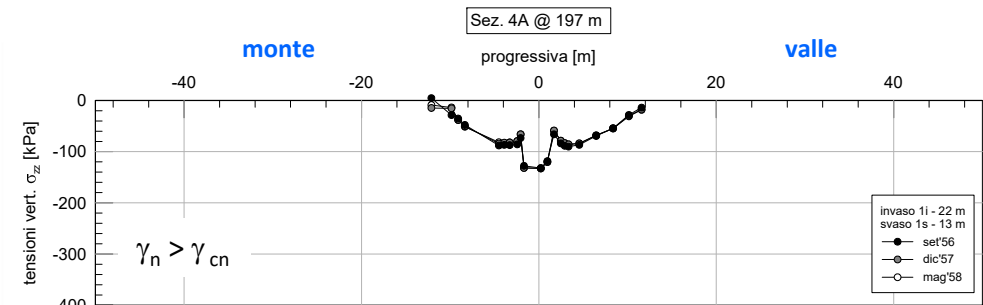
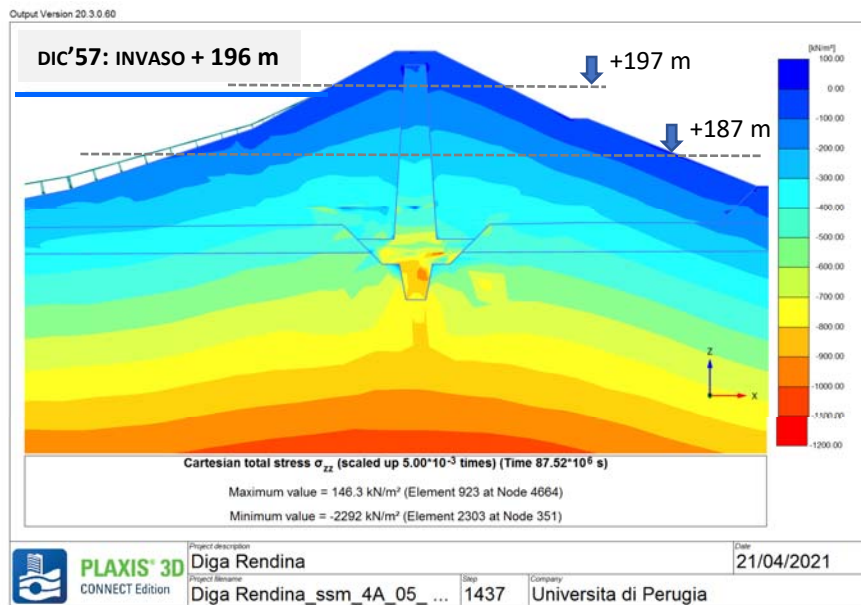
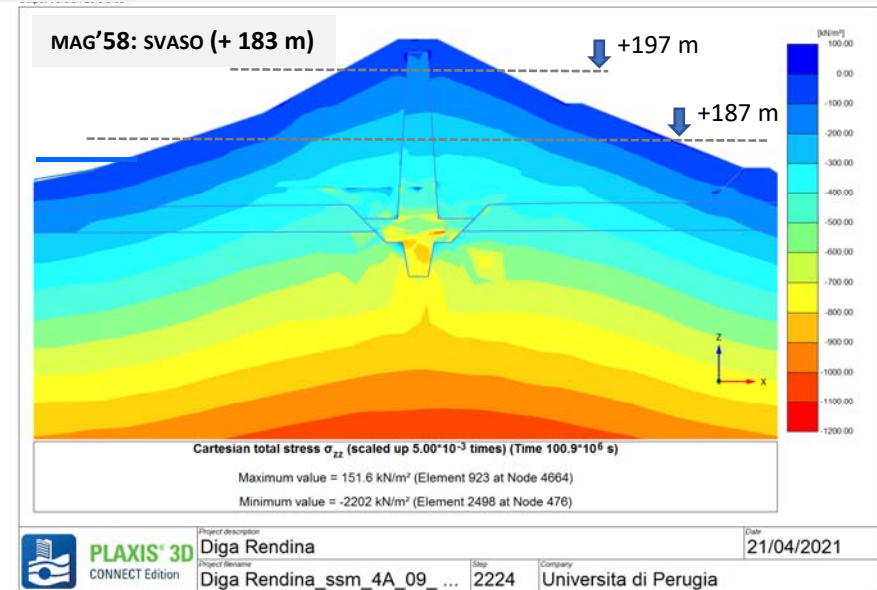
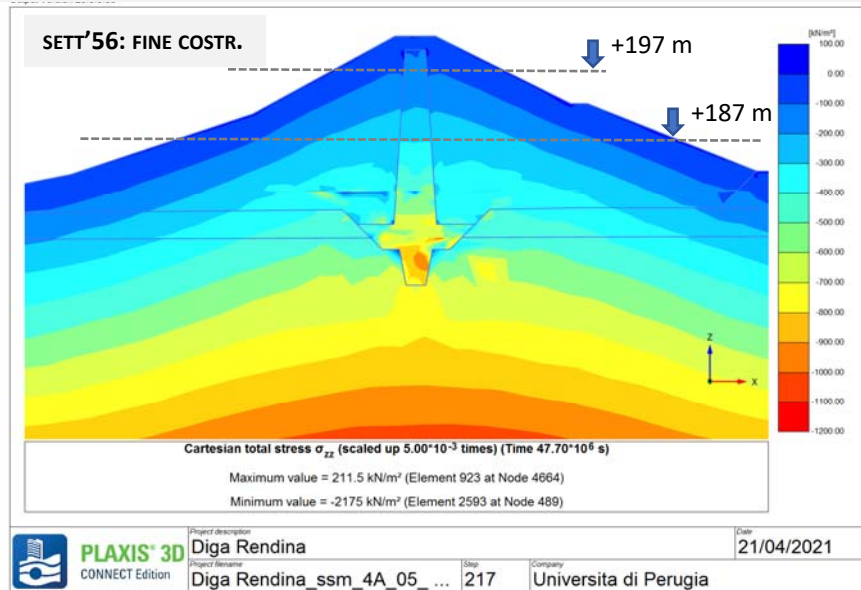
MAG'58: SVASO



PRE – INTERVENTO: invaso dicembre 1957; svaso maggio 1958

Nota: $\sigma_{xx} < 0$ (compressione)

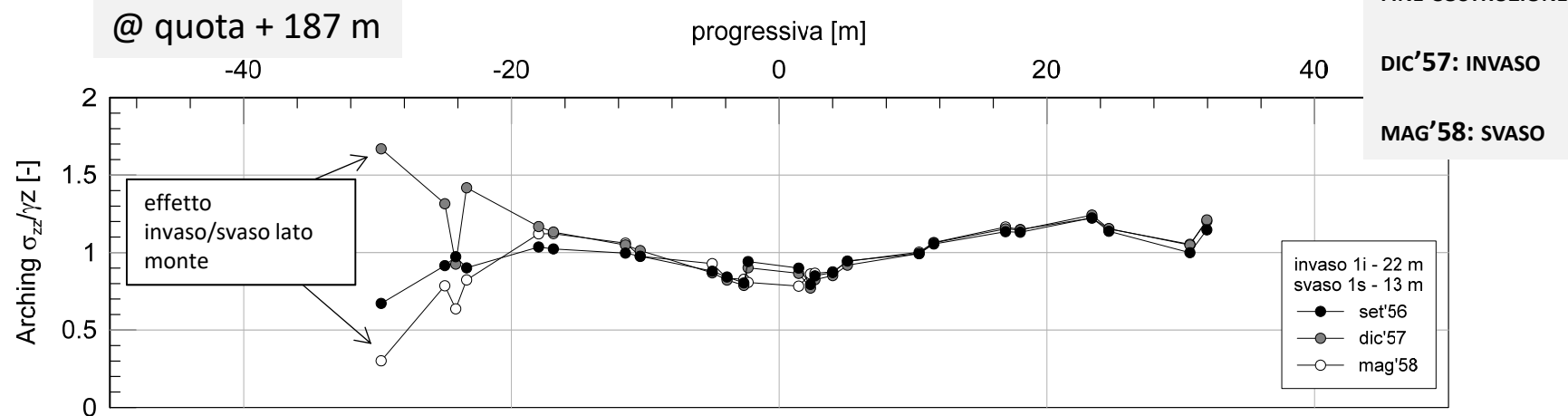
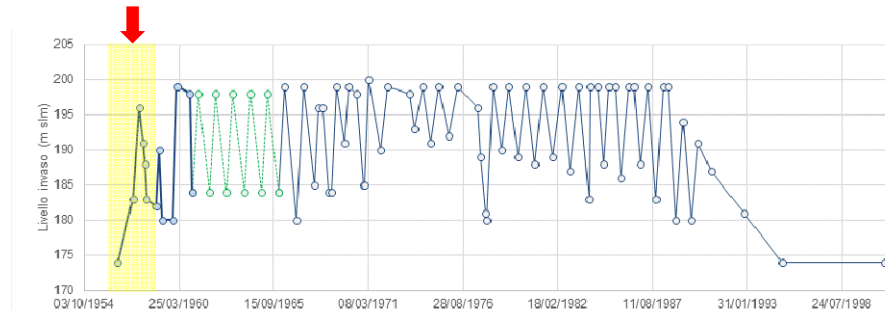
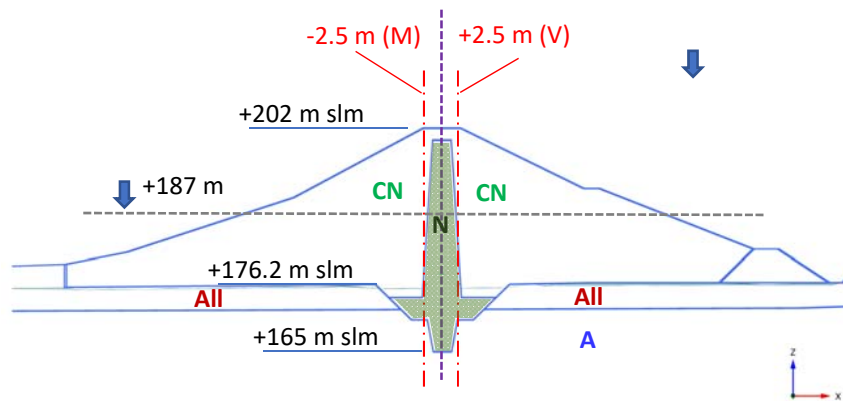
Distribuzione dei contours delle tensioni verticali, σ_{zz}



PRE – INTERVENTO: invaso dicembre 1957; svaso maggio 1958

Nota: $\sigma_{zz} < 0$ (compressione)

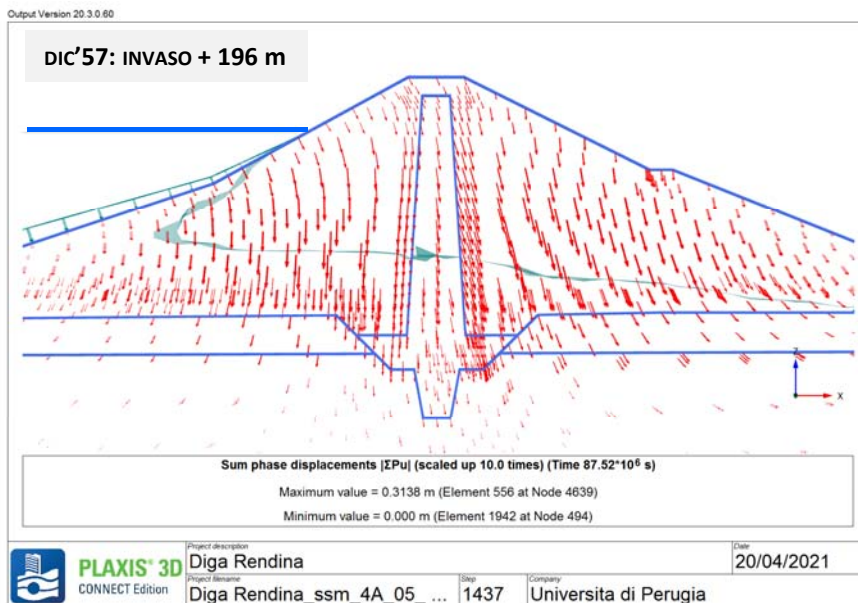
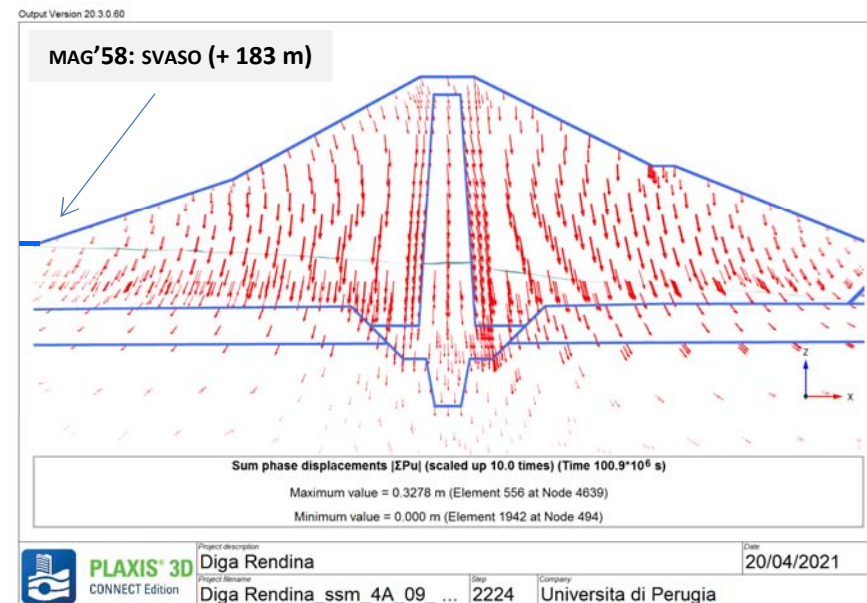
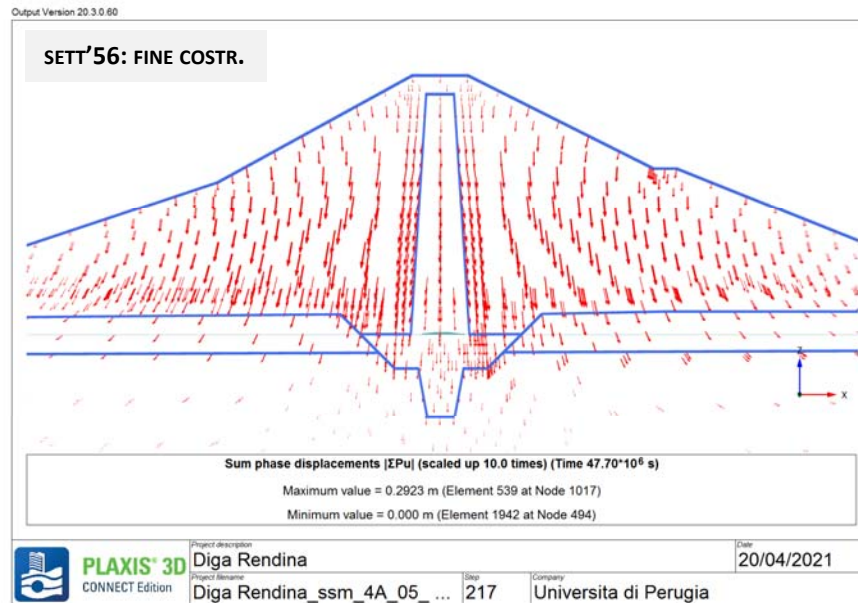
Effetto arco $\sigma_v/\gamma z$: distribuzione con la profondità, in asse e a 2.5m dall'asse (monte e valle)



Nota:

valori di $\sigma_v/\gamma z > 1$ nel nucleo, dal coronamento fino alla quota + 185m, sono ragionevolmente imputabili a una differenza di rigidità tra nucleo e contronuclei.

Pattern di spostamenti (risultante)

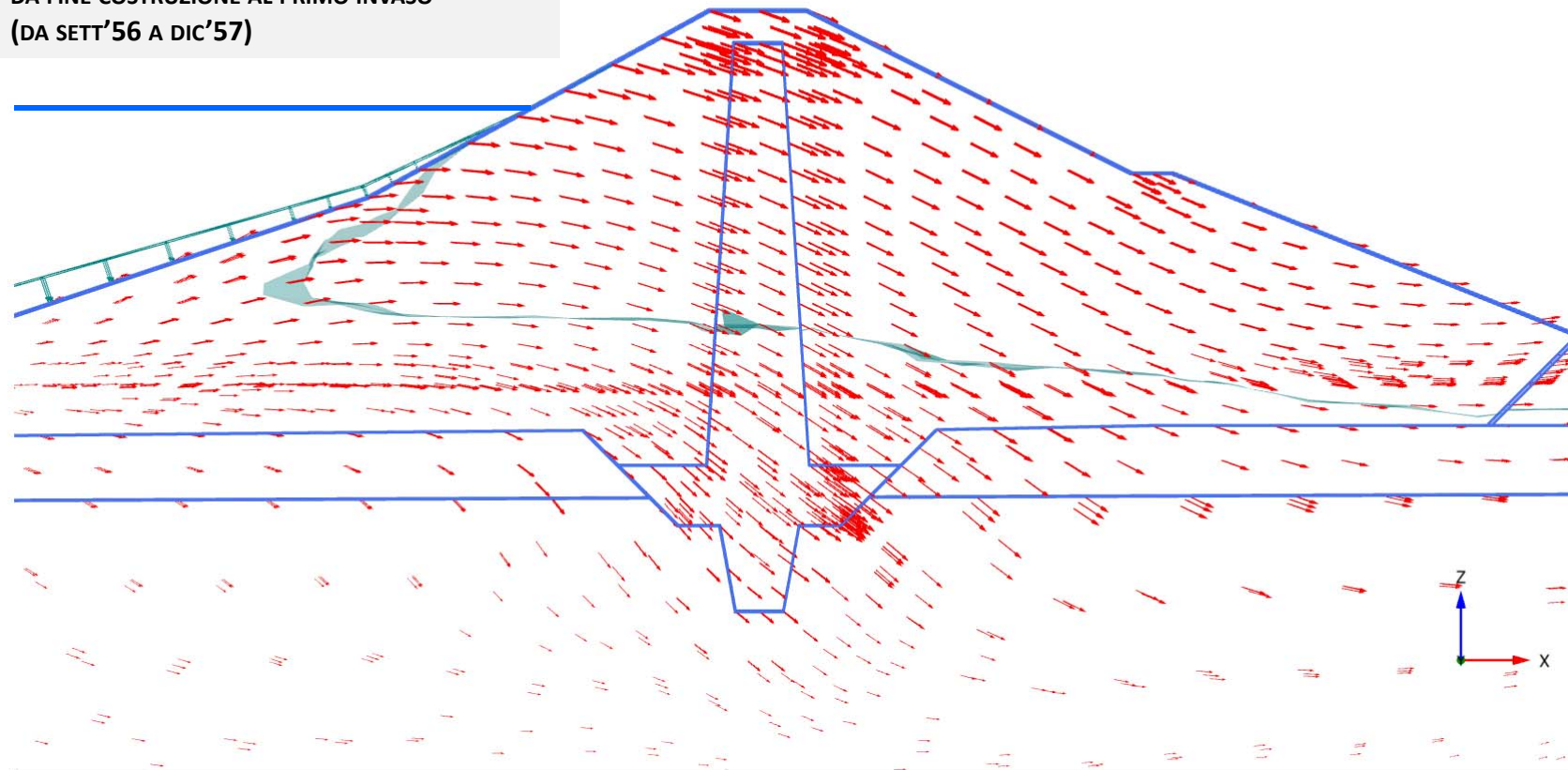


PRE – INTERVENTO: invaso dicembre 1957; svaso maggio 1958

Pattern di spostamenti incrementali (risultante)

Output Version 20.3.0.60

DA FINE COSTRUZIONE AL PRIMO INVASO
(DA SETT'56 A DIC'57)



Phase displacements |Pu| (scaled up 50.0 times) (Time 87.52×10^6 s)

Maximum value = 0.04279 m (Element 4 at Node 84)



PLAXIS® 3D
CONNECT Edition

Project description

Diga Rendina

Project filename

Diga Rendina_ssm_4A_05_...

Step

1437

Company

Universita di Perugia

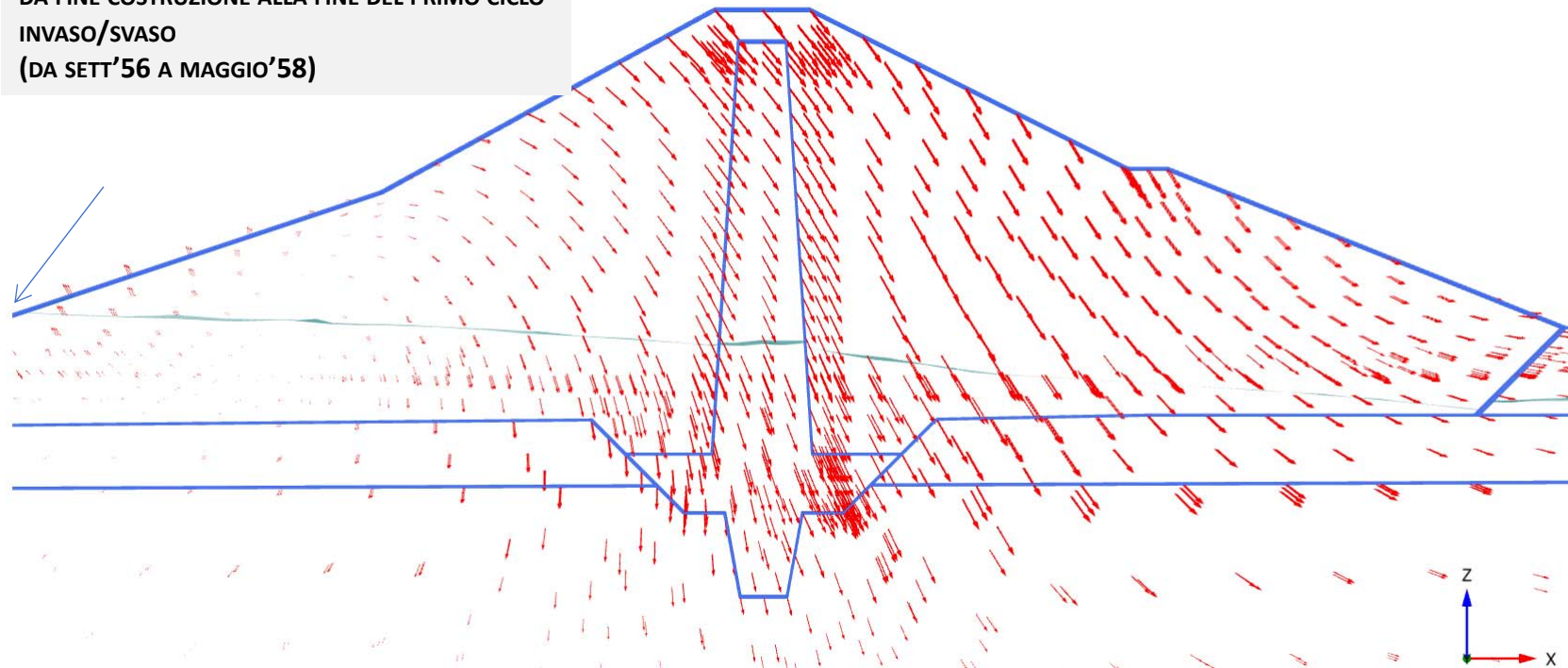
Date

06/05/2021

Pattern di spostamenti incrementali (risultante)

Output Version 20.3.0.60

DA FINE COSTRUZIONE ALLA FINE DEL PRIMO CICLO
INVASO/SVASO
(DA SETT'56 A MAGGIO'58)



Nota: a seguito dello svaso, si riduce – come atteso - la componente orizzontale dello spostamento.

