

PROGETTO ESECUTIVO

COMUNE DI BE'E (VB)

OGGETTO:

**RISTRUTTURAZIONE E SISTEMAZIONE FUNZIONALE
DEL PARCHEGGIO PUBBLICO**

TITOLO:

RELAZIONE STATICA
MURO DI SOSTEGNO ALPENSTEIN RINVERDIBILE

COMMITTENTE:

FONDAZIONE LAMA GANGCHEN PER UNA CULTURA DI PACE

Via Marco Polo n°13-20124 Milano (MI)
C.F. 97363850153

PROGETTISTA :

Ing. Marco Ferri

Via Roma,18

28921 - Verbania - Intra (VB)

Albo Ingegneri del V.C.O. nr. 33

DATA:
febbraio 2017

FORMATO:
A4

ELABORATO n° **3.2.**

AGGIORNAMENTO N.°		DATA:	DISEGNATO	CONTROLLATO	APPROVATO
02	Emissione	giugno. 2016	-	-	-
03	Emissione	febbraio. 2017	-	-	-
-	-	-	-	-	-

A norma di legge il presente elaborato non può essere riprodotto e comunicato a terzi senza espressa e preventiva autorizzazione del titolare

REGIONE PIEMONTE

COMUNE DI BE'E

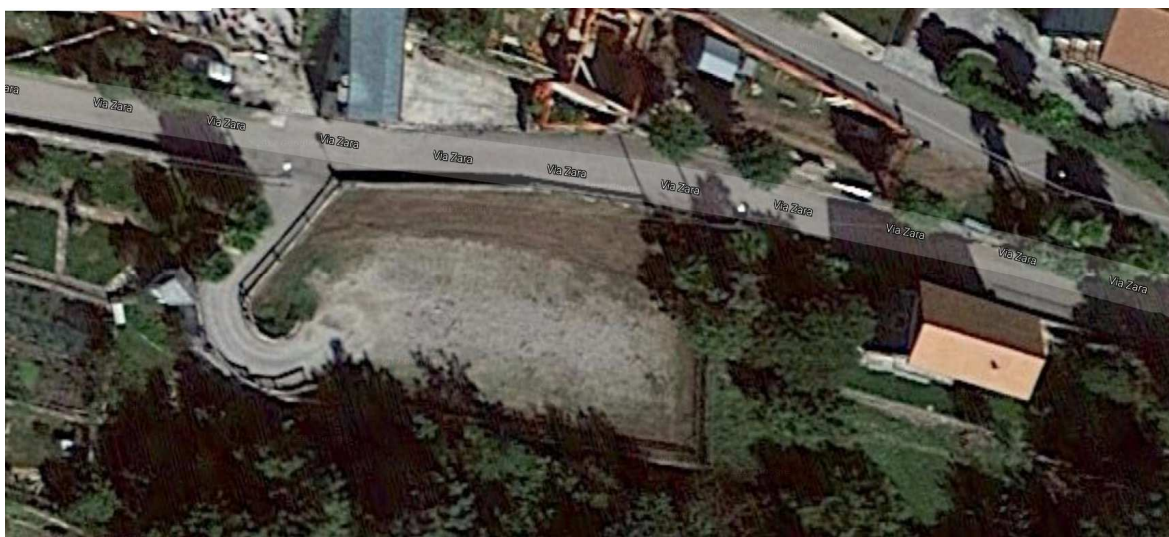
PROVINCIA DEL V.C.O.

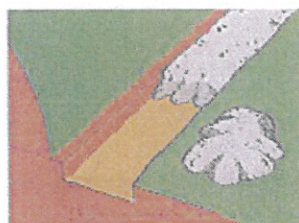
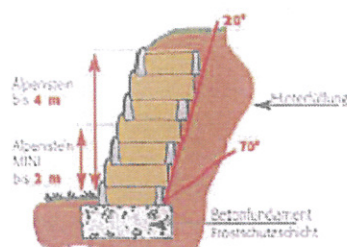
LAMA GANGCHEN WORLD PEACE FONDATION