Phase displacements |Pu| (scaled up 50.0 times) (Time $100.9 \cdot 10^6$ s)

Maximum value = 0.04386 m (Element 1635 at Node 561)



PLAXIS® 3D
CONNECT Edition

Project description

Diga Rendina

Date

06/05/2021

Project filename

Diga Rendina_ssm_4A_09_ ...

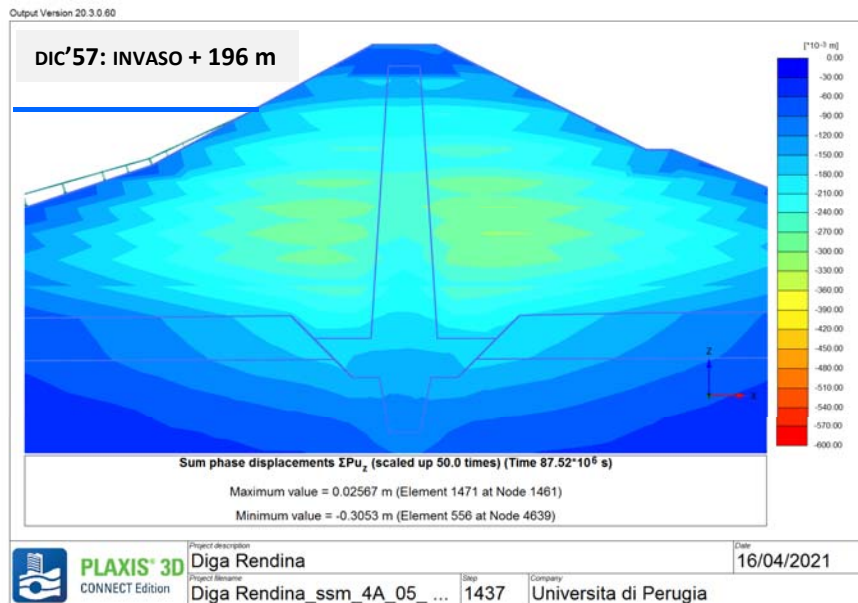
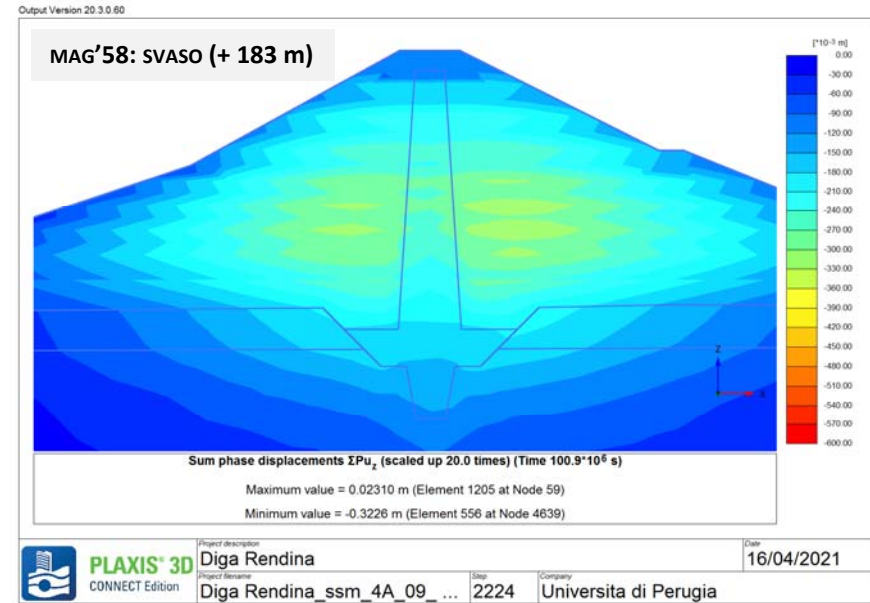
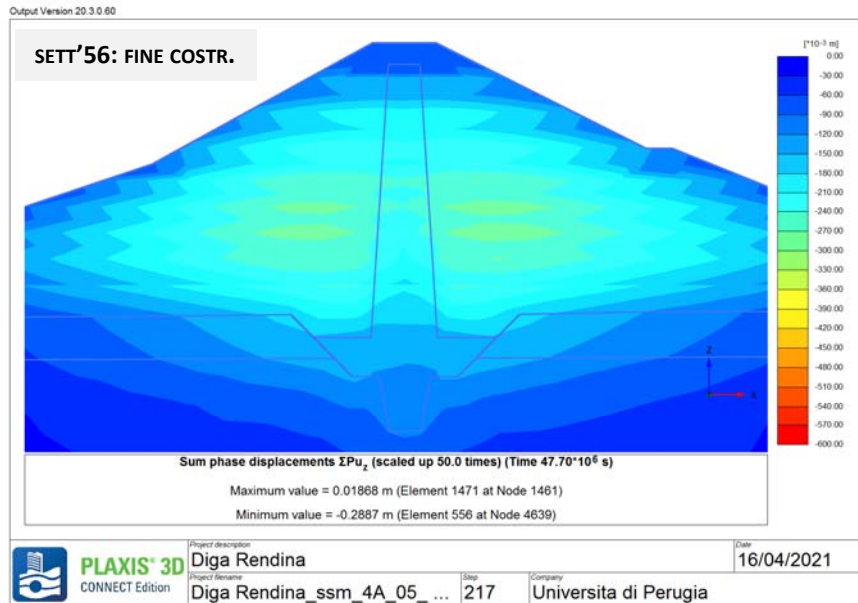
Step

2224

Company

Universita di Perugia

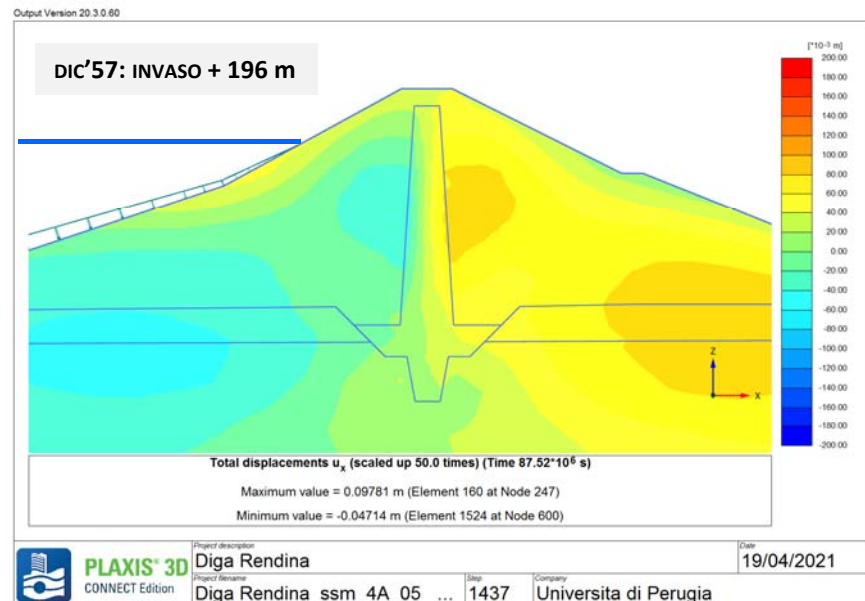
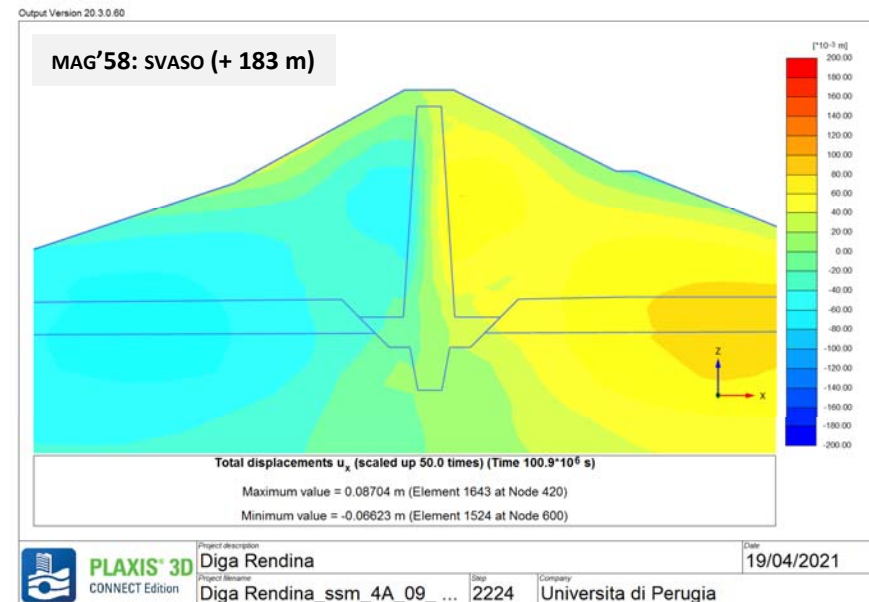
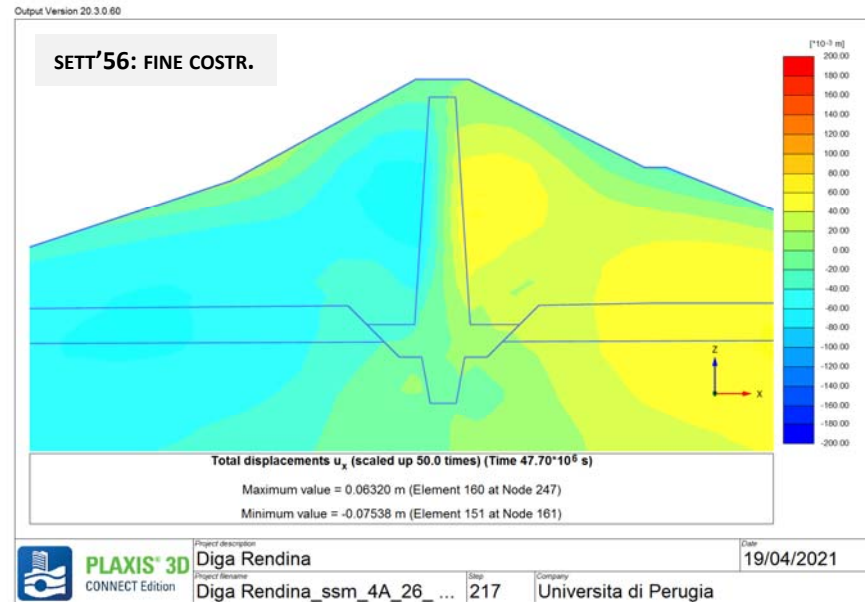
Contours degli spostamenti verticali



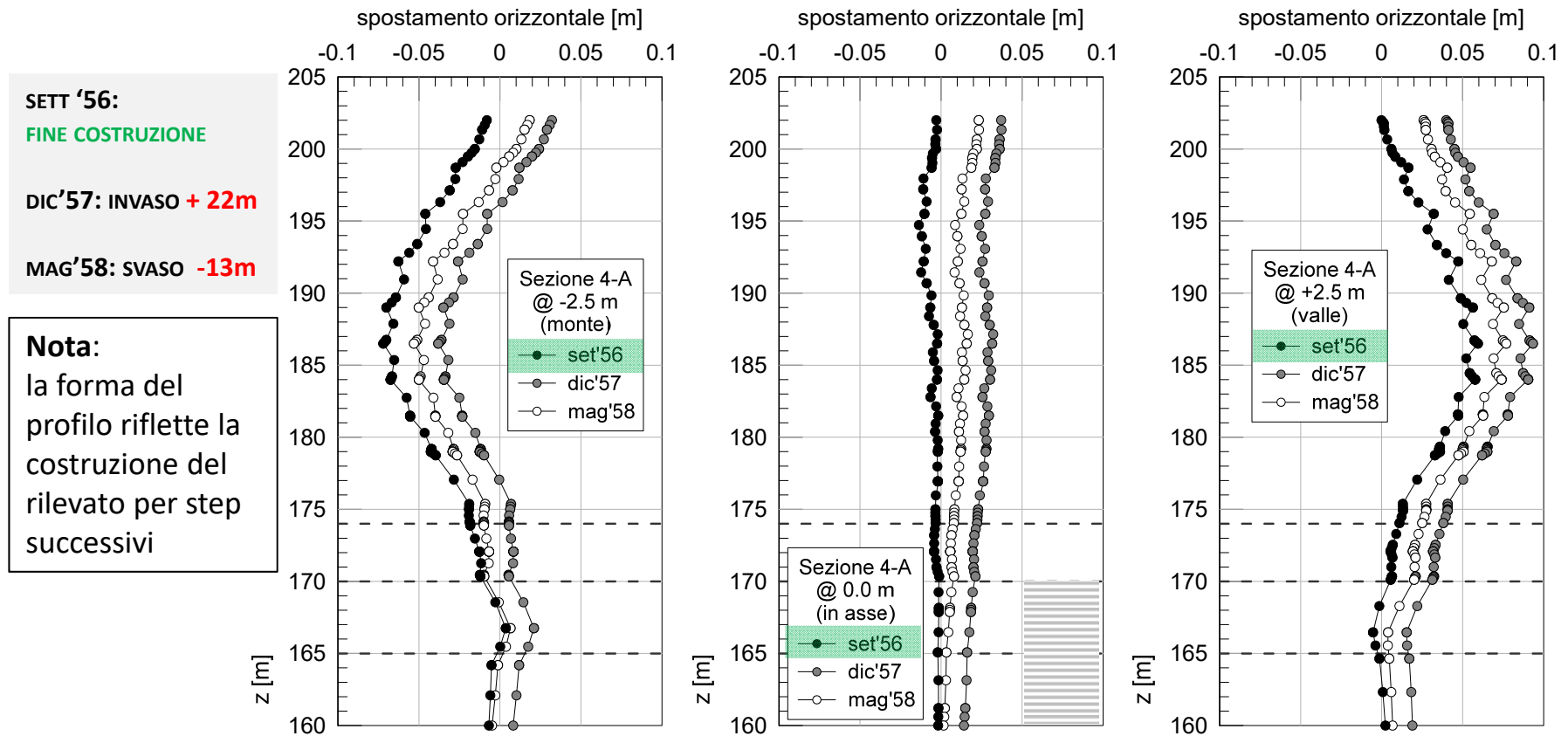
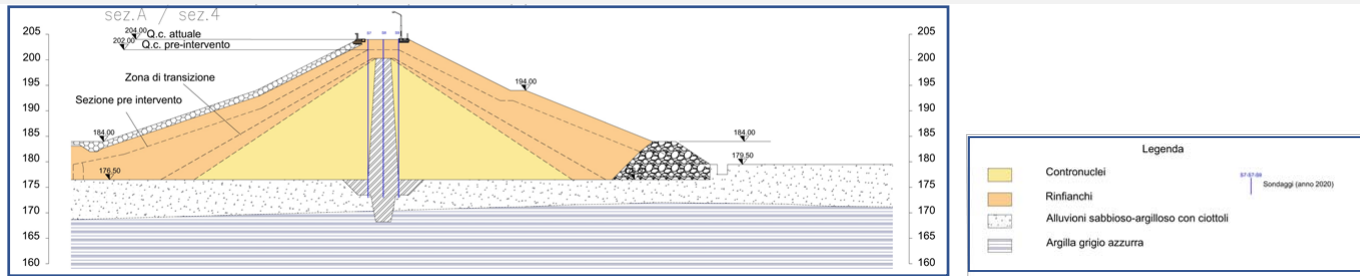
Nota:

A seguito del primo ciclo di invaso/svaso, e come atteso, i maggiori spostamenti verticali calcolati dal modello si raggiungono nella parte centrale del rilevato.

Contours degli spostamenti orizzontali



Profili degli spost. orizz. a fine costruzione e a seguito del 1 ciclo di invaso/svaso, in asse e a 2.5m dall'asse (monte e valle)

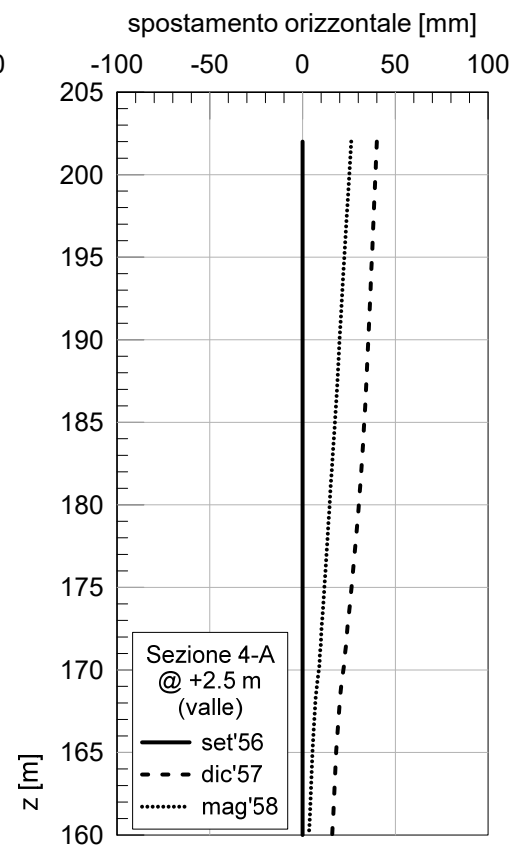
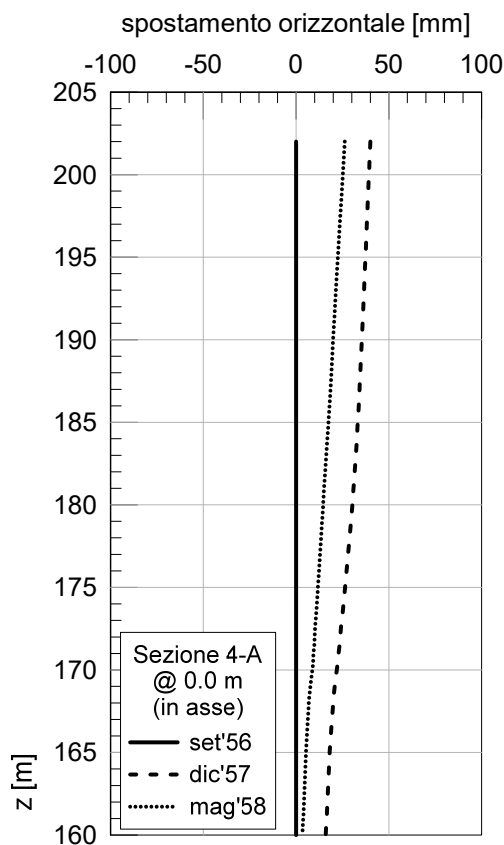
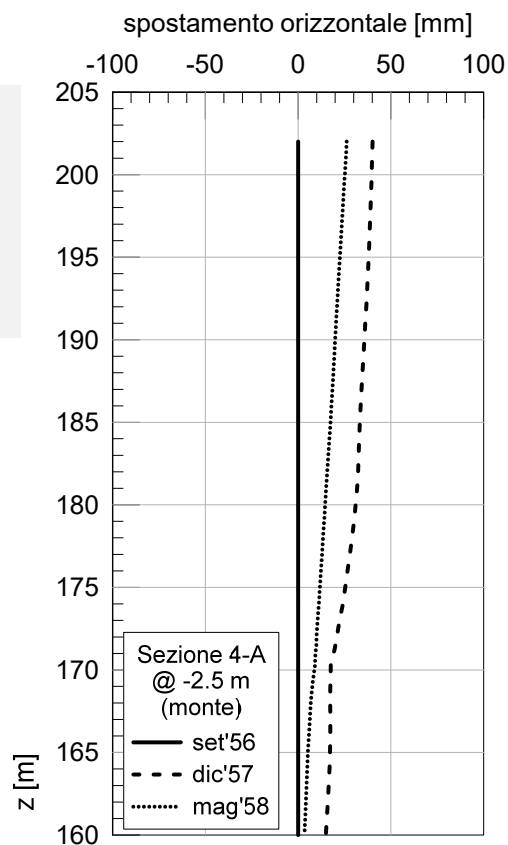


Profili degli incrementi di spost. orizzontali dovuti al primo ciclo di invaso/svaso depurati da quelli raggiunti a fine costruzione, in asse e a monte/valle)

SETT '56:
FINE COSTRUZIONE

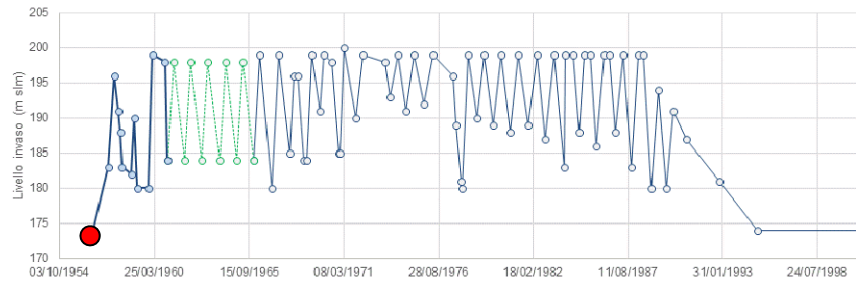
DIC'57: INVASO + 22m

MAG'58: SVASO -13m



Nota: spostamenti orizzontali modesti (4 -5 cm al coronamento) non completamente recuperati (ΔH svaso < ΔH invaso)

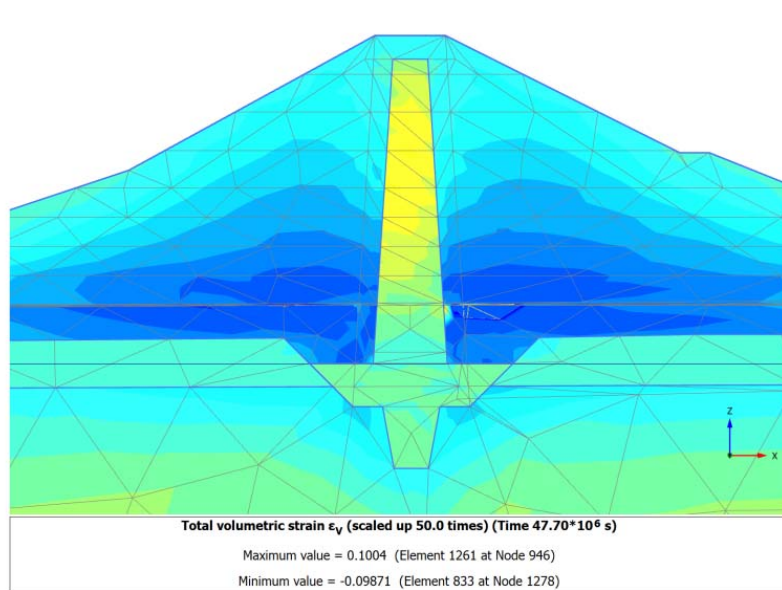
Deformazioni volumetriche e distorsionali



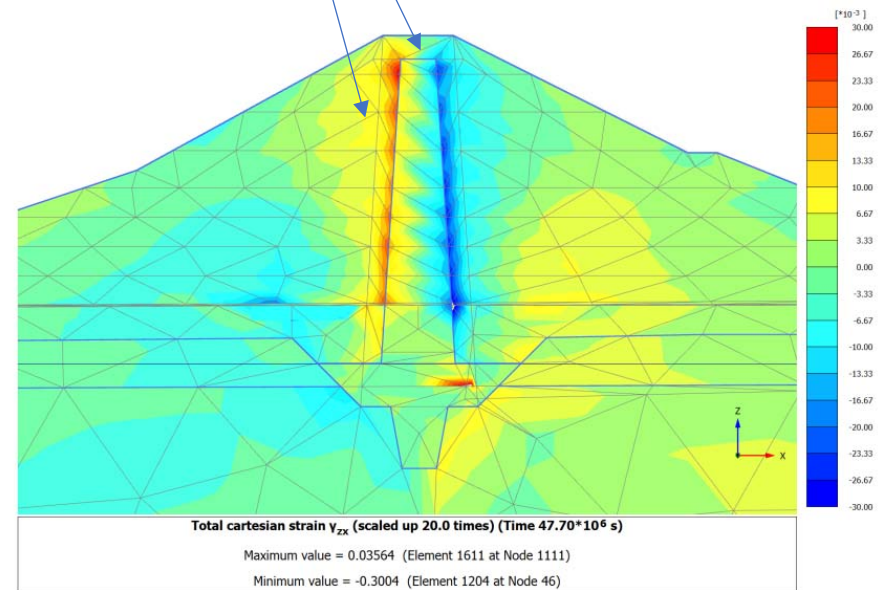
Nota:

in corrispondenza del contatto nucleo/contronuclei, si osserva una concentrazione di def. distorsionali dell'ordine del 2-3%, di segno opposto monte/valle

SETT'56: FINE COSTRUZIONE

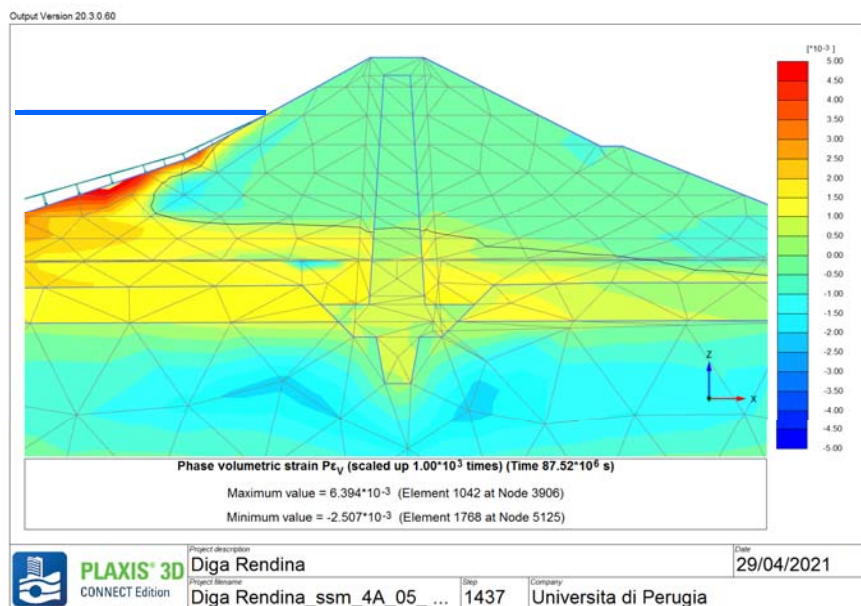


deformazioni volumetriche, ϵ_{vol}

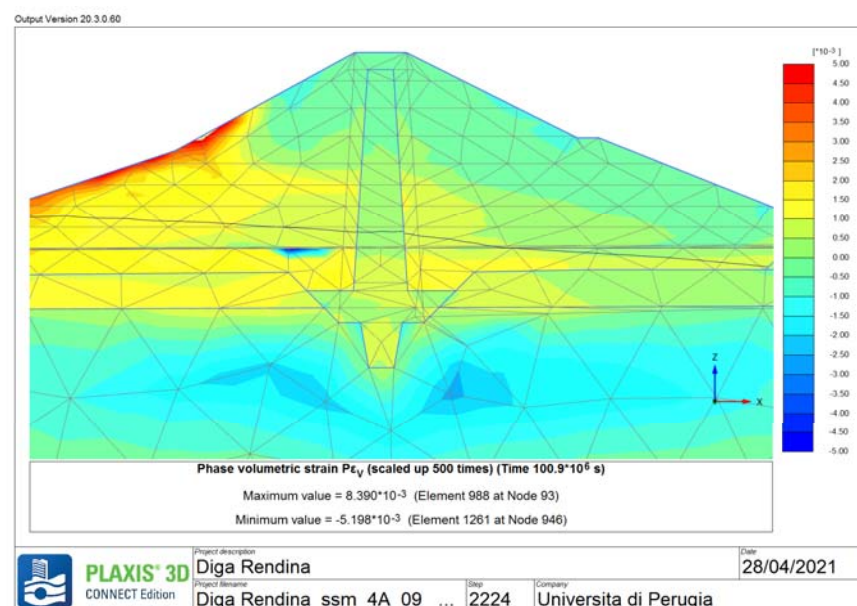


deformazioni distorsionali, γ_{zx}

Deformazioni volumetriche ϵ_{vol} (incrementali)



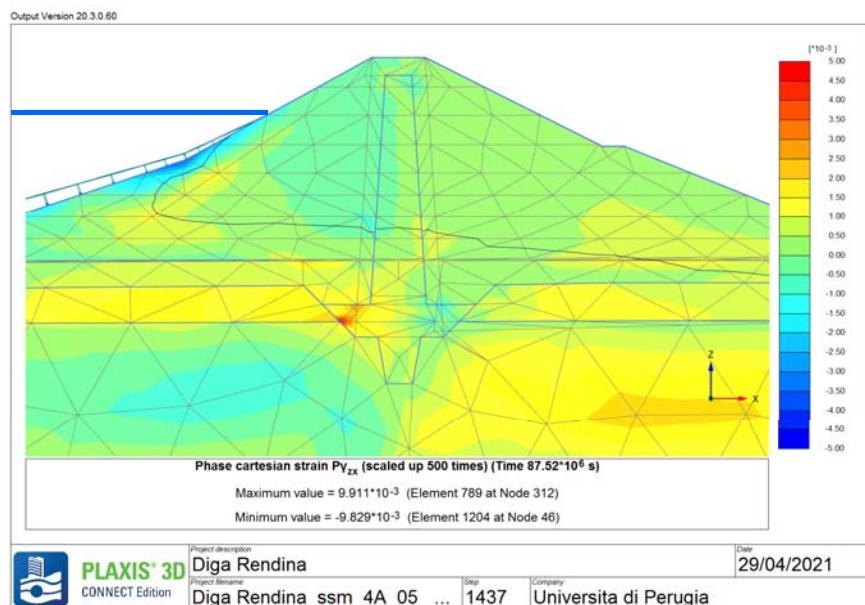
DA FINE COSTRUZIONE AL PRIMO INVASO
(DA SETT'56 A DIC'57)



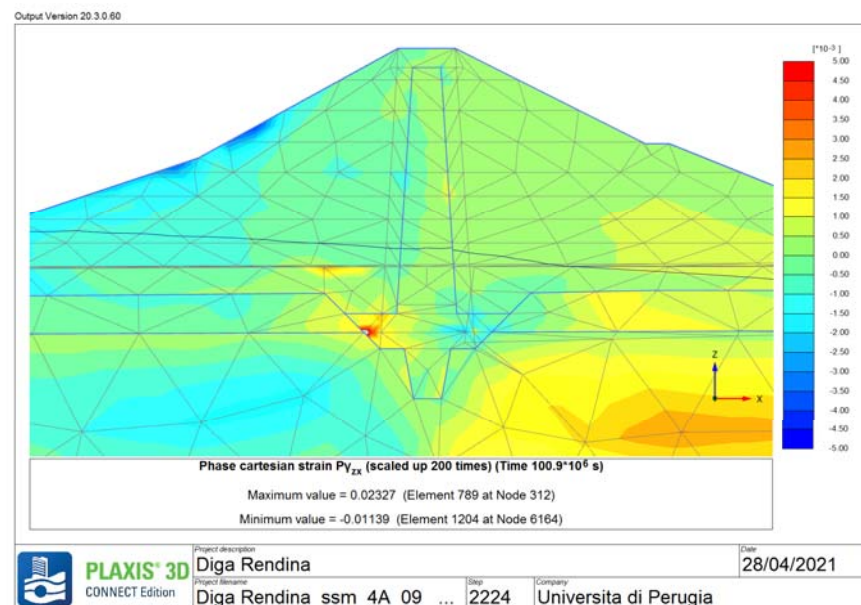
DA FINE COSTRUZIONE ALLA FINE DEL PRIMO CICLO
INVASO/SVASO
(DA SETT'56 A MAGGIO'58)

Nota: per effetto del 1° ciclo di invaso/svaso non si osservano variazioni significative di ϵ_{vol}

Deformazioni distorsionali γ_{xz} (incrementali)



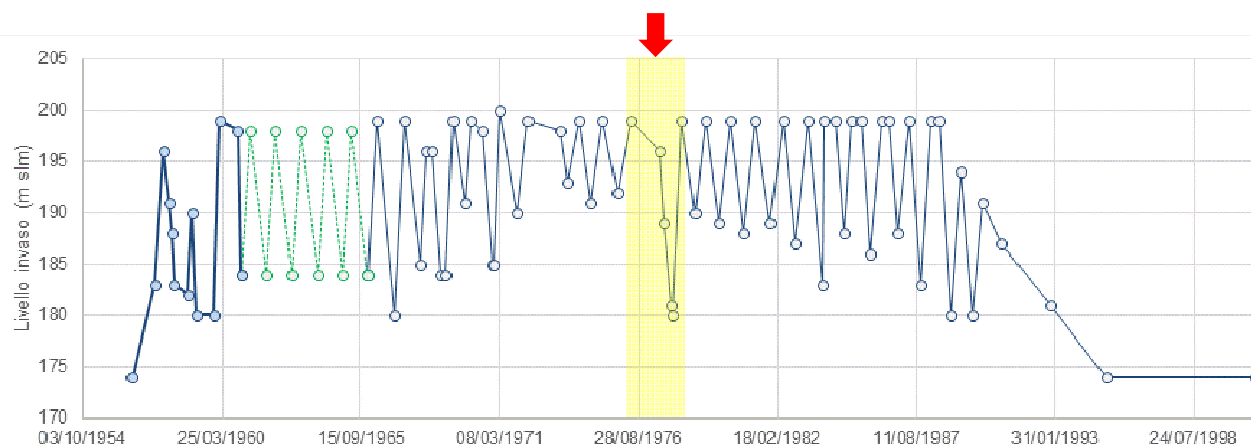
DA FINE COSTRUZIONE AL PRIMO INVASO
(DA SETT'56 A DIC'57)



DA FINE COSTRUZIONE ALLA FINE DEL PRIMO CICLO
INVASO/SVASO
(DA SETT'56 A MAGGIO'58)

Nota: per effetto del 1° ciclo di invaso/svaso non si osservano variazioni significative di γ_{xz} .

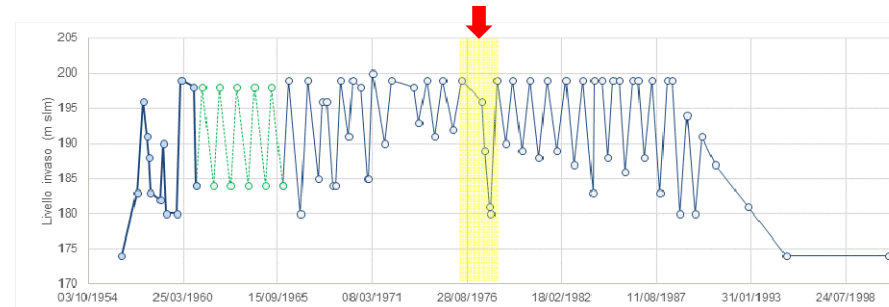
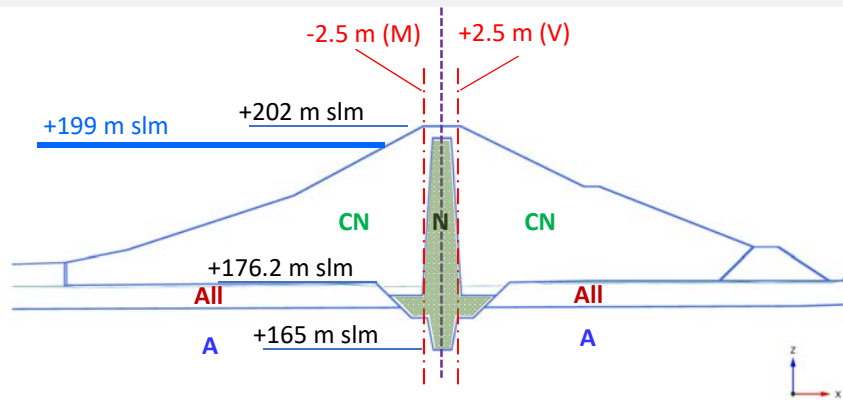
FASE 1 COSTRUZIONE RILEVATO DIGA		FASE 2 INVASO PRE-INTERVENTO		FASE 3 LAVORI DI ADEGUAMENTO		FASE 4 INVASO POST-INTERVENTO	
01/03/1955 - 01/09/1956		01/09/1956 - 02/01/2001		02/01/2001 – 31/08/2001		31/08/2001 – 12/08/2020	
EVENTO	DATA	EVENTO	DATA	EVENTO	DATA	EVENTO	DATA
INIZIO COSTRUZIONE RILEVATO DIGA	01/03/1955	INVASO 1I	01/09/1956 – 05/12/1957	INIZIO RIPROFILATURA E COSTRUZ. RINFIANCHI	02/01/2001	PIENA 5I	23/11/2002 – 26/01/2003
FINE COSTRUZIONE RILEVATO DIGA	01/09/1956	SVASO 1S	05/12/1957 – 09/05/1958	FINE RIPROFILATURA E COSTRUZ. RINFIANCHI	31/08/2001	RAPIDO SVASO 5S	26/01/2003 – 26/02/2003
		SVASO 3S	26/04/1976 – 10/01/1978			RECENTE / ATTUALE	12/08/2020
		INVASO 4I	10/01/1978 – 16/05/1978				



PRE-INTERVENTO
anni 1976 – 1978

$$\Delta H \text{ svaso} = \Delta H \text{ invaso}$$

Distribuzione delle tensioni verticali, σ_{zz} con z (in asse e a 2.5m dall'asse monte/valle)



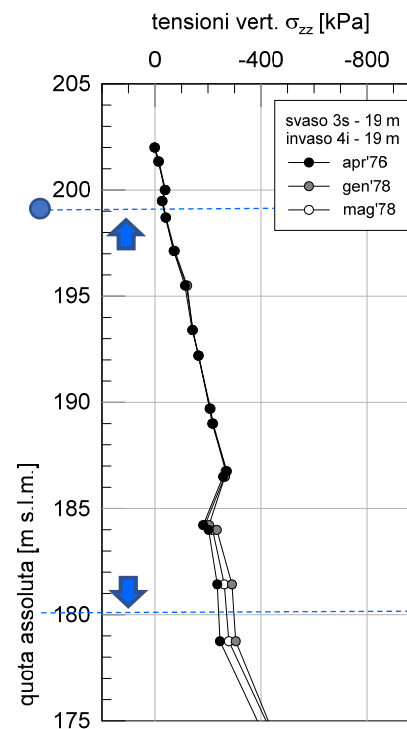
APR'76: INVASO + 199m s.l.m

GEN'78: SVASO - 19 m

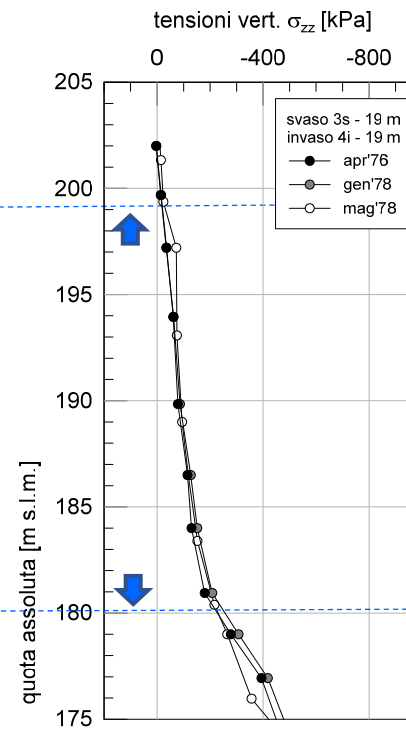
MAG'78: INVASO + 19 m

Nota:
 ΔH invaso = ΔH svaso

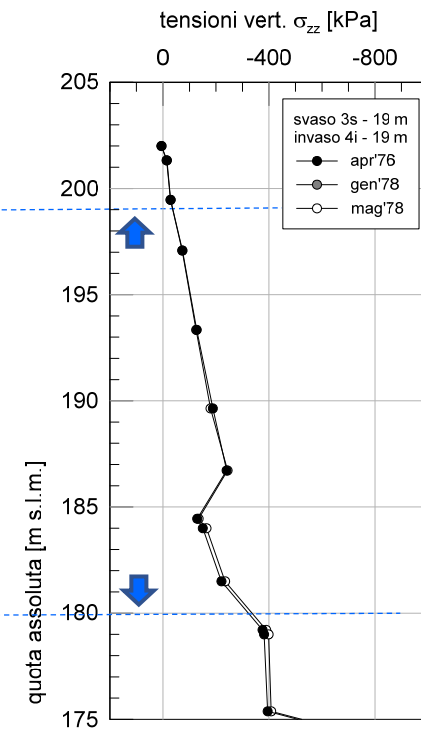
Sez. 4A @ -2.5 m (monte)



Sez. 4A @ 0 m (nucleo)



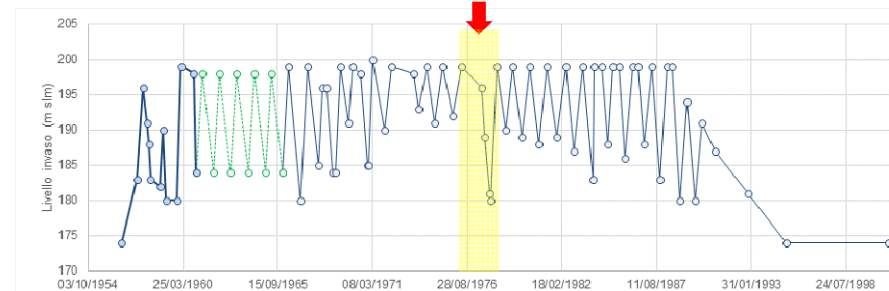
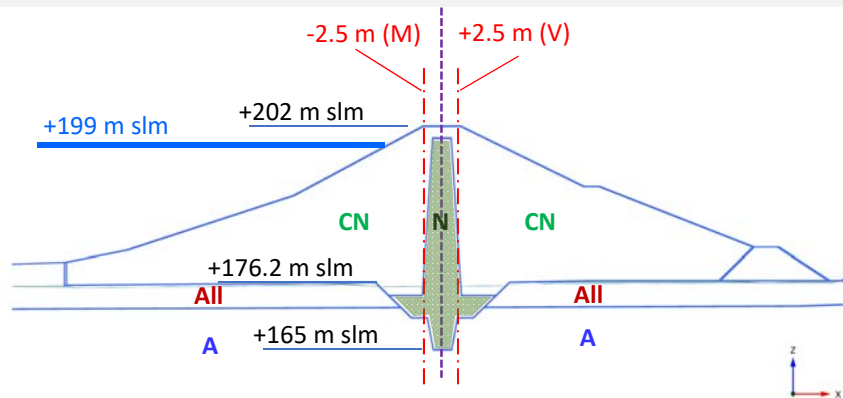
Sez. 4A @ 2.5 m (valle)



PRE - INTERVENTO: svaso gennaio 1978; invaso maggio 1978

Nota: $\sigma_{zz} < 0$ (compressione)

Distribuzione delle tensioni orizzontali, σ_{xx} con z (in asse e a 2.5m dall'asse monte/valle)



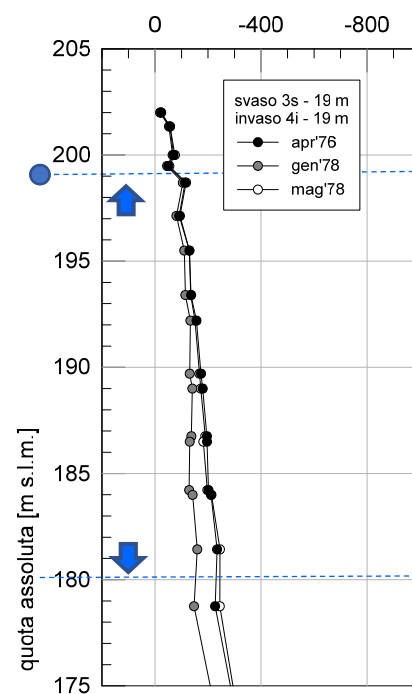
APR'76: INVASO + 199m s.l.m

GEN'78: SVASO - 19 m

MAG'78: INVASO + 19 m

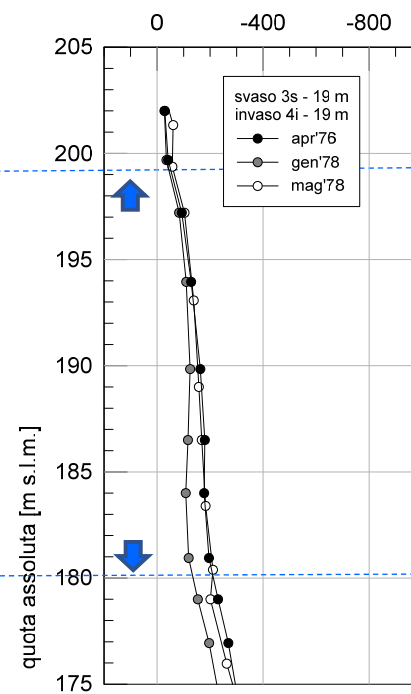
Sez. 4A @ -2.5 m (monte)

tensioni orizz. σ_{xx} [kPa]



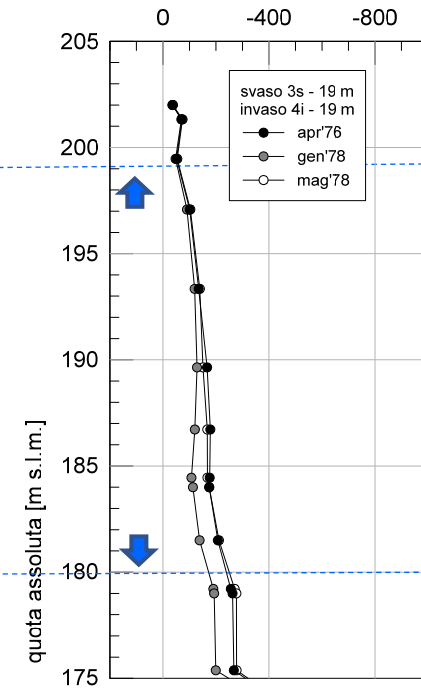
Sez. 4A @ 0 m (nucleo)

tensioni orizz. σ_{xx} [kPa]



Sez. 4A @ 2.5 m (valle)

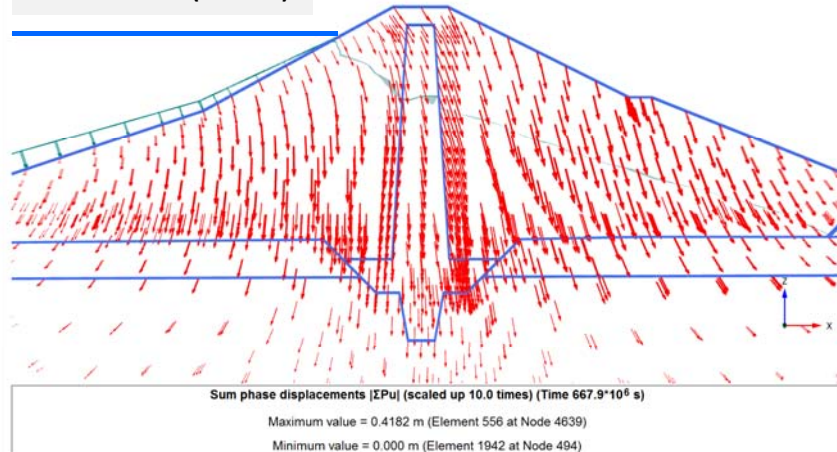
tensioni orizz. σ_{xx} [kPa]



Pattern di spostamenti (risultante)

Output Version 20.3.0.60

APR'76: INVASO (+199 m)



PLAXIS 3D
CONNECT Edition

Project description
Diga Rendina

Project name

Diga Rendina_ssm_4A_26_...