Sede Legale Via Marco Polo n°13° Milano

FRAZIONE DI ALBAGNANO

RISTRUTTURAZIONE E SISTEMAZIONE FUNZIONALE DEL PARCHEGGIO PUBBLICO PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE STATICA RELAZIONE STATICA MURO DI SOSTEGNO ALPENSTEIN RINVERDIBILE





Technische Daten

Alpenstein fino a 4 m
Alpenstein Mini fino a 2 m
Hinterfüllung – materiale di riempimento
Betonfundamente – fondazione in cemento
Frostschuttschicht – strato antigelo

1. Il sistema

I fabbricati per la stabilizzazione delle scarpate del sistema "Alpenstein" sono formati da un elemento a cornice in pietra, munito da una attrattiva chiusura frontale.

Gli elementi in calcestruzzo vengono utilizzati in formazione a rete e orizzontalmente, con la possibilità di posizionare gli elementi in modo tale da trarne una forma di terrazza a gradini. Tuttavia la conformazione a terrazza non è affatto un obbligo. L'installatore potrà utilizzare gli elementi per inclinazioni del terreno da un massimo di 70 gradi nel ripido fino a 25 gradi nel piano. Nulla vieta l'utilizzo degli elementi adattandosi al terreno, alternando tratti con inclinazione forte o meno forte, creando così una forma naturale con il terreno. Con il sistema Alpenstein è possibile utilizzare gli elementi sia per curve di tipo concavo e di tipo convesso, sia per costruzioni che rispecchiano una curvatura ad S.

L'approvvigionamento di umidità da parte delle piante avviene in duplice modo. Da un lato grazie alle precipitazioni naturali, le quali possono penetrare ottimamente nel terreno grazie alla conformazione a gradini, dall'altro grazie all'azione di umidità capillare prodotta dalla scarpata che penetra all'interno, grazie alla parete posteriore aperta.

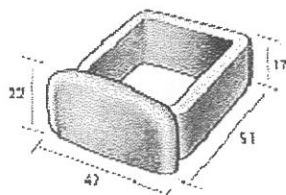
Un altro vantaggio è dato dal pavimento degli elementi aperto sul fondo, capace di garantire un'ottimale crescita delle radici nel terreno, irrobustendo contemporaneamente anche la parete. In generale il sistema offre una soluzione esteticamente valida, ideale per l'allestimento ecologico di scarpate.

Possibili applicazioni:

Le costruzioni Alpenstein non si utilizzano solo all'interno di giardini o per l'abbellimento del paesaggio, ma anche per costruzioni lungo la strada e costruzioni idrauliche. Alcuni esempi: recinzioni, pareti a terrazza, rivestimento di scarpate, rivestimento di rocce, pareti di sostegno, pareti degli argini, terrapieni antiacustici,

ecc.

2. L'elemento in pietra (Alpenstein)



Misure

Altezza elemento base: 17 cm

Altezza chiusura frontale: 22 cm

Lunghezza (spessore parete): 51 cm

Larghezza chiusura frontale: 42 cm

Larghezza cornice base: 42 cm

Peso: 35 kg

Materiale: calcestruzzo tipo B 300 con caratteristiche antigelo

Utilizzo: ca. 7,3 elementi/m² di parete.

3. Istruzioni per la posa di pareti di sostegno e di rivestimento

Preparazione del sottosuolo

Creazione della base d'appoggio o della soletta di fondamento alla profondità richiesta dalle esigenze statiche della parete – se necessario migliorare la base utilizzando ghiaia dalle caratteristiche antigelo, livellare e comprimere.

Fondamenta

Realizzazione di una fondazione a banda o di una lastra di fondazione in base alle caratteristiche statiche. La fondazione deve sempre essere più larga dello spessore della parete che si va a realizzare ed essere munita di un gradino (a sezione regolare retrostante). In caso di pareti di protezione basse, nel caso il terreno lo permetta, è possibile non optare per una fondazione. In questo caso, per motivi di pulizia, è tuttavia necessario creare una base in ghiaia con caratteristiche antigelo.

L'angolo superiore della fondazione deve essere orizzontale.