Step

2737

Company

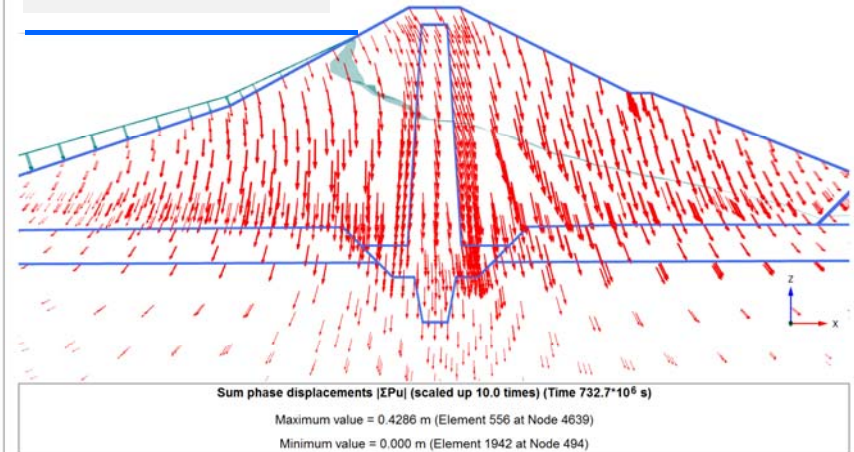
Universita di Perugia

Date

20/04/2021

Output Version 20.3.0.60

MAG'78: INVASO (+199 m)



PLAXIS 3D
CONNECT Edition

Project description
Diga Rendina

Project name

Diga Rendina_ssm_4A_16_...

Step

2871

Company

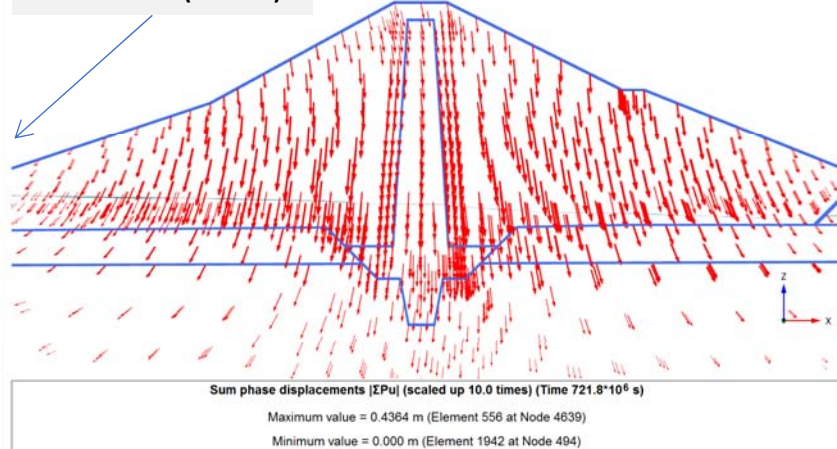
Universita di Perugia

Date

20/04/2021

Output Version 20.3.0.60

GEN'78: SVASO (+180 m)



PLAXIS 3D
CONNECT Edition

Project description
Diga Rendina

Project name

Diga Rendina_ssm_4A_10_...

Step

2881

Company

Universita di Perugia

Date

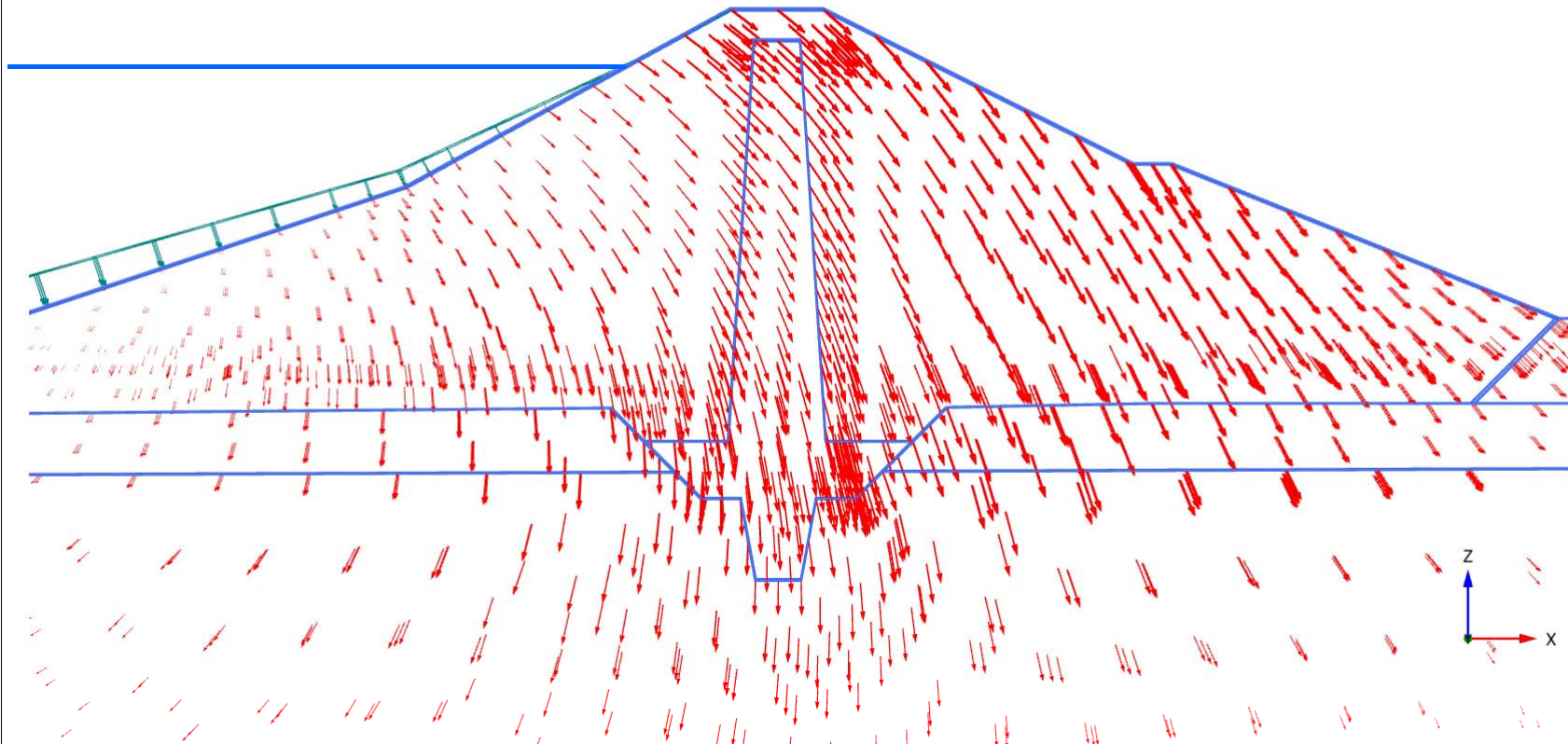
20/04/2021

PRE – INTERVENTO: svaso gennaio 1978; invaso maggio 1978

Pattern di spostamenti incrementali (rispetto a fine costruzione)

Output Version 20.3.0.60

DA FINE COSTRUZIONE (SETT '56) AL CICLO DI INVASO (APR '76) CORRENTE (+ 199 m)



Phase displacements |Pu| (scaled up 20.0 times) (Time 667.9×10^6 s)

Maximum value = 0.1498 m (Element 1635 at Node 561)



PLAXIS® 3D
CONNECT Edition

Project description

Diga Rendina

Date

07/05/2021

Project filename

Diga Rendina_ssm_4A_26_ ...

Step

2737

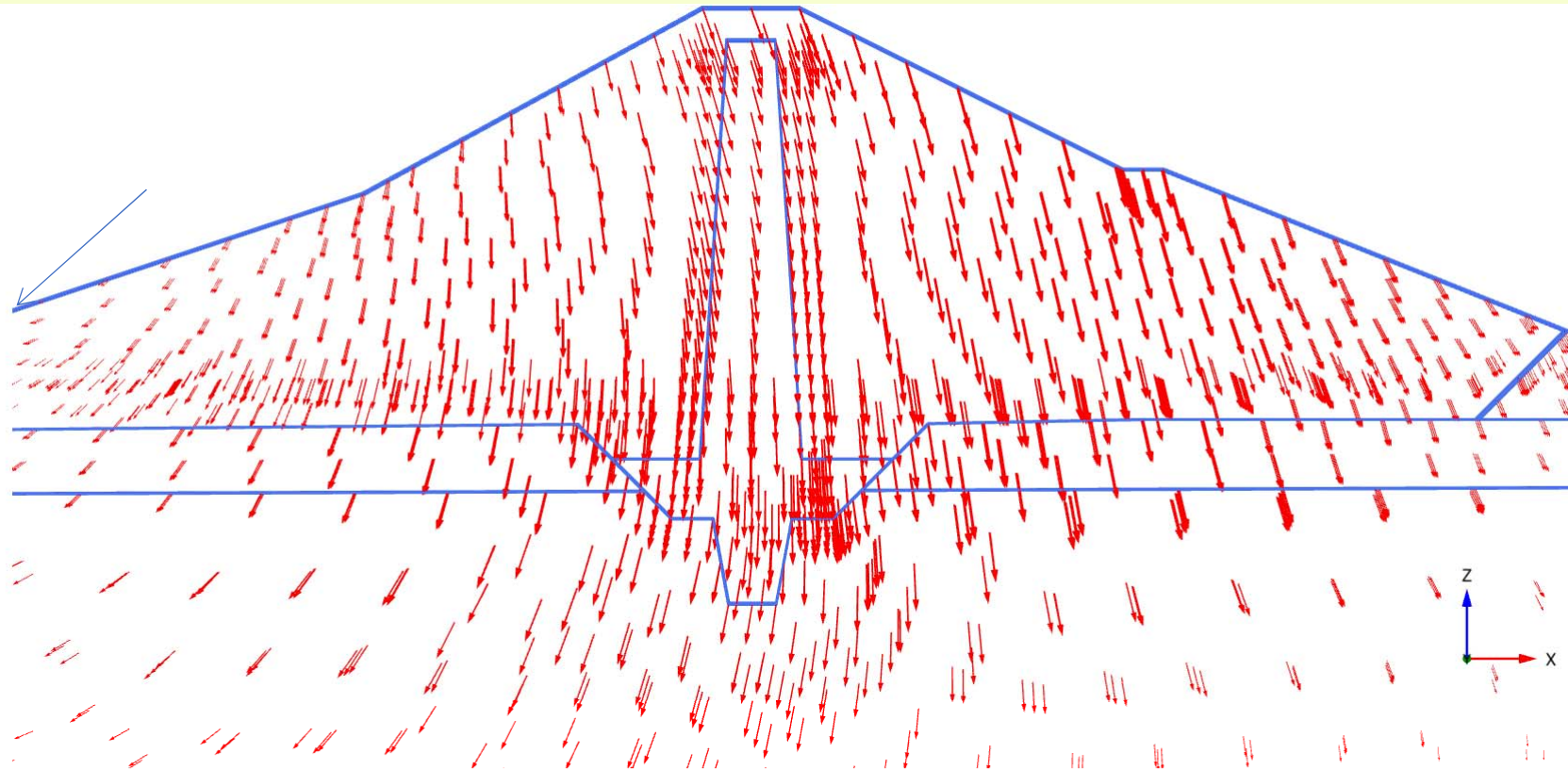
Company

Universita di Perugia

Pattern di spostamenti incrementali (rispetto a fine costruzione)

Output Version 20.3.0.60

DA FINE COSTRUZIONE (SETT '56) ALLO SVASO (GEN.'78) CORRENTE (+ 180 m)



Phase displacements $|P_u|$ (scaled up 20.0 times) (Time $721.8 \cdot 10^6$ s)

Maximum value = 0.1572 m (Element 1634 at Node 2663)



PLAXIS® 3D
CONNECT Edition

Project description

Diga Rendina

Project filename

Diga Rendina_ssm_4A_10_ ...

Step

2881

Company

Universita di Perugia

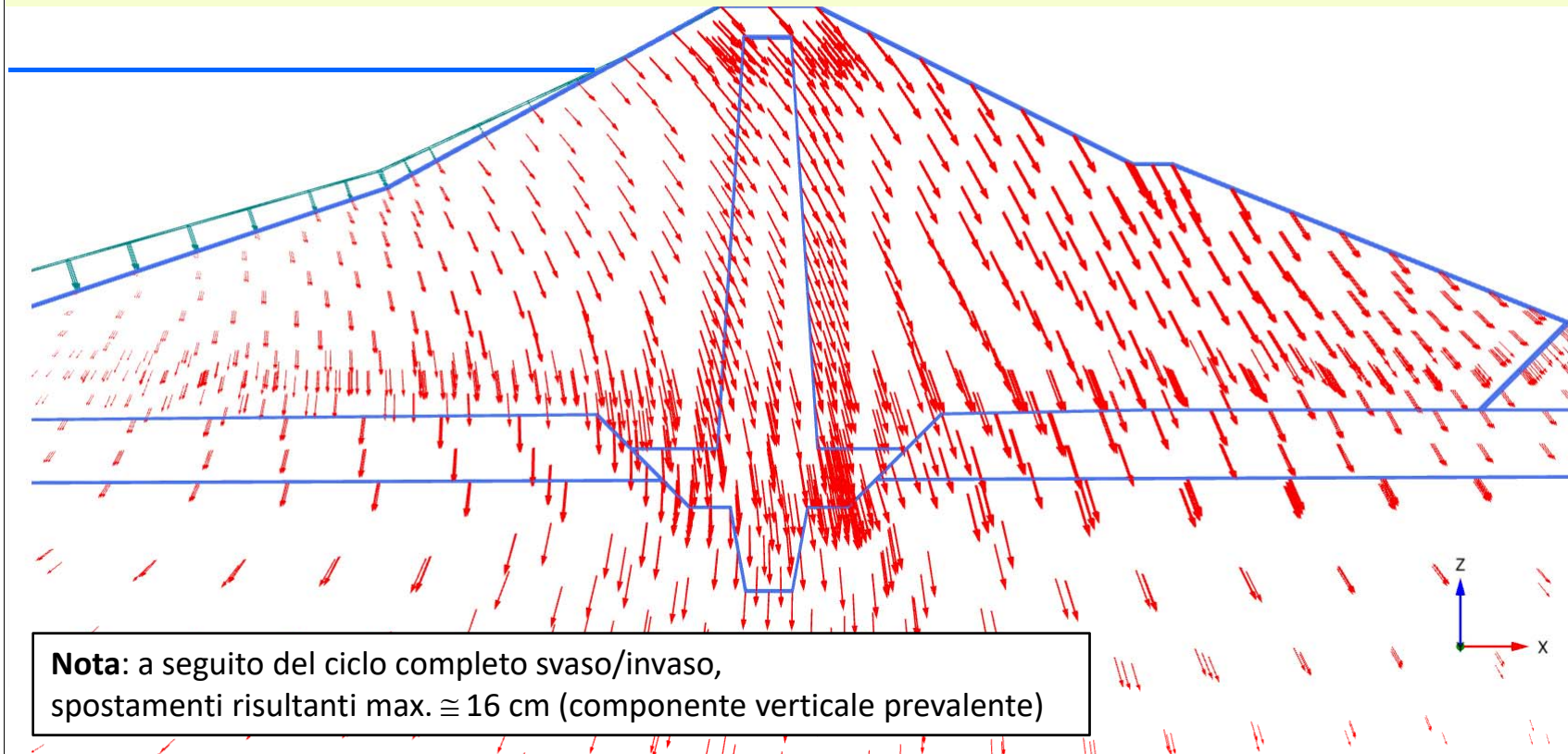
Date

07/05/2021

Pattern di spostamenti incrementali rispetto a fine costruzione

Output Version 20.3.0.60

DA FINE COSTRUZIONE (SETT.'56) AL CICLO DI INVASO (MAGGIO '78) CORRENTE (+ 199 m)



Phase displacements |Pu| (scaled up 20.0 times) (Time $732.7 \cdot 10^6$ s)

Maximum value = 0.1581 m (Element 1635 at Node 561)



PLAXIS® 3D
CONNECT Edition

Project description

Diga Rendina

Project filename

Diga Rendina_ssm_4A_16_ ...

Step

2871

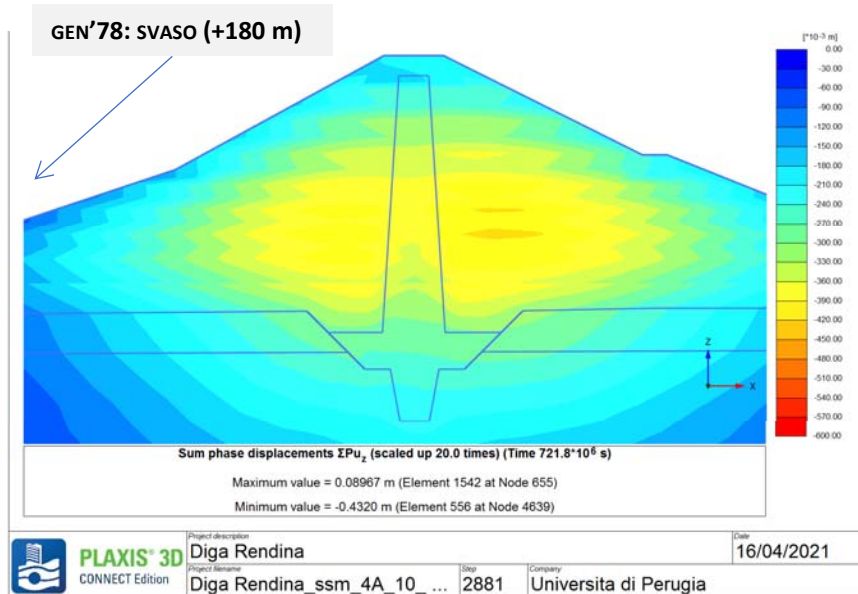
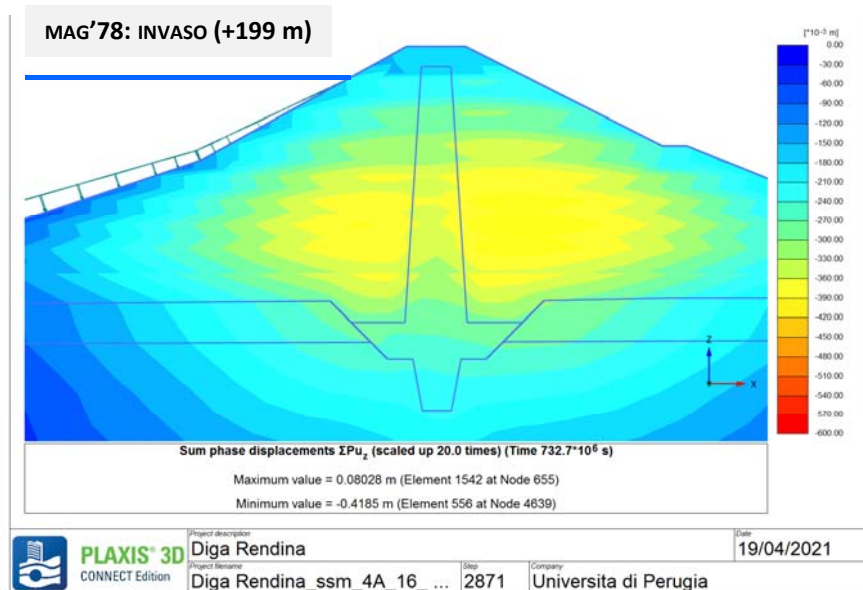
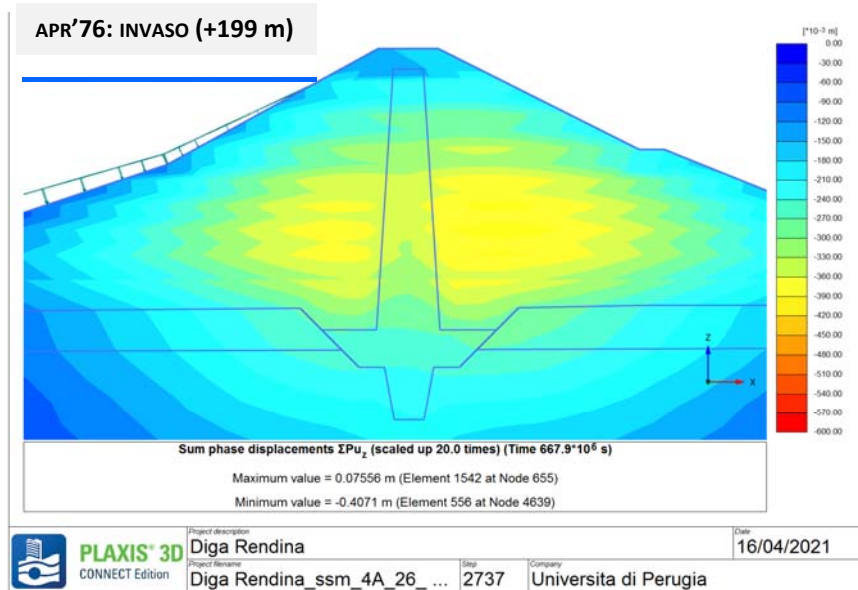
Company

Universita di Perugia

Date

07/05/2021

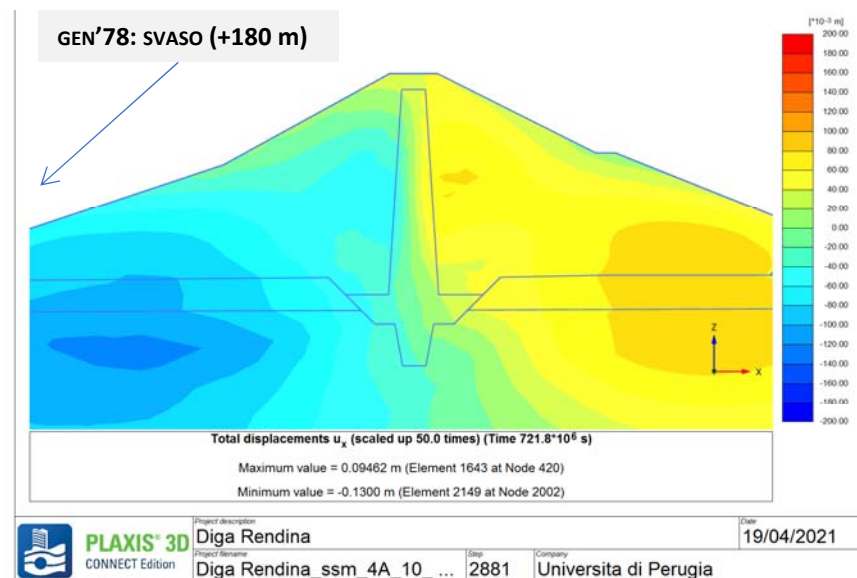
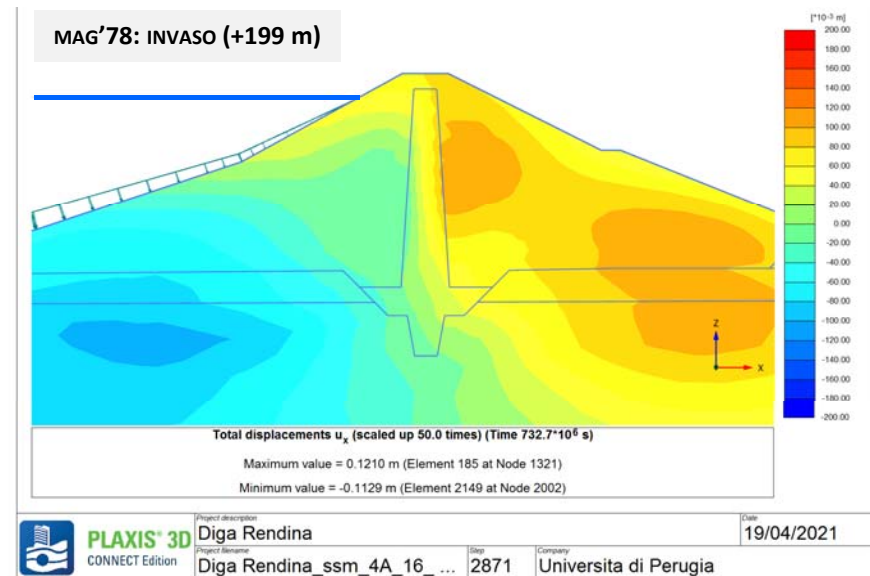
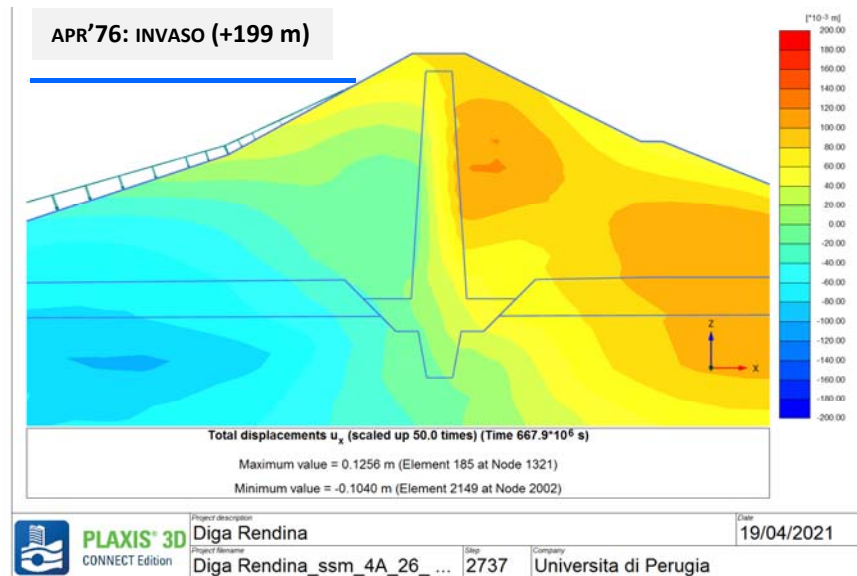
Contours degli spostamenti verticali



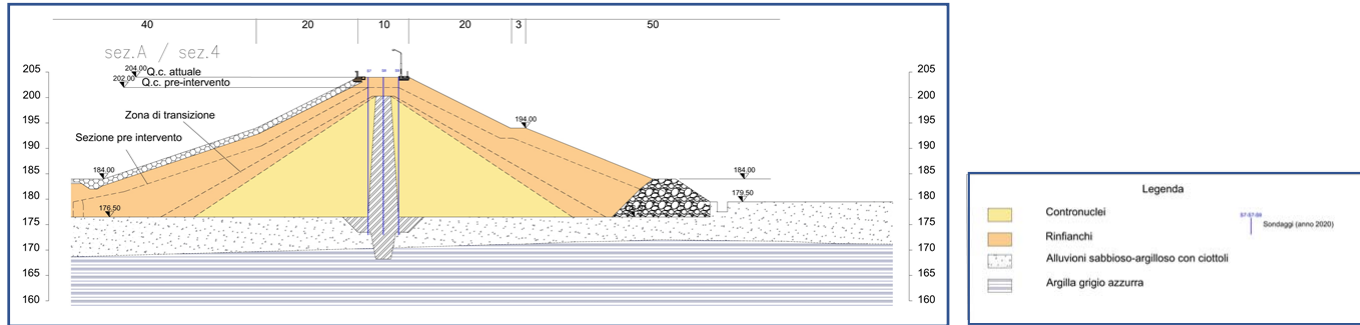
Nota:

al tempo di osservazione (maggio '78)
incremento medio degli spostamenti verticali di circa 10 cm
rispetto alla fine della costruzione.

Contours degli spostamenti orizzontali



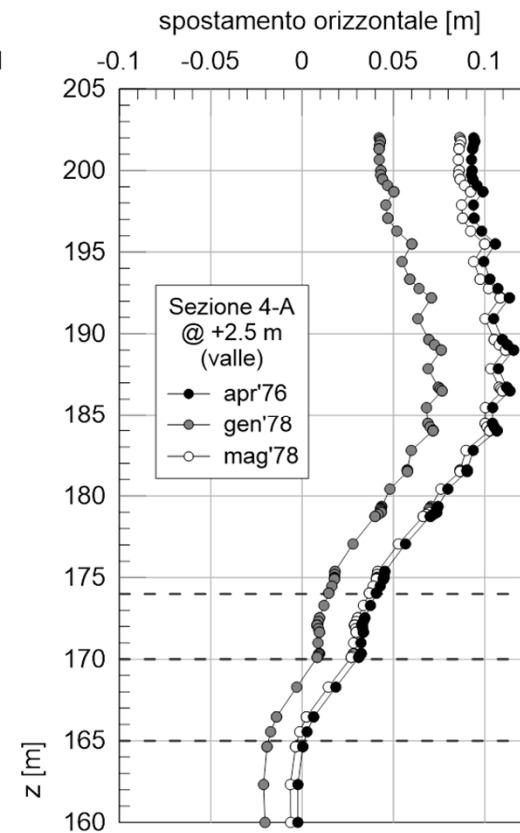
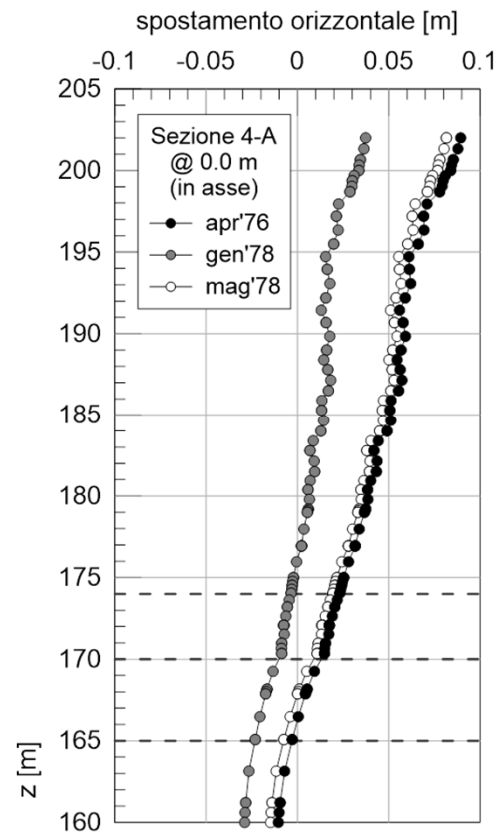
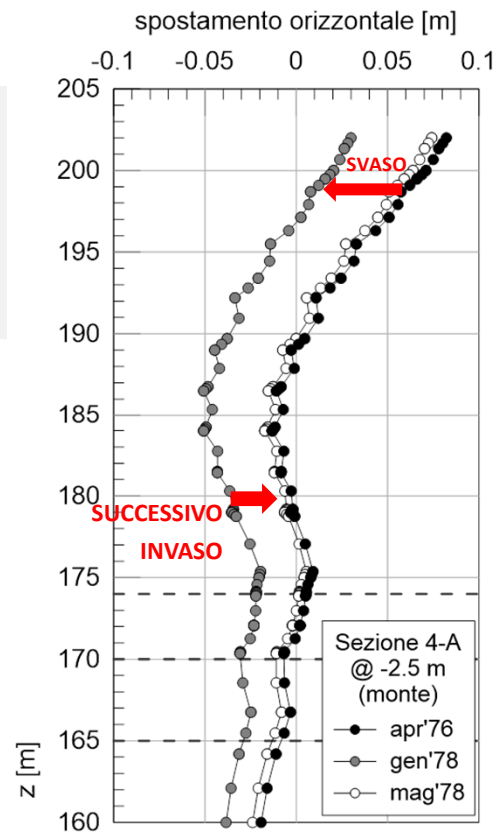
Profili degli spost. orizzontali, in asse e a 2.5m dall'asse (monte e valle), al tempo di osservazione



APR'76:
INVASO + 199m s.l.m

GEN'78: SVASO - 19 m

MAG'78: INVASO + 19 m



PRE – INTERVENTO: svaso gennaio 1978; invaso maggio 1978

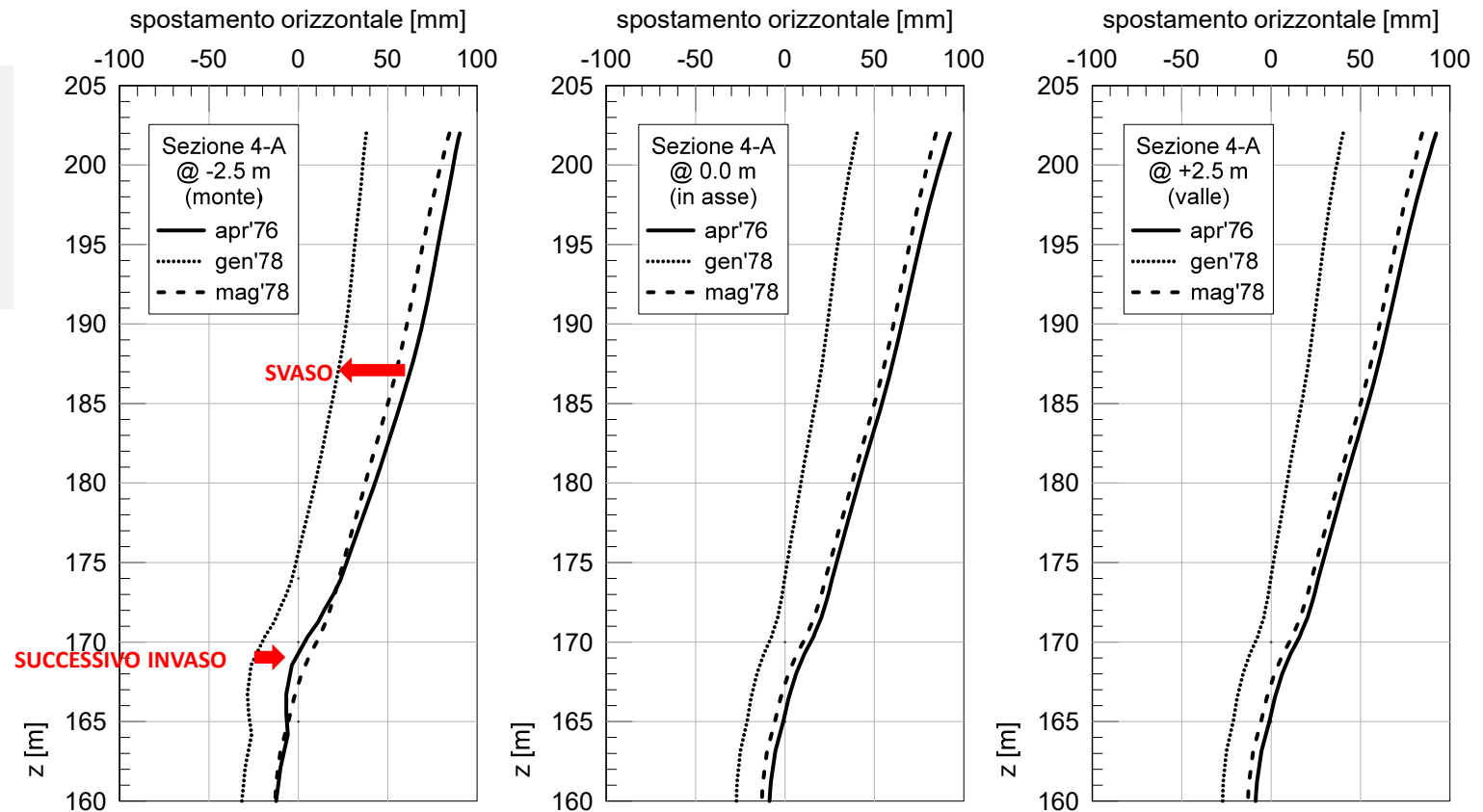
Profili degli spost. orizz. depurati da quelli raggiunti a fine costruzione (asse, monte/valle)

APR'76:

INVASO + 199m s.l.m

GEN'78: SVASO - 19 m

MAG'78: INVASO + 19 m

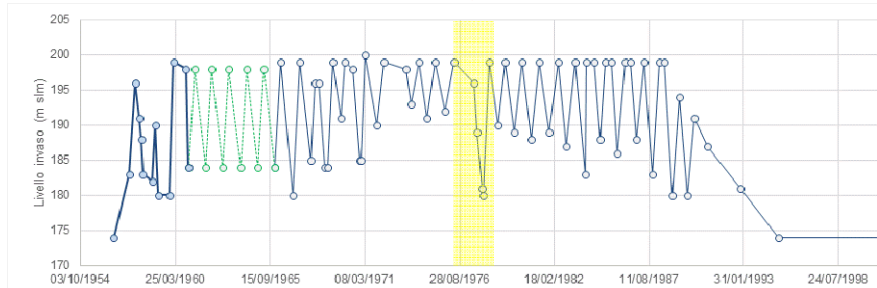


Nota: per questo evento, lo svaso e il successivo invaso sono della stessa entità; si osserva un comportamento prevalentemente elastico (spostamenti reversibili).

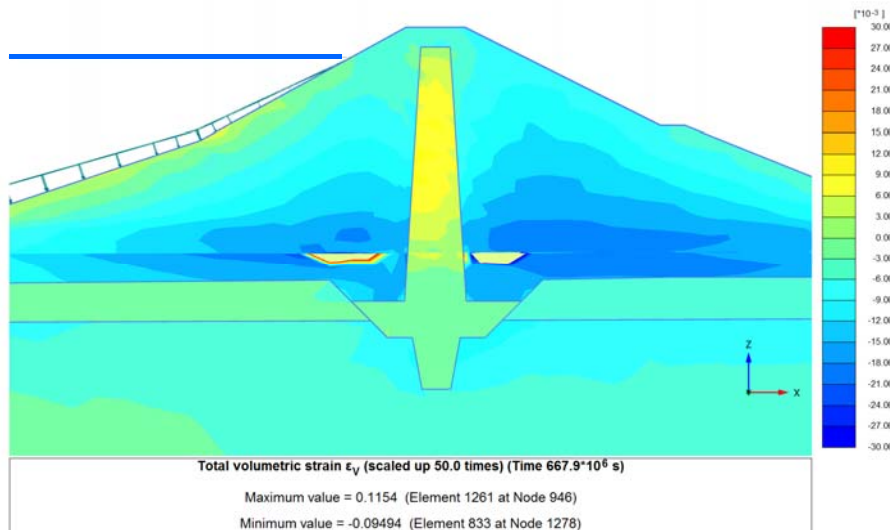
Spostamenti orizzontali max al tempo di osservazione $\cong 9-10$ cm. Durante lo svaso, si recuperano circa 4-5 cm. Al successivo invaso, si raggiungono nuovamente spostamenti max al coronamento di circa 8-9 cm.

Al tempo di osservazione, apr. '76, il pattern di spostamenti calcolato dal modello in asse e lungo due verticali $x = \pm$ dall'asse è diretto complessivamente verso valle.

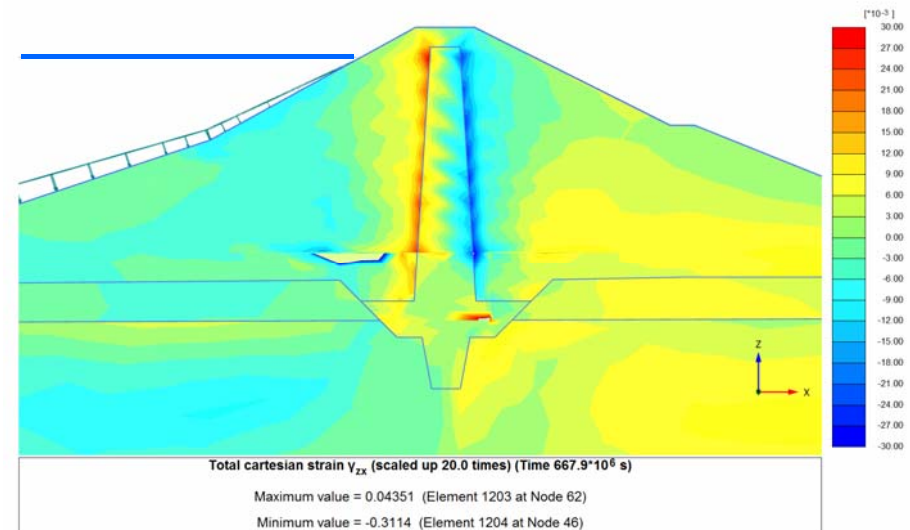
Deformazioni volumetriche e distorsionali



APR'76: INVASO (+199 m)



deformazioni volumetriche, ε_{vol}

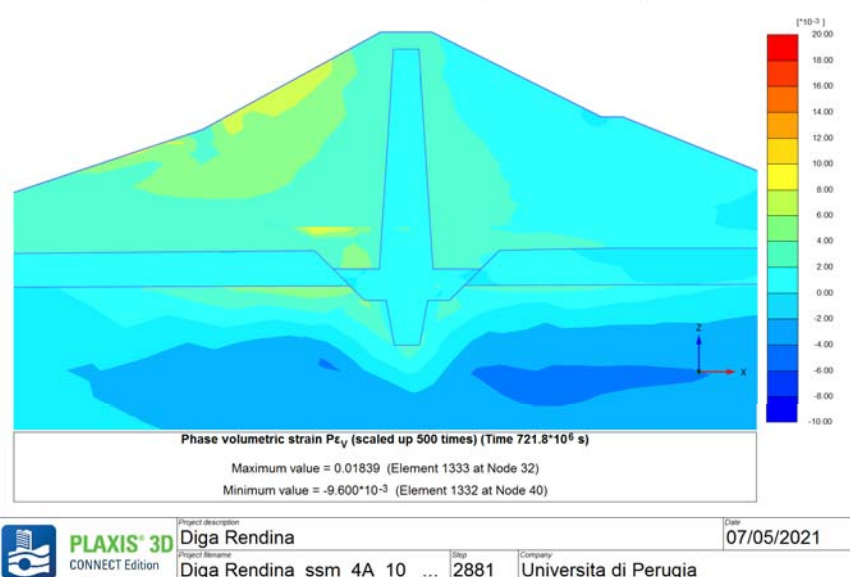
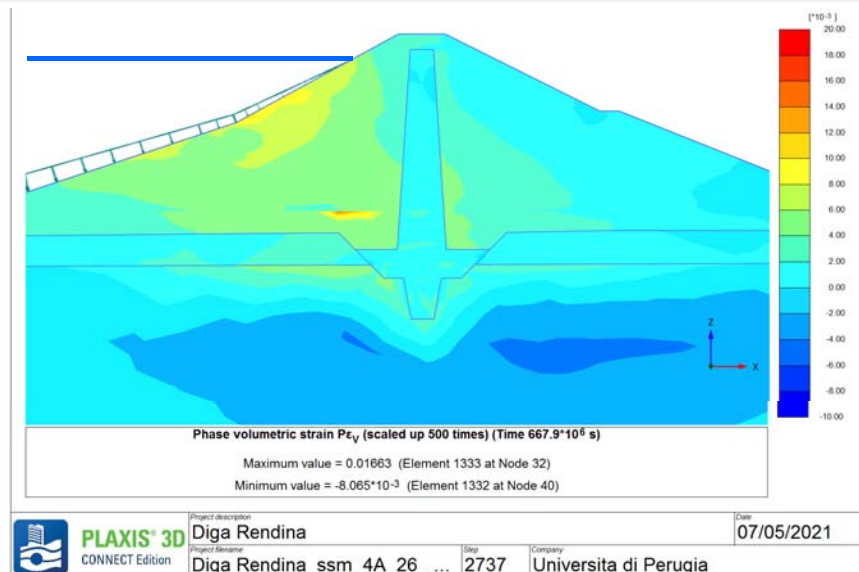


deformazioni distorsionali, γ_{zx}

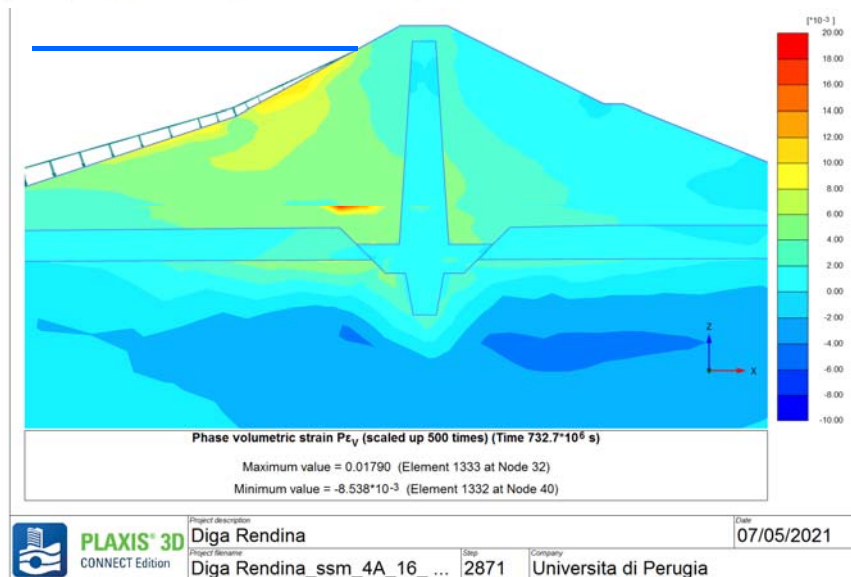
Nota: entità delle componenti di deformazione confrontabili con quelle calcolate dal modello in occasione del primo ciclo di invaso e successivo svaso (anni '56 – '57).