In presenza di terreno inclinato occorre realizzare gradini dall'altezza di 17 cm o multipli. La lunghezza dei gradini deve corrispondere alla lunghezza base degli elementi in pietra da posare. Queste considerazioni sono da eseguirsi dopo aver ispezionato ed analizzato le caratteristiche locali del terreno.

Costruzione della parete

Posizionare ed adattare la prima fila di elementi con malta cementizia a presa

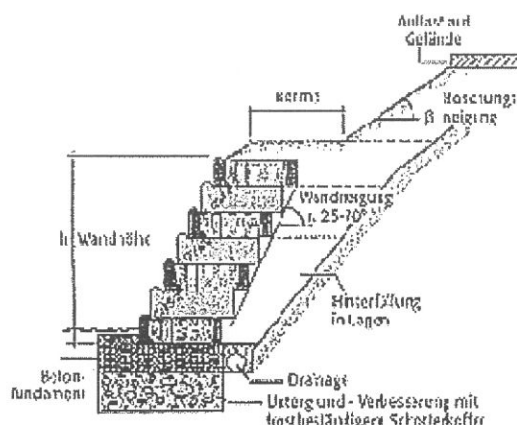
rapida. Le chiusure frontali sono da posizionare sul lato anteriore dell'elemento; lo spazio rimanente si riempie con altra malta a presa rapida. Gli elementi vanno posizionati in modo che i lati degli stessi poggino uno sull'altro in modo sicuro. È possibile una disposizione più stretta degli elementi.

Si lavora con procedimento a secco, tuttavia eventuali imperfezioni devono essere corrette con malta a presa rapida.

La posa di terriccio adatto alle piante negli elementi in pietra deve avvenire insieme alla posa del materiale di riempimento e alla costruzione della parete.

Materiale di riempimento

Utilizzo di vario materiale (ghiaioso e sabbioso). L'angolo di naturale declivio deve essere possibilmente maggiore di 30 gradi. Il materiale deve presentare la stessa umidità naturale del terreno (non troppo secco, ma in nessun caso bagnato!). Se il pendio è freatico si richiede l'installazione di un sistema di drenaggio per la parete. Il materiale di riempimento deve essere posizionato in sezioni di circa 30-40 cm. Fare attenzione ad una buona compressione del materiale con vibrocostipatrice.



Wandhöhe – altezza parete
Betonfundament – fondazione in cemento
Untergrundverbesserung mit frostbeständiger Schotterkoffer – miglioramento del sottosuolo con cassone in ghiaia antigelo
Drainage – drenaggio
Hinterfüllung in Lagen – Materiale di riempimento a strati
Wandneigung – inclinazione parete
Böschungsneigung – inclinazione scarpata
Auflast auf Gelände – peso aggiuntivo sul terreno

4. Curvature

La creazione di curvature permette il posizionamento della parete con adattamento alla forma del terreno. Possono essere create pareti convesse o concave in modo semplice, unendo gli elementi per ogni fila o sul lato della montagna (curvatura convessa) oppure sul lato esterno (curvature concave). Per queste formazioni sono elencati nella tabella i raggi più piccoli da utilizzare per le realizzazioni desiderate. La distanza di nicchia massimale per il lato esterno è di 32 cm, la distanza minima tra due elementi in pietra sul lato montagna è di 32 cm.

La libertà d'azione all'interno di questi massimali permette di creare diverse formazioni di archi e curvature. Un ulteriore fattore per la determinazione del raggio più piccolo è l'inclinazione della parete. Altre limitazioni sono date dall'altezza della parete stessa.

Curvature convesse

In relazione alle tabelle sotto riportate possono essere determinati i raggi minimi per le inclinazioni delle pareti di 3:1 (circa 70 gradi) e di 2:1 (circa 65 gradi).