Deformazioni volumetriche ε_{vol} (incrementali)

DA FINE COSTRUZIONE ALL'INVASO
(DA SETT'56 A APR'76) CORRENTE
(+199 m)



DA FINE COSTRUZIONE ALLO SVASO (DA SETT'56 A GENNAIO'78)
CORRENTE (+180 m)



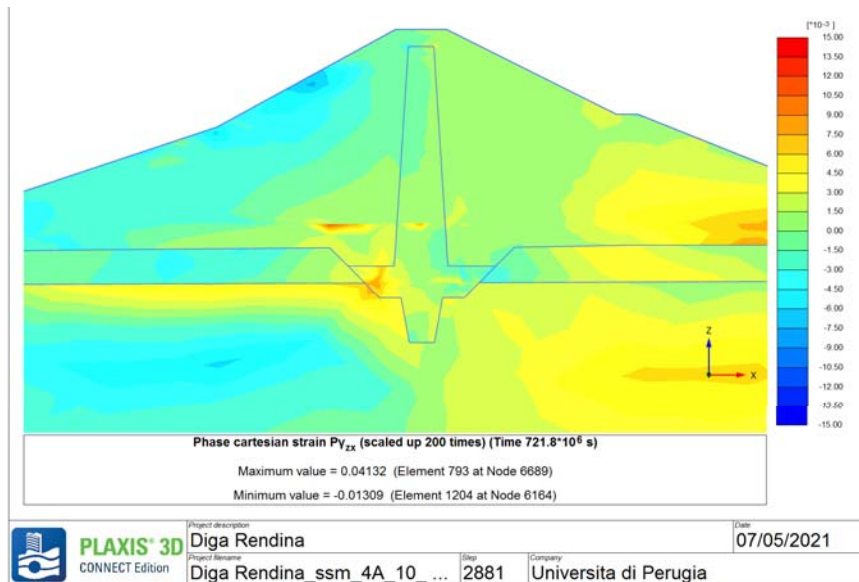
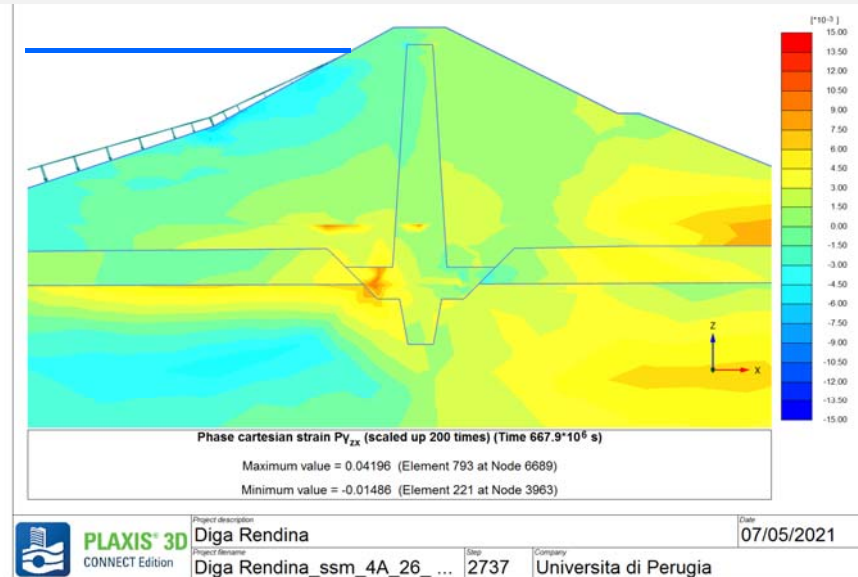
DA FINE COSTRUZIONE ALL'INVASO (DA SETT'56 A MAGGIO'78)
CORRENTE (+199 m)

PRE – INTERVENTO: invaso aprile 1976; svaso gennaio 1978; invaso maggio 1978

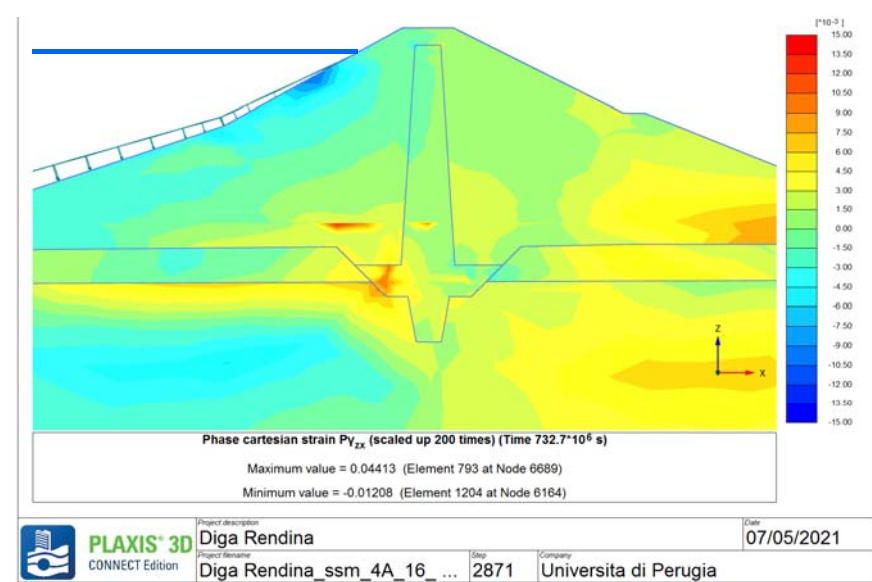
Nota: $\varepsilon_{vol} < 0$ (compressione)

Deformazioni distorsionali γ_{zx} (incrementali)

DA FINE COSTRUZIONE ALL'INVASO
(DA SETT'56 A APR'76) CORRENTE
(+199 m)



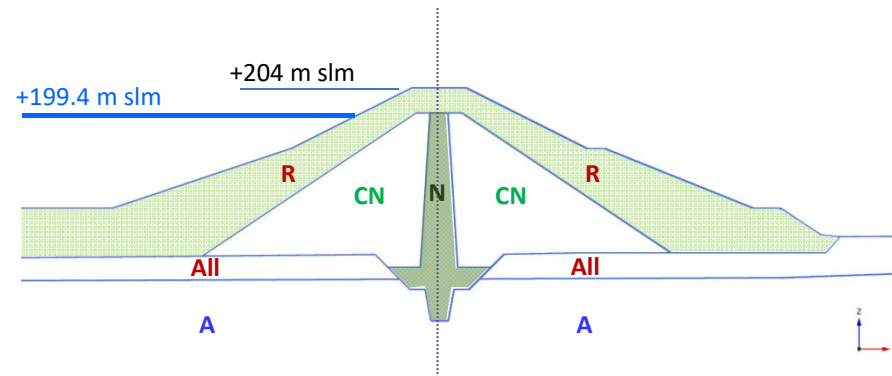
DA FINE COSTRUZIONE ALLO SVASO (DA SETT'56 A GENNAIO'78)
CORRENTE (+180 m)



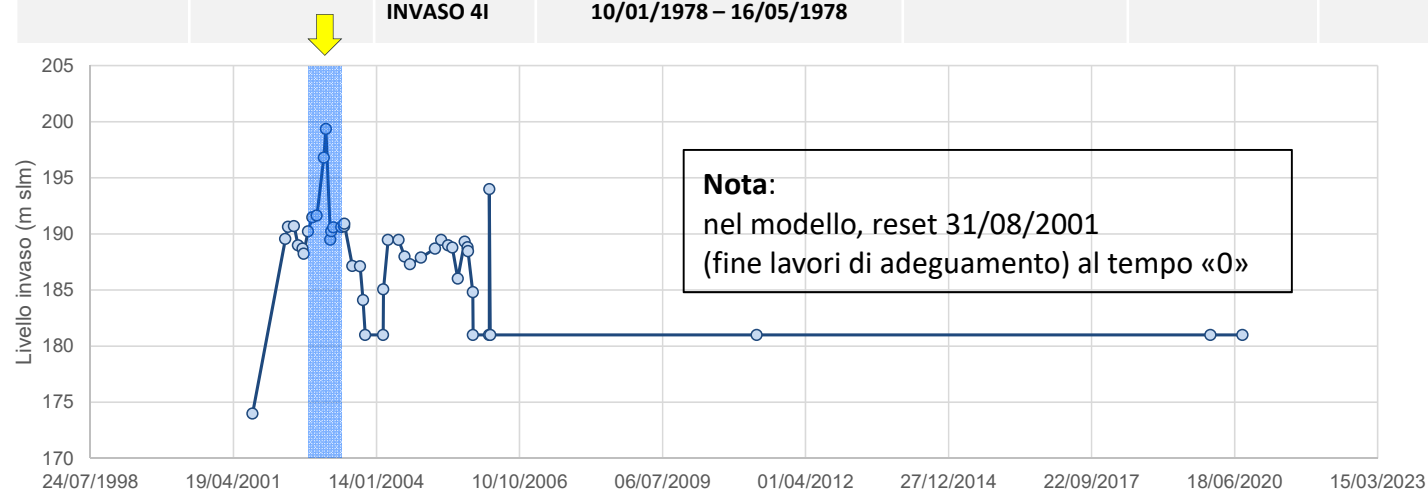
DA FINE COSTRUZIONE ALL'INVASO (DA SETT'56 A MAGGIO'78)
CORRENTE (+199 m)

PRE – INTERVENTO: invaso aprile 1976; svaso gennaio 1978; invaso maggio 1978

POST INTERVENTO DI ADEGUAMENTO 2001
EVENTO DI PIENA GENNAIO 2003 E SUCCESSIVO SVASO RAPIDO

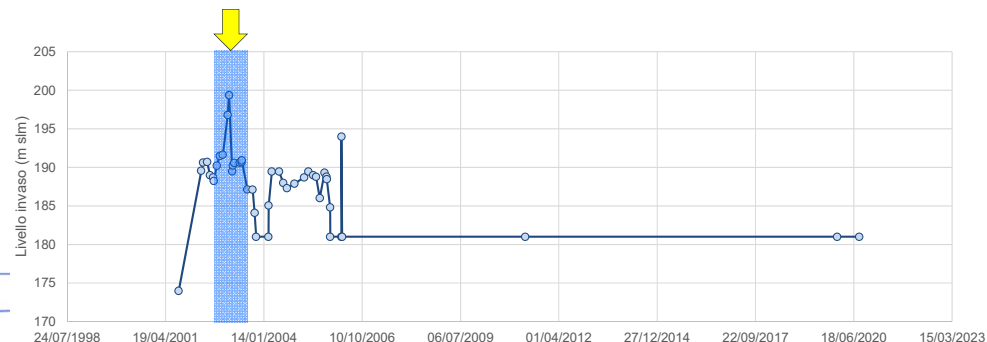
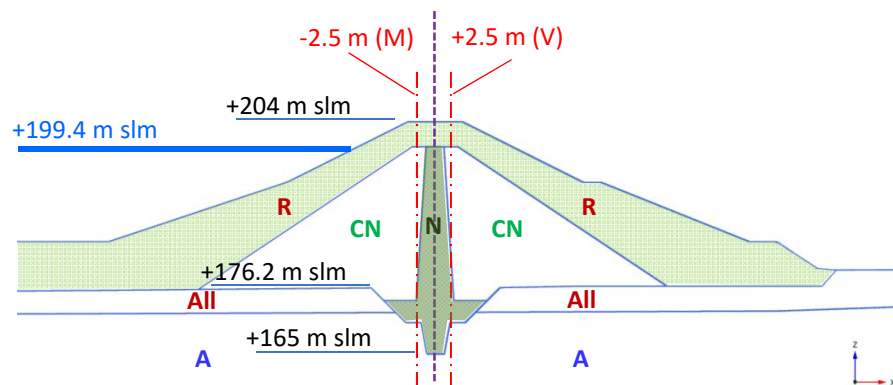


FASE 1 COSTRUZIONE RILEVATO DIGA		FASE 2 INVASO PRE-INTERVENTO		FASE 3 LAVORI DI ADEGUAMENTO		FASE 4 INVASO POST-INTERVENTO	
01/03/1955 - 01/09/1956		01/09/1956 - 02/01/2001		02/01/2001 – 31/08/2001		31/08/2001 – 12/08/2020	
EVENTO	DATA	EVENTO	DATA	EVENTO	DATA	EVENTO	DATA
INIZIO COSTRUZIONE RILEVATO DIGA	01/03/1955	INVASO 1I	01/09/1956 – 05/12/1957	INIZIO RIPROFILATURA E COSTRUZ. RINFIANCHI	02/01/2001	PIENA 5I	23/11/2002 – 26/01/2003
FINE COSTRUZIONE RILEVATO DIGA	01/09/1956	SVASO 1S	05/12/1957 – 09/05/1958	FINE RIPROFILATURA E COSTRUZ. RINFIANCHI	31/08/2001	RAPIDO SVASO 5S	26/01/2003 – 26/02/2003
		SVASO 3S	26/04/1976 – 10/01/1978			RECENTE / ATTUALE	12/08/2020
		INVASO 4I	10/01/1978 – 16/05/1978				



POST-INTERVENTO
evento di piena
e svaso rapido
(gen-feb 2003)

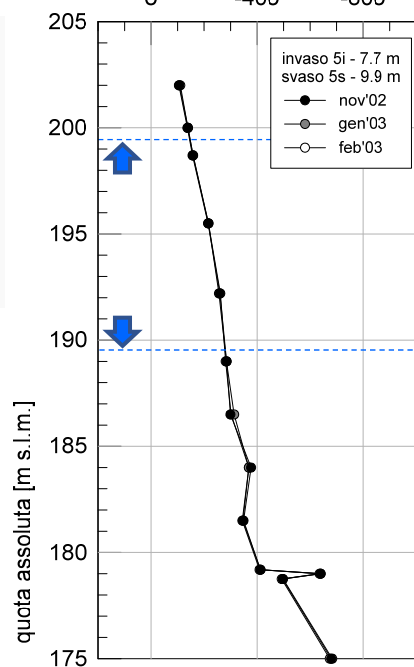
Distribuzione delle tensioni verticali, σ_{zz} con z (in asse e a 2.5m dall'asse monte/valle)



Sez. 4A @ -2.5 m (monte)

tensioni vert. σ_{zz} [kPa]

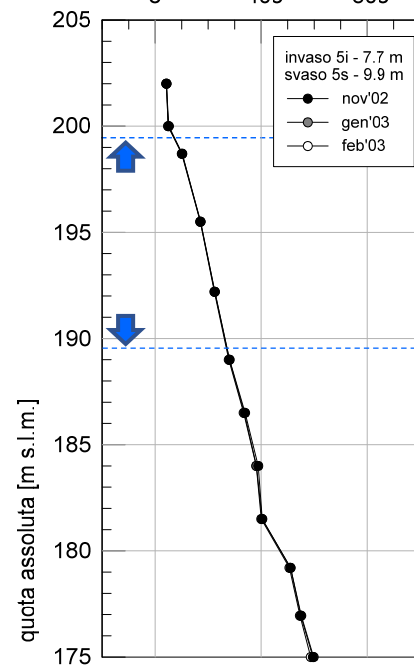
0 -400 -800



Sez. 4A @ 0 m (nucleo)

tensioni vert. σ_{zz} [kPa]

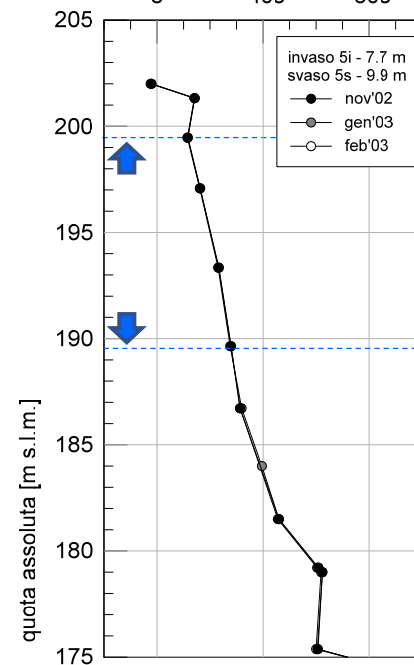
0 -400 -800



Sez. 4A @ 2.5 m (valle)

tensioni vert. σ_{zz} [kPa]

0 -400 -800



NOV'02:
QUOTA INVASO +191.6 m

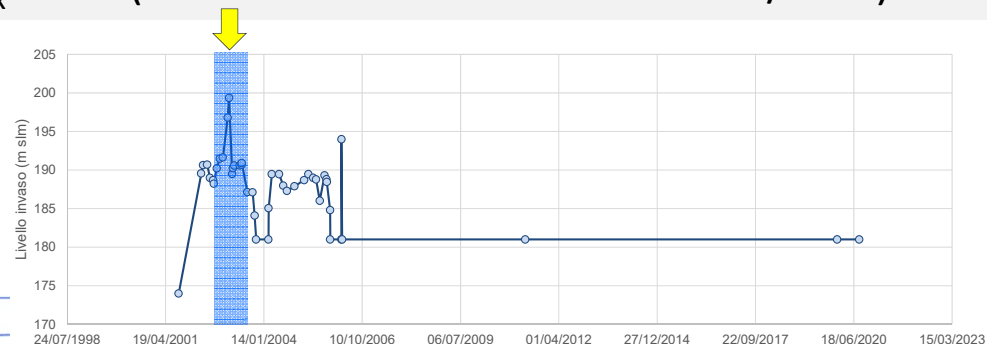
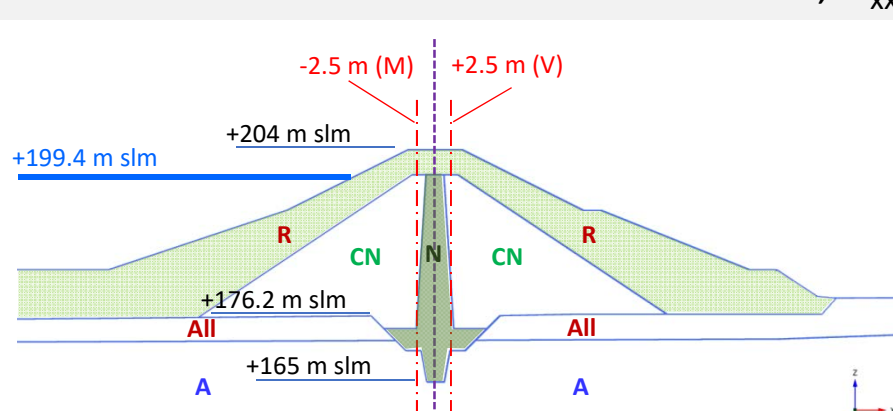
GEN'03: PIENA +199.4 m

FEB'03:
SVASO RAPIDO +189.5 m

POST – INTERVENTO: piena gennaio 2003; svaso rapido febbraio 2003

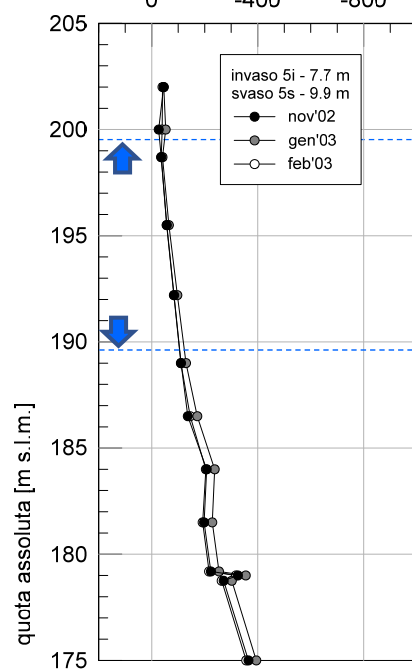
Nota: $\sigma_{zz} < 0$ (compressione)

Distribuzione delle tensioni orizzontali, σ_{xx} con z (in asse e a 2.5m dall'asse monte/valle)



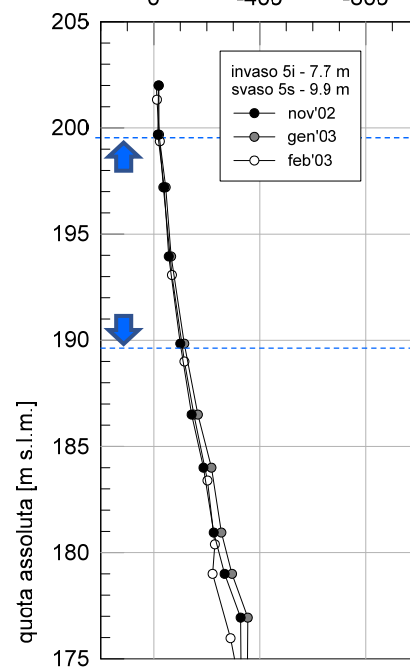
Sez. 4A @ -2.5 m (monte)

tensioni orizz. σ_{xx} [kPa]



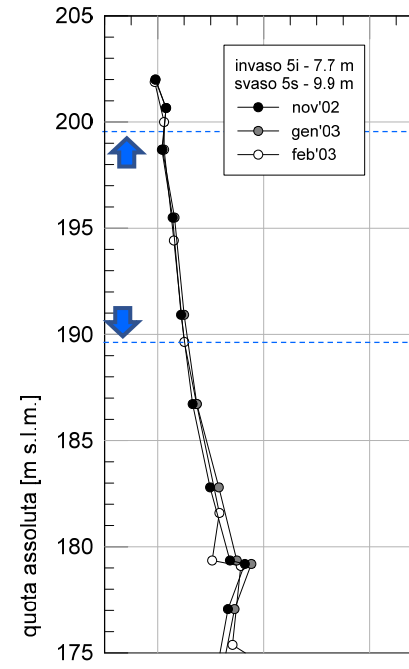
Sez. 4A @ 0 m (nucleo)

tensioni orizz. σ_{xx} [kPa]



Sez. 4A @ 2.5 m (valle)

tensioni orizz. σ_{xx} [kPa]



NOV'02:
QUOTA INVASO +191.6 m

GEN'03: PIENA +199.4 m

FEB'03:
SVASO RAPIDO +189.5 m

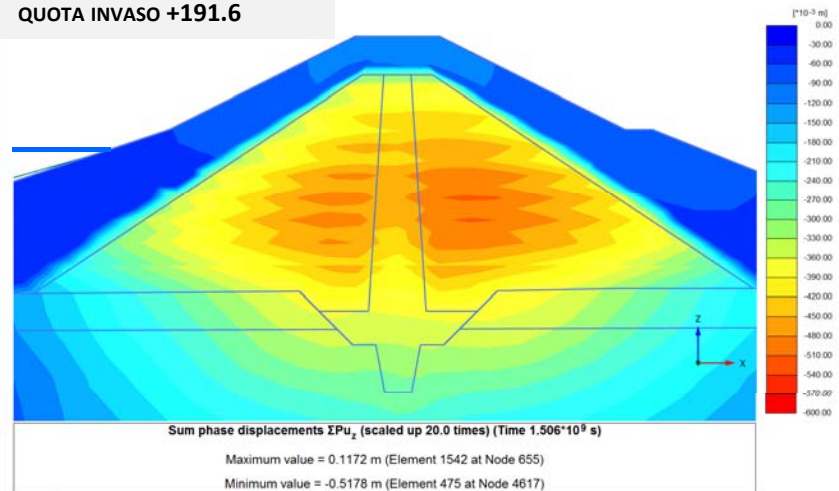
POST - INTERVENTO: piena gennaio 2003; svaso rapido febbraio 2003

Nota: $\sigma_{xx} < 0$ (compressione)

Contours degli spostamenti verticali

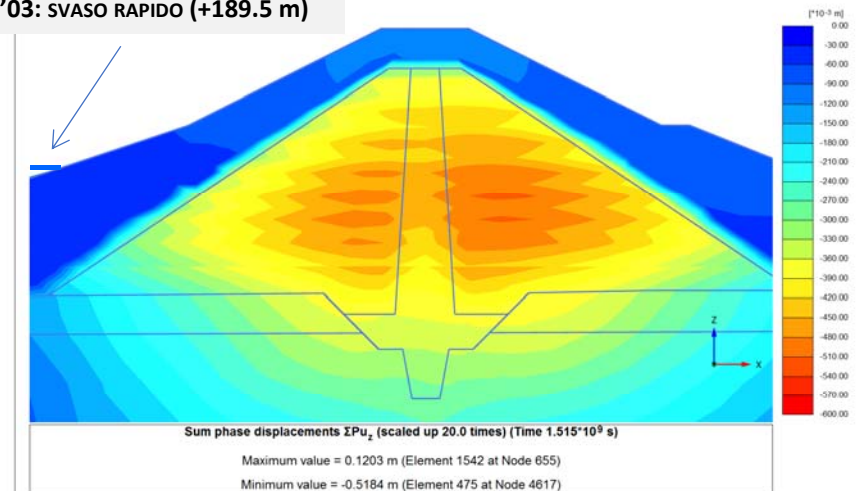
NOV'02:

QUOTA INVASO +191.6



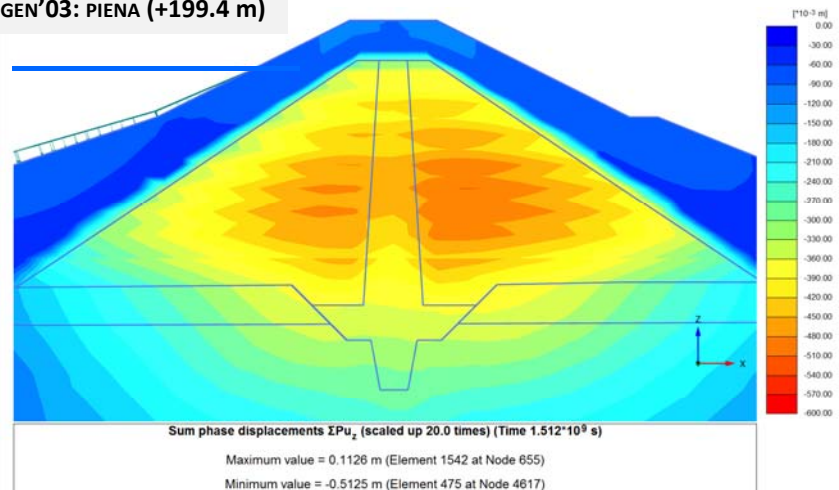
PLAXIS 3D CONNECT Edition
Project description: Diga Rendina
Project filename: Diga Rendina_ssm_4A_23_...
Step: 1407
Company: Università di Perugia
Date: 19/04/2021

FEB'03: SVASO RAPIDO (+189.5 m)



PLAXIS 3D CONNECT Edition
Project description: Diga Rendina
Project filename: Diga Rendina_ssm_4A_26_...
Step: 1436
Company: Università di Perugia
Date: 16/04/2021

GEN'03: PIENA (+199.4 m)

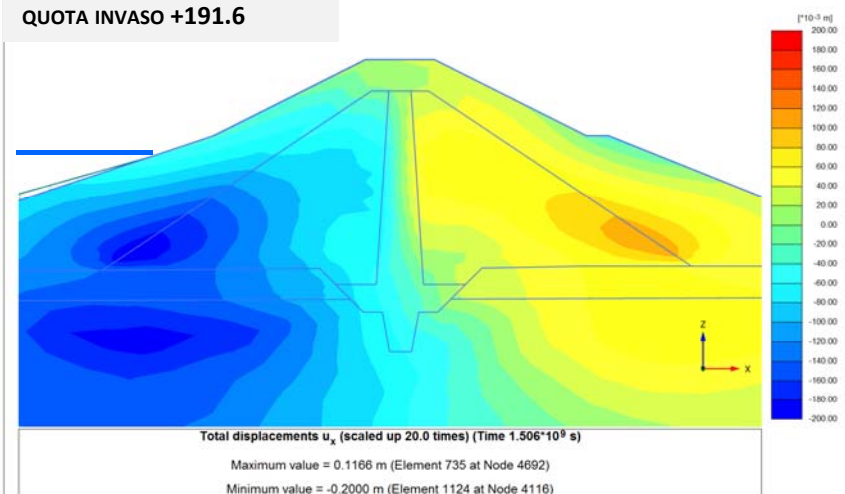


PLAXIS 3D CONNECT Edition
Project description: Diga Rendina
Project filename: Diga Rendina_ssm_4A_legg_...
Step: 1423
Company: Università di Perugia
Date: 16/04/2021

POST – INTERVENTO: piena gennaio 2003; svaso rapido febbraio 2003

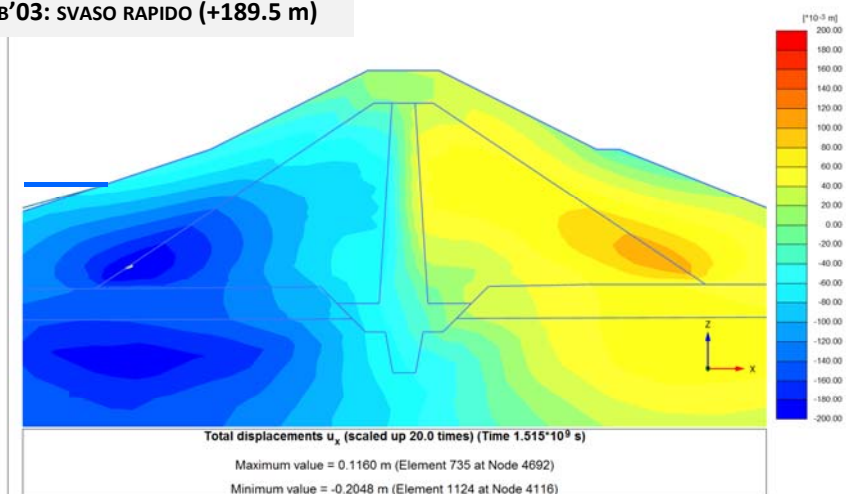
Contours degli spostamenti orizzontali

NOV'02:
QUOTA INVASO +191.6



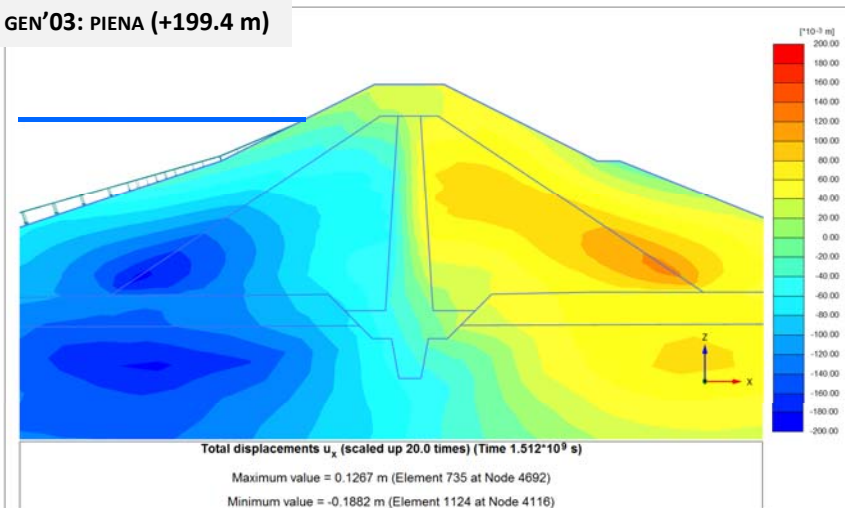
PLAXIS 3D CONNECT Edition
Project description: Diga Rendina
Project filename: Diga Rendina_ssm_4A_23_...
Step: 1407
Company: Università di Perugia
Date: 19/04/2021

FEB'03: SVASO RAPIDO (+189.5 m)



PLAXIS 3D CONNECT Edition
Project description: Diga Rendina
Project filename: Diga Rendina_ssm_4A_26_...
Step: 1436
Company: Università di Perugia
Date: 19/04/2021

GEN'03: PIENA (+199.4 m)



PLAXIS 3D CONNECT Edition
Project description: Diga Rendina
Project filename: Diga Rendina_ssm_4A_legg ...
Step: 1423
Company: Università di Perugia
Date: 19/04/2021

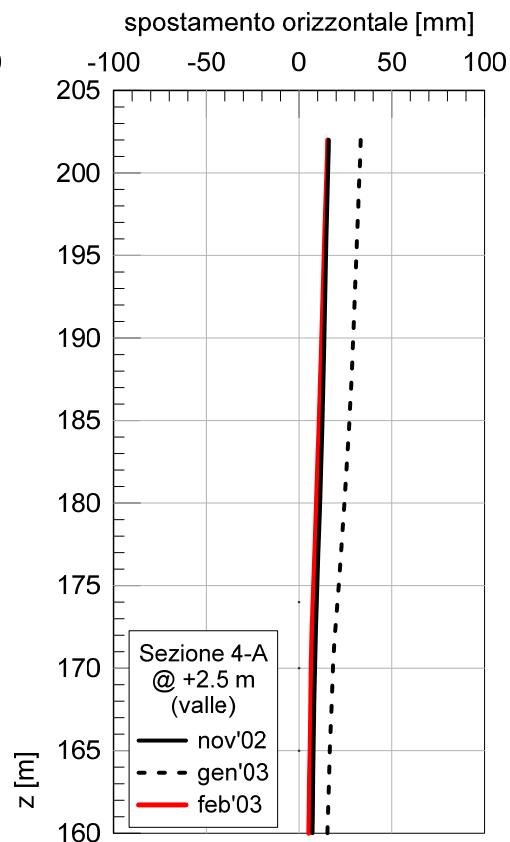
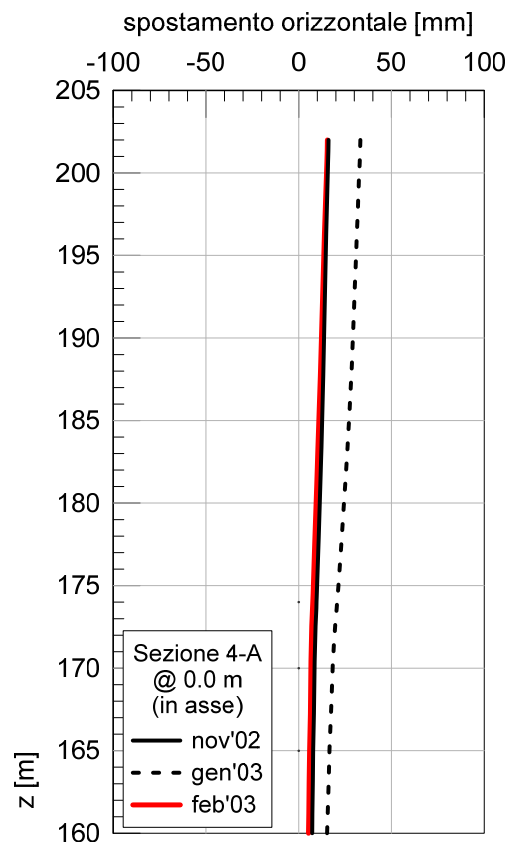
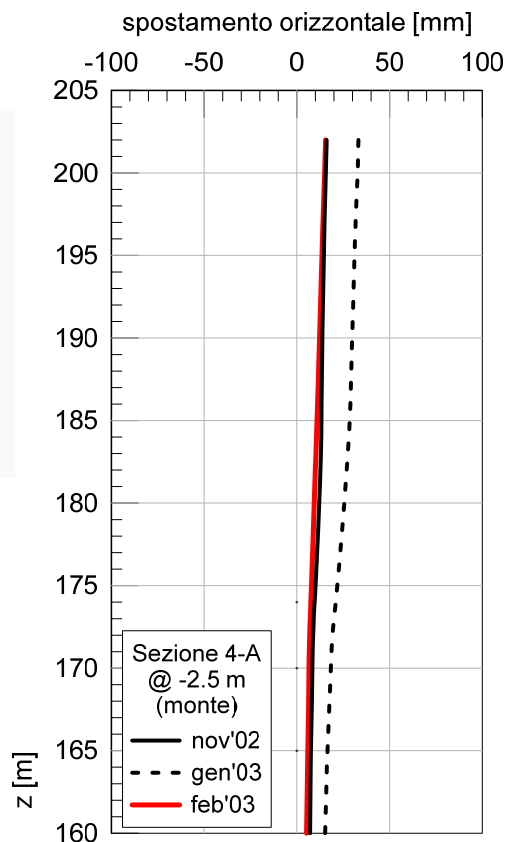
POST – INTERVENTO: piena gennaio 2003; svaso rapido febbraio 2003

Profili degli spost. orizz. depurati da quelli raggiunti a fine lavori di adeguamento (asse, monte/valle)

NOV'02:
QUOTA INVASO +191.6m

GEN'03: PIENA +199.4m
($\Delta H = +7.73\text{m}$)

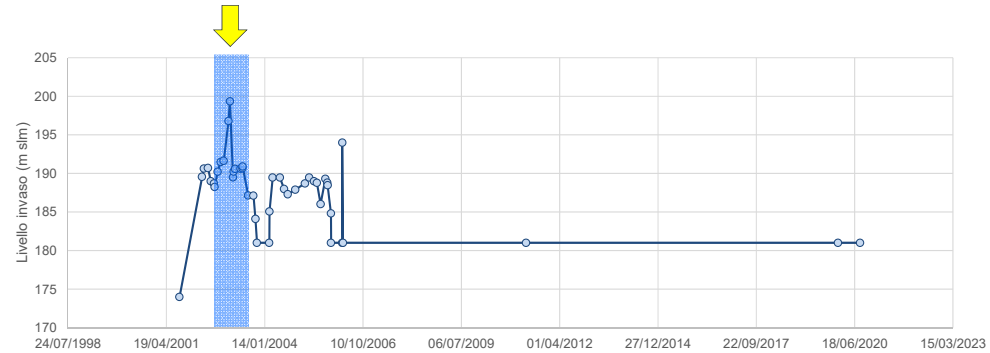
FEB'03:
SVASO RAPIDO +189.5m
($\Delta H = -9.87\text{m}$)



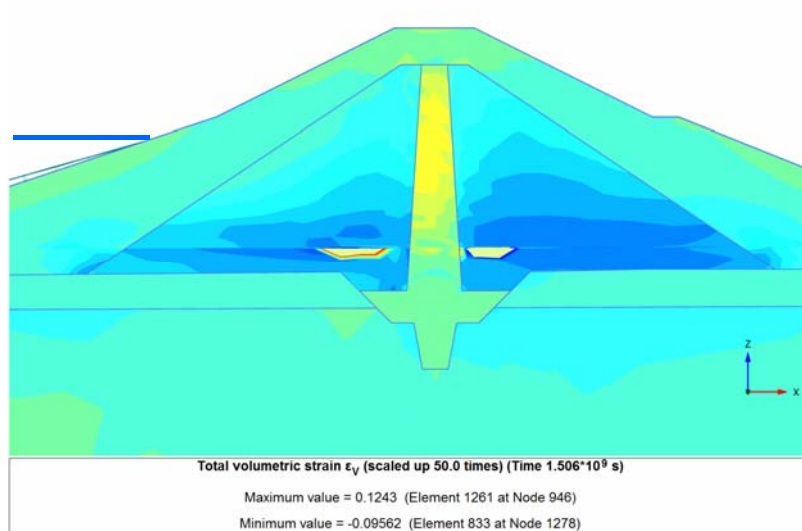
Nota: a nov. 2002, spostamenti orizzontali max al tempo di osservazione $\cong 1\text{-}2\text{ cm}$.

Durante l'evento di piena si raggiunge uno spost. orizzontale massimo di circa 3-4cm, recuperati integralmente al successivo rapido svaso.

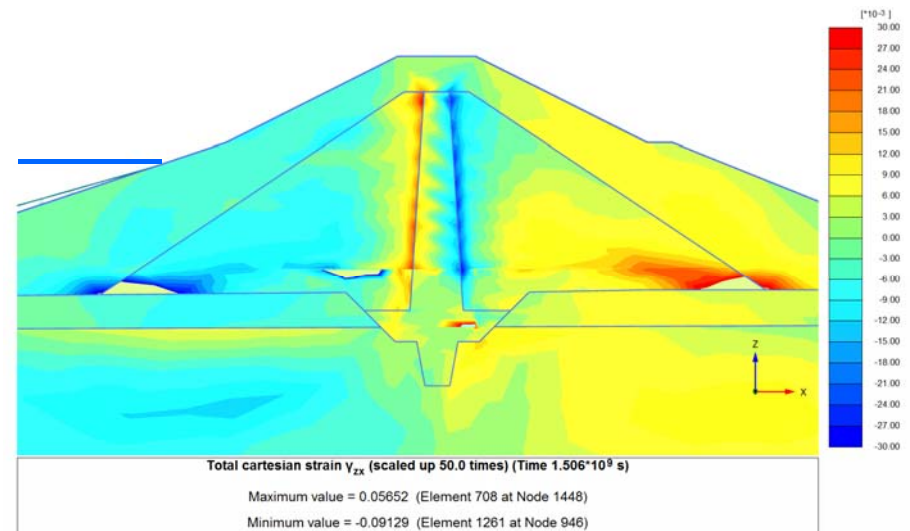
Deformazioni volumetriche e distorsionali



NOV'02: QUOTA INVASO +191.6 m



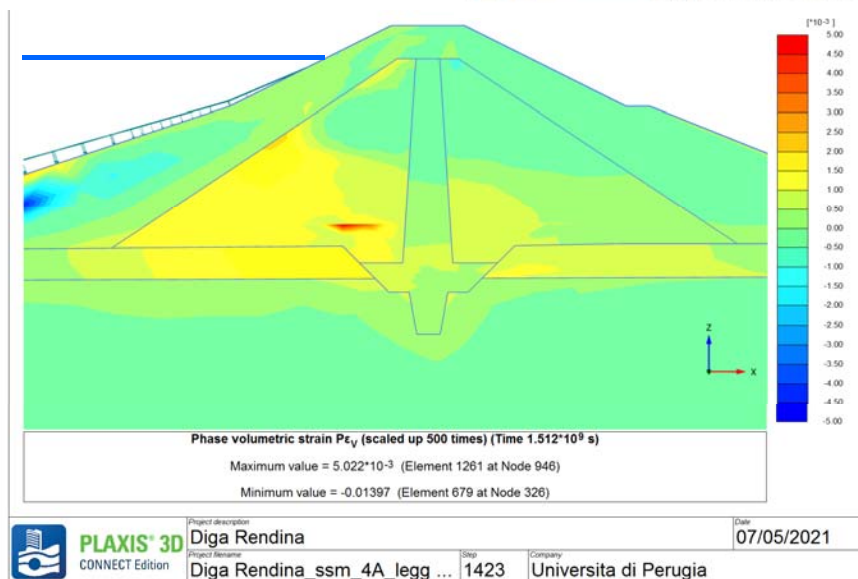
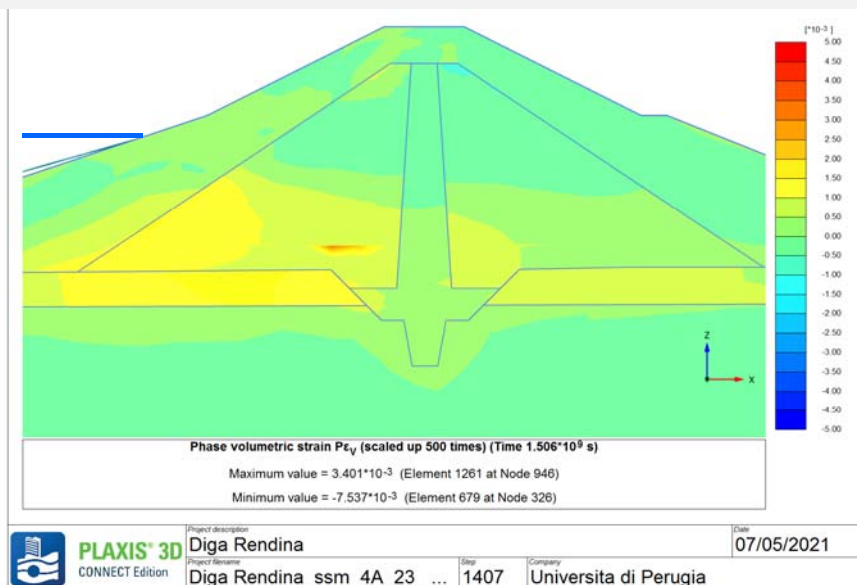
deformazioni volumetriche, ϵ_{vol}



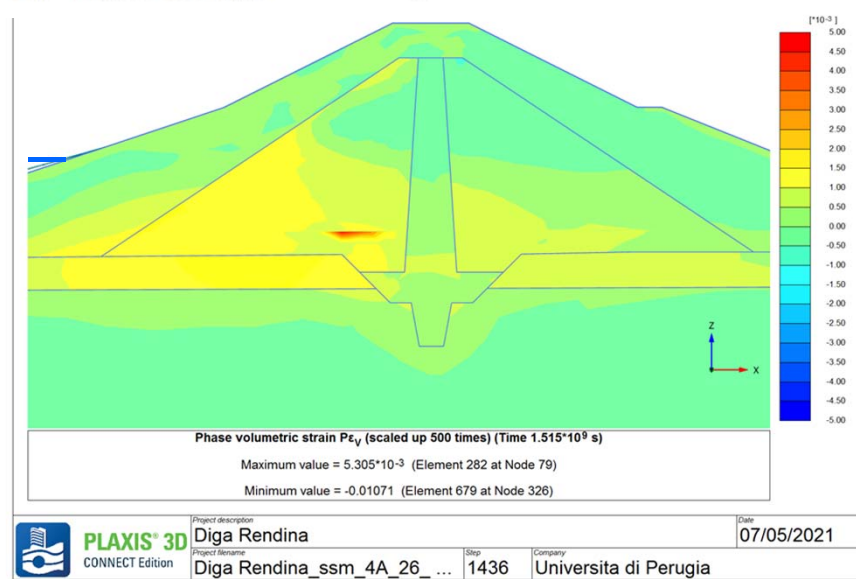
deformazioni distorsionali, γ_{zx}

Deformazioni volumetriche ϵ_{vol} (incrementali)

DA FINE LAVORI DI ADEGUAMENTO
ALLA SITUAZIONE
(DA AGO'01 A NOV'02)
CORRENTE (+191.6 m)