Curvature concave

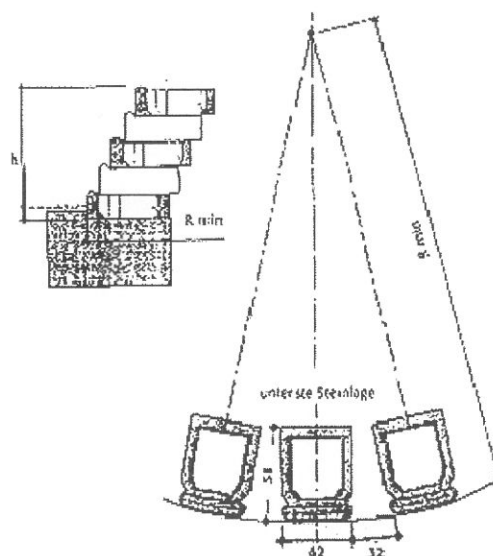
In relazione alle tabelle sotto riportate possono essere determinati i raggi più piccoli e le distanze di nicchia per le prime file della parete concava.

5. Alpenstein / costruzione ad arco CONVESSO

Raggi degli archi (R min) più piccoli con altezza parete (h) - disposizione della prima fila di pietre

Höhe		Wandneigung 70° ca. 3:1	Wandneigung 65° ca. 2:1
Lagen	cm	R min (m)	R min (m)
4	68	1,90	2,17
5	85	2,03	2,38
6	102	2,17	2,60
7	119	2,30	2,80
8	136	2,45	3,00
9	153	2,58	3,21
10	170	2,72	3,41
11	187	2,86	3,62
12	204	3,00	3,85
13	221	3,13	4,05
14	238	3,27	4,25
15	255	3,41	4,45

Höhe – Altezza; Wandneigung – inclinazione parete; Lagen - file
unterste Steinlage – prima fila di pietre

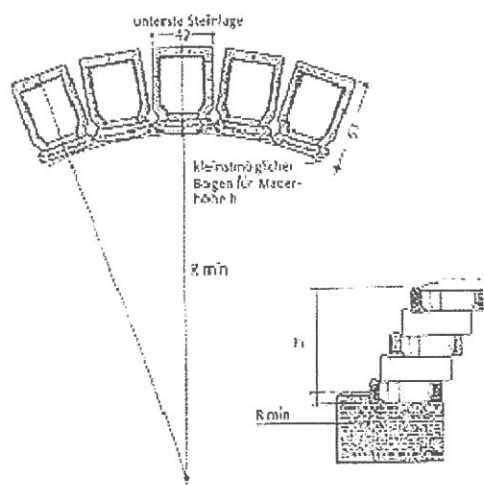


Per la prima fila di elementi Alpenstein per pareti convesse, con un raggio d'arco di oltre 5 metri, nonché per pareti non curvate, si consiglia uno spazio tra gli elementi (distanza di nicchia) di 32 cm (fila di elementi su fila di elementi).

6. Alpenstein / costruzione ad arco CONCAVO

Raggi degli archi (R_{min}) più piccoli con altezza parete (h) - disposizione della prima fila di pietre

Höhe		Wandneigung 70° ca. 3:1	Wandneigung 65° ca. 2:1
Lagen	cm	R_{min} (m)	R_{min} (m)
4	68	1,17	1,34
5	85	1,26	1,47
6	102	1,34	1,60
7	119	1,43	1,73
8	136	1,51	1,85
9	153	1,60	1,98
10	170	1,68	2,11
11	187	1,77	2,23
12	204	1,85	2,36
13	221	1,94	2,50
14	238	2,02	2,62
15	255	2,11	2,75



Höhe – Altezza; Wandneigung – inclinazione parete; Lagen – file unterste Steinlage – prima fila di pietre Kleinstmöglichster Bogen für Mauerhöhe h – arco minimo per altezza parete h

Per la prima fila di elementi Alpenstein per pareti concave, con un raggio d'arco di oltre 5 metri, si consiglia uno spazio tra gli elementi sul lato frontale (distanza di nicchia) di circa 25 cm. Con questa distanza c'è la certezza che, per una disposizione di elementi verso l'alto per pareti fino a 2.55 m di altezza e con una pendenza della parete tra i 3:1 ed i 2:1, la curvatura si risolva sempre in modo appropriato. Per archi con un raggio inferiore a 5 m oppure per pareti con un'inclinazione inferiore a 2:1 o ancora più alta di 2.55 m, si consiglia di disporre la prima fila senza distanze di nicchia fra gli elementi.