DA FINE LAVORI DI ADEGUAMENTO ALL'EVENTO DI PIENA
(DA AGO'01 A GEN'03) (+199.4 m)



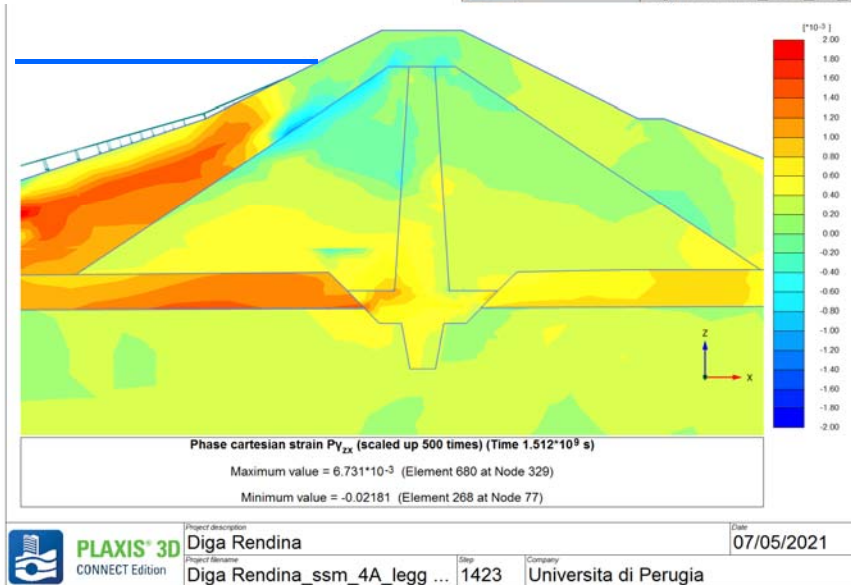
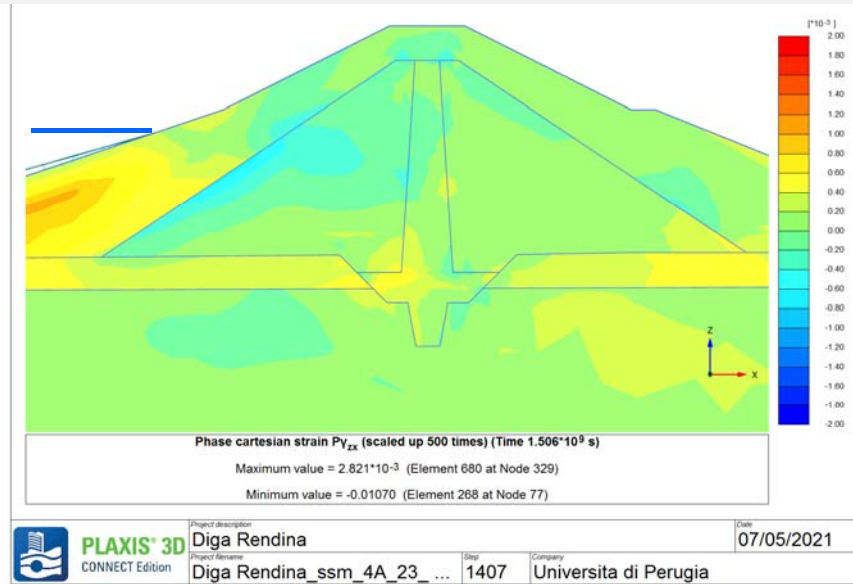
DA FINE LAVORI DI ADEGUAMENTO ALLO SVASO RAPIDO
(DA AGO'01 A FEB'03) (+189.5 m)

POST – INTERVENTO: novembre 2002; piena gennaio 2003; svaso rapido febbraio 2003

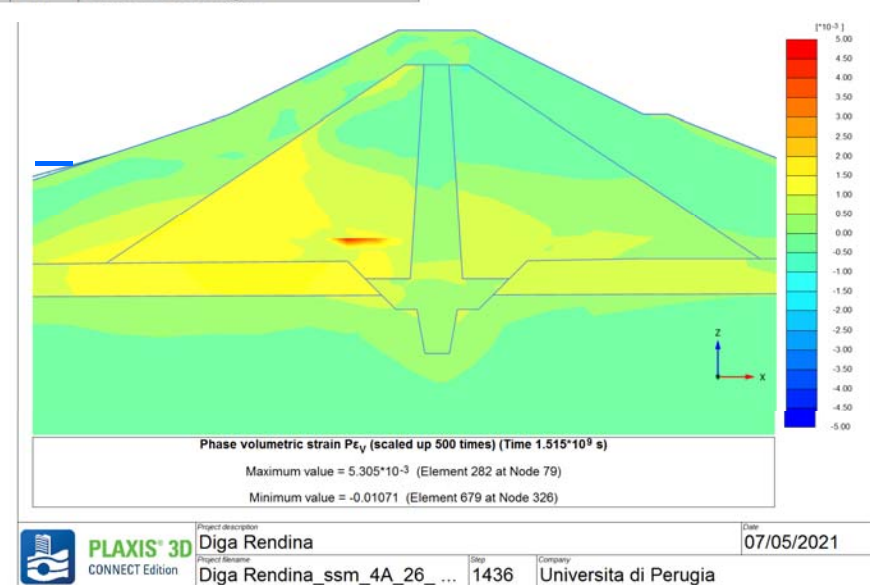
Nota: $\epsilon_{vol} < 0$ (compressione)

Deformazioni distorsionali γ_{zx} (incrementali)

DA FINE LAVORI DI ADEGUAMENTO
ALLA SITUAZIONE
(DA AGO'01 A NOV'02)
CORRENTE (+191.6 m)



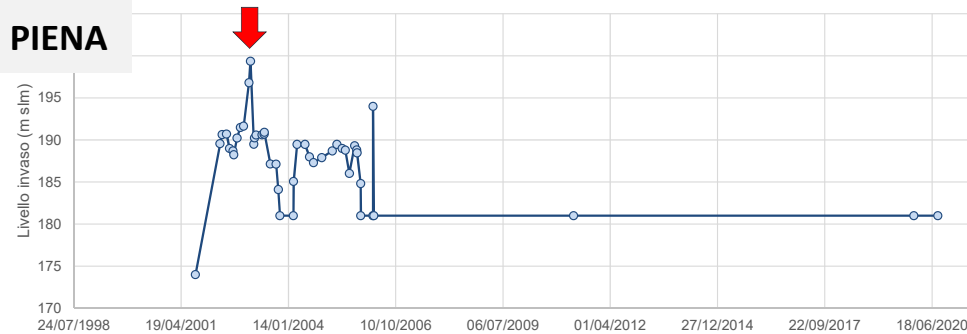
DA FINE LAVORI DI ADEGUAMENTO ALL'EVENTO DI PIENA
(DA AGO'01 A GEN'03) (+199.4 m)



DA FINE LAVORI DI ADEGUAMENTO ALLO SVASO RAPIDO
(DA AGO'01 A FEB'03) (+189.5 m)

Analisi di filtrazione (Codice Seep/W - GeoStudio): evento di piena + svaso 2003

GEN'03: EVENTO DI PIENA



valori dei coefficienti di permeabilità
impiegati nelle analisi Seep/W

RINFIANCHI

$$k_{CN} = 4 \times 10^{-5} \text{ m/s}$$

CONTRONUCLEI

$$k_{CN} = 7 \times 10^{-7} \text{ m/s}$$

NUCLEO/TAGLIONE (da Indagini 2020)

$$k_N = 5 \times 10^{-6} \text{ m/s}$$

fino a 12-14 m dal coronamento,

$$k_N = 2 \times 10^{-6} \text{ m/s}$$

a maggiori profondità

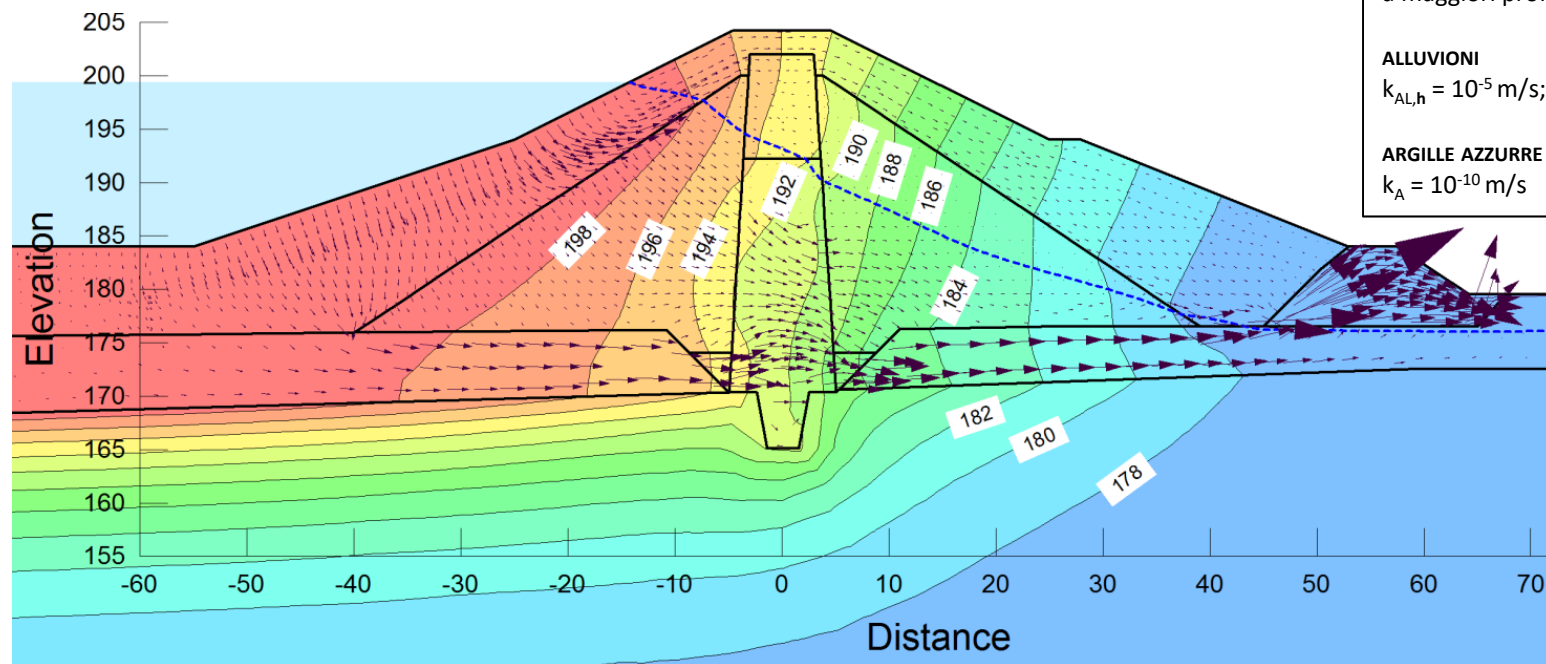
ALLUVIONI

$$k_{AL,h} = 10^{-5} \text{ m/s}; k_{AL,v} = 10^{-6} \text{ m/s}$$

ARGILLE AZZURRE

$$k_A = 10^{-10} \text{ m/s}$$

Equipotenziali

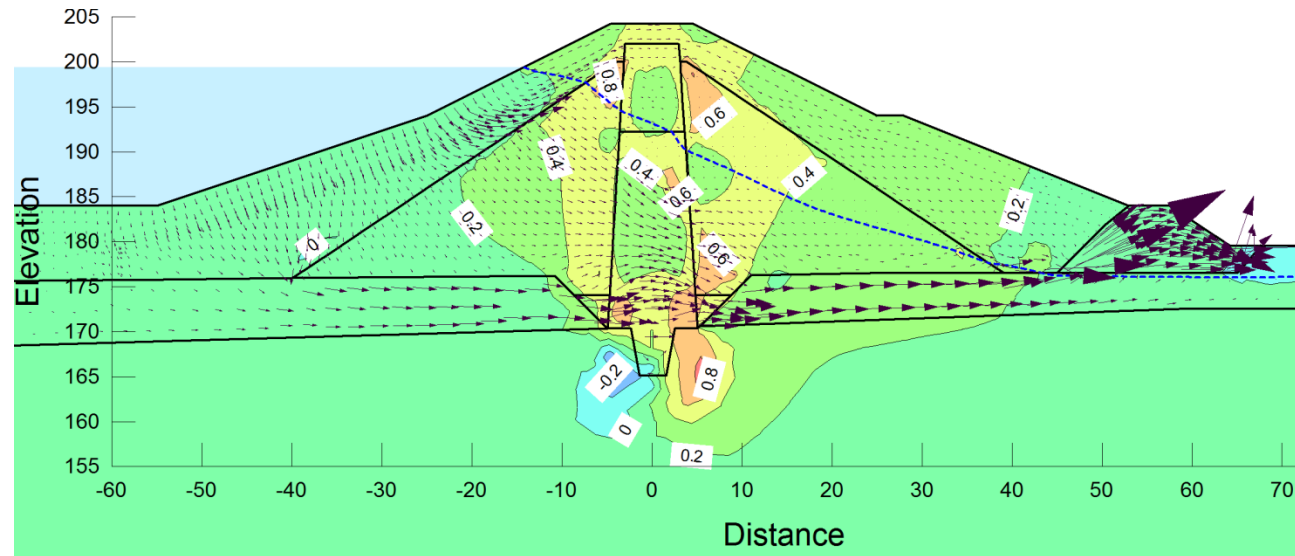


Nota: flusso prevalentemente orizzontale concentrato nelle alluvioni

Analisi di filtrazione (Codice Seep/W - GeoStudio): **evento di piena + svaso 2003**

GEN'03: EVENTO DI PIENA

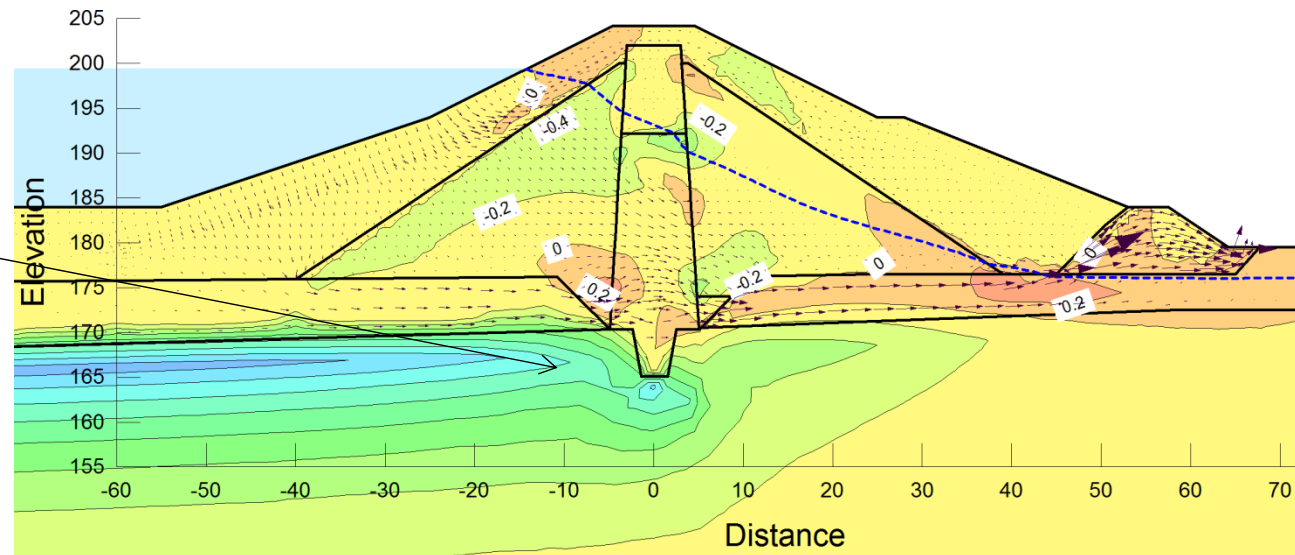
Contours
gradiente orizzontale



Nota:

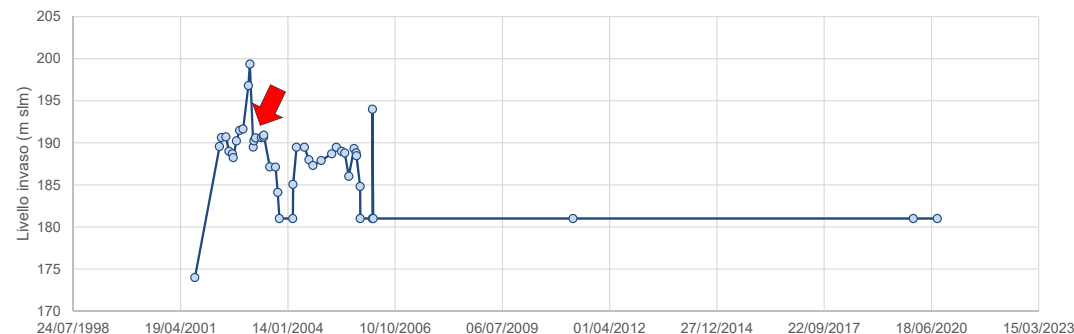
nelle argille, lato monte, i gradienti calcolati sono di segno negativo (flusso verso il basso)

Contours
gradiente verticale

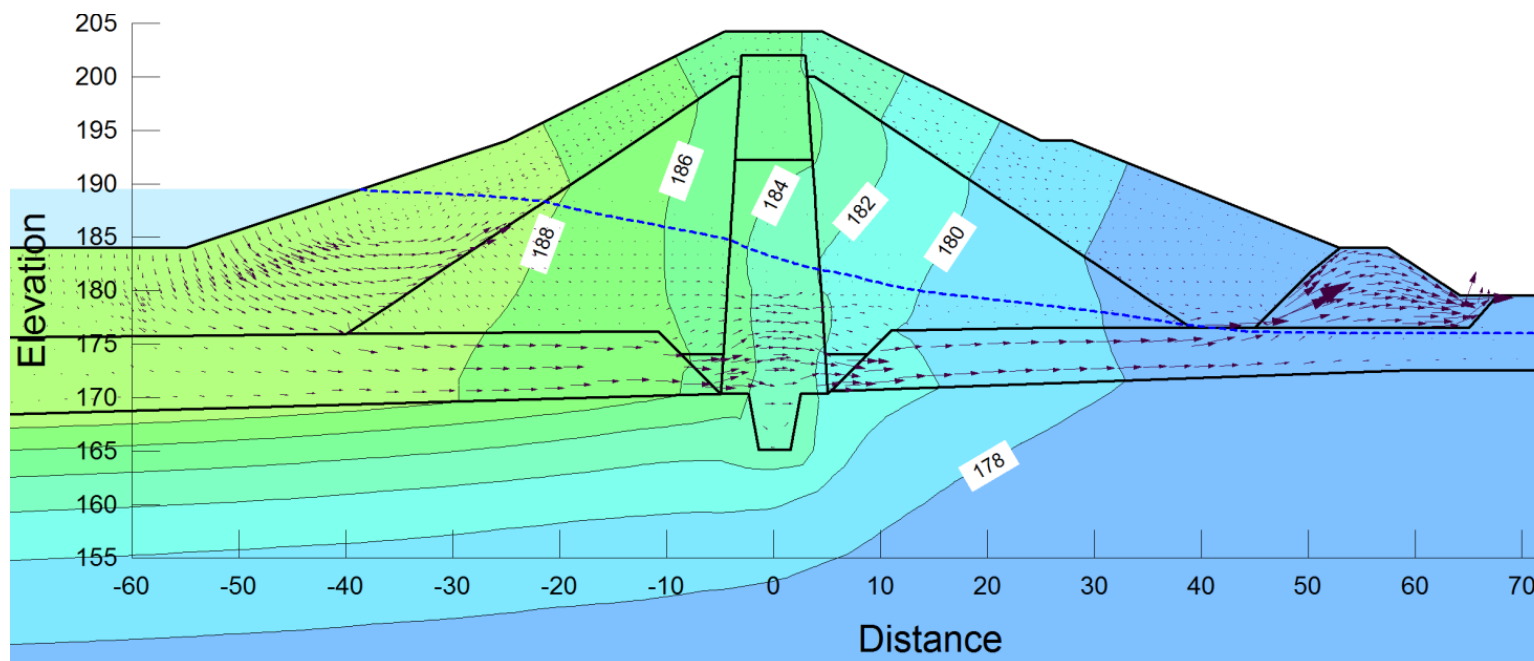


Analisi di filtrazione (Codice Seep/W - GeoStudio): evento di piena + **svaso** 2003

FEB'03: SVASO RAPIDO



Equipotenziali

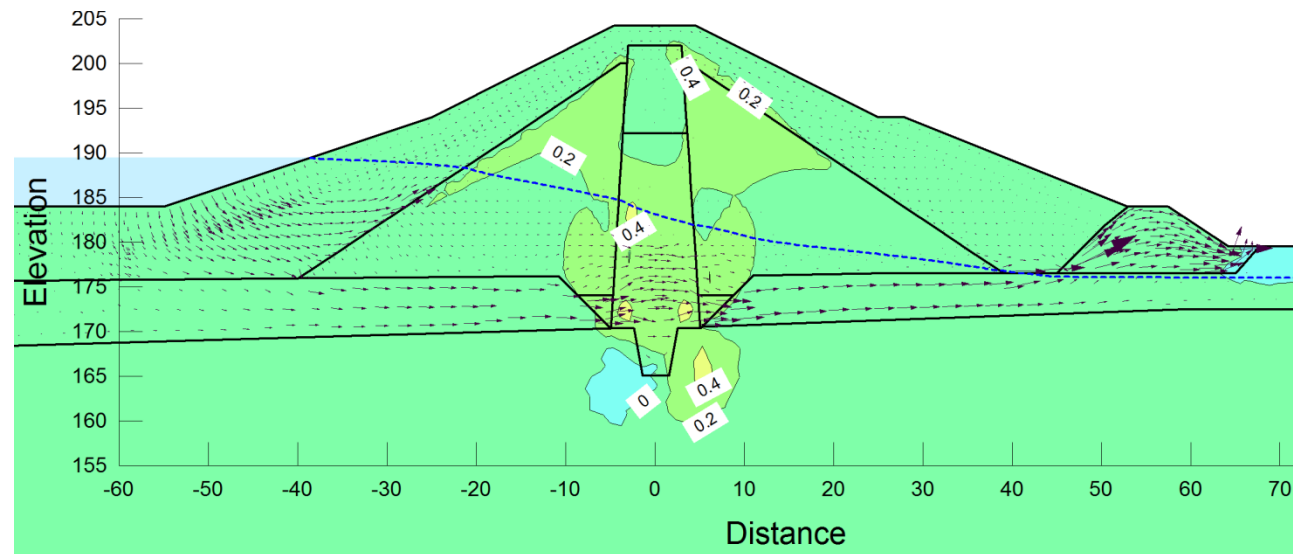


Nota: flusso prevalentemente orizzontale concentrato nelle alluvioni

Analisi di filtrazione (Codice Seep/W - GeoStudio): evento di piena + **svaso 2003**

FEB'03: SVASO RAPIDO

Contours
gradiente orizzontale



Nota:

nelle argille, lato monte,
i gradienti calcolati sono di
segno negativo (flusso
verso il basso).
In ogni caso, valori del
gradiente minori di quelli
calcolati per l'evento di
piena.

Contours
gradiente verticale