7. Soluzione ad angolo

È possibile optare anche per una soluzione ad angolo.

(documentazione su richiesta), In linea di massima le soluzioni ad angolo dovrebbero essere evitate, poiché l'intero sistema è stato concepito ed ottimizzato per la creazione di archi.

8. Altezza parete

Alpenstein profondità della costruzione 51 cm

Letto in ghiaia ben compresso con fondazione, con 10 cm di strato di calcestruzzo: sezione: larghezza 100 cm.

Spessore (altezza) 50 cm, soletta con base antigelo

Raumgewicht der Hinterfüllung 19 kN/m ³ Kies-Sand-wasserdurchlässig, gut verdichtet Wandreibungswinkel = 2/3 Phi	Böschungs- neigung über der Wand	Maximal erreichbare Wandhöhen (m), Auflast auf Gelände: 5 kN/m ²								
		Reibungswinkel Phi 27,5° (mittelfester Boden)			Reibungswinkel Phi 30° (lockerer Sand, Kies)			Reibungswinkel Phi 32,5° (mitteldichter Sand, Kies)		
		Wandneigung 70° 65° 60°			Wandneigung 70° 65° 60°			Wandneigung 70° 65° 60°		
Alpensteinwand mit dichter Erdfüllung Wandgewicht mind. 7,0 kN/m ²	0 Grad	1,35	1,53	1,70	1,87	2,04	2,38	2,55	3,06	3,57
	15 Grad	0,85	1,02	1,19	1,53	1,70	1,87	2,04	2,55	2,89
	30 Grad	0,68	0,85	0,85	0,85	1,02	1,19	1,36	1,70	1,87

Raumgewicht der Hinterfüllung 9 kN/m³: peso lordo del materiale di riempimento 9 kN/m³
 Böschungsneigung über der Wand: inclinazione della scarpata sopra la parete
 Maximal erreichbare Wandhöhe (m): altezza massima raggiungibile (Mm) della parete
 Auflast auf Gelände: 5 kN/m²: peso aggiuntivo sul terreno
 Reibungswinkel (mittelfester Boden; lockerer Sand, Kies; mitteldichter Sand, Kies): angolo di naturale declivio (terreno mediamente solido, sabbia con poca solidità, sabbia mediamente compatta, ghiaia)
 Wandneigung: inclinazione della parete
 Kies-Sand-wasserdurchlässig, gut verdichtet Wandreibungswinkel - 2/3 Phi: ghiaia-sabbia-permeabile all'acqua, angolo di naturale declivio della parete ben compresso - 2/3 Phi:
 Alpensteinwand mit dichter Erdfüllung: parete Alpenstein con fitto riempimento di terriccio
 Wandgewicht mind. 7,0 kN/m²: peso della parete min. 7,0 kN/m²

Fondazione in calcestruzzo su base antigelo **lrmefe**

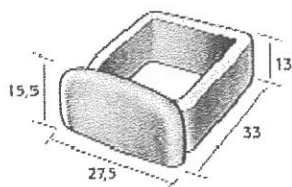
Fondazione - sezione: larghezza 100 cm, spessore (altezza) 50 cm

Raumgewicht der Hinterfüllung 19 kN/m ³ Kies-Sand-wasserdurchlässig, gut verdichtet Wandreibungswinkel = 2/3 Phi	Böschungs- neigung über der Wand	Maximal erreichbare Wandhöhen (m), Auflast auf Gelände: 5 kN/m ²								
		Reibungswinkel Phi 27,5° (mittelfester Boden)			Reibungswinkel Phi 30° (lockerer Sand, Kies)			Reibungswinkel Phi 32,5° (mitteldichter Sand, Kies)		
		Wandneigung 70° 65° 60°			Wandneigung 70° 65° 60°			Wandneigung 70° 65° 60°		
Alpensteinwand mit dichter Erdfüllung Wandgewicht mind. 7,0 kN/m ²	0 Grad	1,87	2,04	2,21	2,04	2,55	2,72	2,89	3,23	3,57
	15 Grad	1,36	1,53	1,70	1,70	2,04	2,21	2,38	2,55	2,89
	30 Grad	1,02	1,19	1,36	1,36	1,53	1,70	2,04	2,55	2,89

Elaborato utilizzando il programma STM2 versione 93.04 / Studio ingegneristico Rauch&Rauch

Alpenstein Mini 9. L'elemento in pietra

(Mini-Alpenstein)



Misure

Altezza elemento base: 13 cm

Altezza chiusura frontale: 15,5 cm

Lunghezza (spessore parete): 33 cm

Larghezza chiusura frontale = larghezza cornice di base: 27,5 cm

peso: 13 kg

Materiale: calcestruzzo tipo B 300 con caratteristiche antigelo

Utilizzo: 16 pezzi/m² di parete

Generale:

Il Mini-Alpenstein è la logica aggiunta del sistema in una scala ridotta. Questo elemento più piccolo, nella sua struttura e caratteristiche, è pressoché identico al suo fratello maggiore, tanto che la descrizione tecnica di quest'ultimo è applicabile anche per l'elemento Mini-Alpenstein.

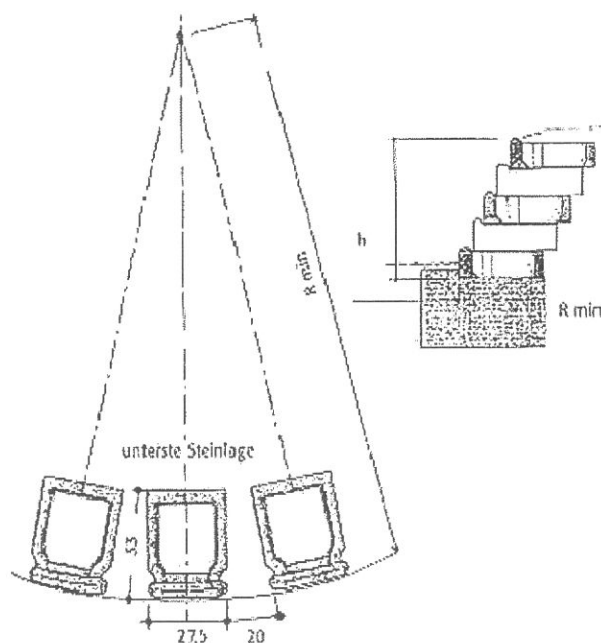
Nelle pagine seguenti verranno fornite indicazioni a cui attenersi specificatamente per questo elemento più piccolo. Da notare che il Mini-Alpenstein è utilizzabile in tutti gli ambienti che il suo venditore o consulente tecnico riterrà compatibili con la tabella tecnica ed i disegni elencati. Seguendo le indicazioni di posa è possibile eseguire pareti per scarpate regolamentari.

10. Mini-AlpenStein / CONVESSO

Sviluppo dell'arco

Raggi degli archi ($R_{\min}$) più piccoli con altezza parete (h)

Höhe		Wandneigung 70° ca. 3:1	Wandneigung 65° ca. 2:1
Lagen	cm	R min (m)	R min (m)
5	39	1,09	1,24
4	52	1,18	1,40
3	65	1,29	1,55
2	78	1,40	1,71
1	91	1,50	1,86
0	104	1,60	2,02
-1	117	1,71	2,17
-2	130	1,81	2,35
-3	143	1,91	2,50



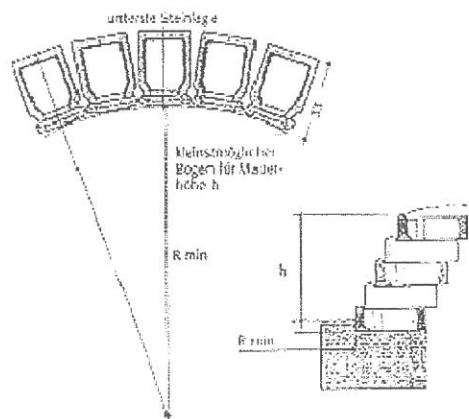
Höhe – Altezza; Wandneigung – inclinazione parete; Lagen – file
unterste Steinlage – prima fila di pietre

11. Mini-Alpenstein / CONCAVO

Sviluppo dell'arco

Raggi degli archi ($R_{\min}$) più piccoli con altezza parete (h)

Höhe		Wandneigung 70° ca. 3:1	Wandneigung 65° ca. 2:1
Lagen	cm	R min (m)	R min (m)
3	39	0,76	0,67
4	52	0,83	0,88
5	65	0,90	1,08
6	78	0,98	1,20
7	91	1,05	1,30
8	104	1,13	1,41
9	117	1,20	1,52
10	130	1,28	1,62
11	143	1,34	1,73



Alpenstein Mini

12. Altezza parete

Mini-Alpenstein profondità della costruzione: 32 cm

Letto in ghiaia ben compresso con fondazione, con 10 cm di strato di calcestruzzo

Sezione: larghezza 70 cm, spessore (altezza) 50 cm, soletta base antigelo

Raumgewicht der Hinterfüllung 19 kN/m ³ Kies-Sand-wasserdurchlässig, gut verdichtet Wandreibungswinkel = 2/3 Phi	Böschungsneigung über der Wand	Maximal erreichbare Wandhöhen (m), Auflast auf Gelände: 5 kN/m ²								
		Reibungswinkel Phi 27,5° (mittelfester Boden)			Reibungswinkel Phi 30° (lockerer Sand, Kies)			Reibungswinkel Phi 32,5° (mitteldichter Sand, Kies)		
		Wandneigung 70° 65° 60°			Wandneigung 70° 65° 60°			Wandneigung 70° 65° 60°		
Alpensteinwand mit dichter Erdfüllung Wandgewicht mind. 4,0 kN/m ²	0 Grad	0,65	0,78	0,91	0,91	1,04	1,17	1,43	1,56	1,69
	15 Grad	0,52	0,59	0,65	0,65	0,78	0,91	1,30	1,43	1,56
	30 Grad	0,26	0,39	0,52	0,52	0,65	0,78	1,04	1,30	1,43

Betonfundament auf frostfreie Tiefe gegründet

Fundament-Querschnitt: Breite 70 cm, Dicke (Höhe) 50 cm

Raumgewicht der Hinterfüllung 19 kN/m ³ Kies-Sand-wasserdurchlässig, gut verdichtet Wandreibungswinkel = 2/3 Phi	Böschungsneigung über der Wand	Maximal erreichbare Wandhöhen (m), Auflast auf Gelände: 5 kN/m ²								
		Reibungswinkel Phi 27,5° (mittelfester Boden)			Reibungswinkel Phi 30° (lockerer Sand, Kies)			Reibungswinkel Phi 32,5° (mitteldichter Sand, Kies)		
		Wandneigung 70° 65° 60°			Wandneigung 70° 65° 60°			Wandneigung 70° 65° 60°		
Alpensteinwand mit dichter Erdfüllung Wandgewicht mind. 4,0 kN/m ²	0 Grad	1,17	1,30	1,43	1,43	1,56	1,69	1,69	1,95	2,08
	15 Grad	0,78	0,91	1,04	1,04	1,17	1,43	1,30	1,56	1,69
	30 Grad	0,52	0,65	0,78	0,78	0,91	1,04	1,17	1,43	1,56

Raumgewicht der Hinterfüllung 9 kN/m³: peso lordo del materiale di riempimento 9 kN/m³

Böschungsneigung über der Wand: inclinazione della scarpata sopra la parete

Maximal erreichbare Wandhöhe (m): altezza massima raggiungibile (Mm) della parete

Auflast auf Gelände: 5 kN/m²: peso aggiuntivo sul terreno

Reibungswinkel (mittelfester Boden; lockerer Sand, Kies; mitteldichter Sand, Kies): angolo di naturale declivio (terreno mediamente solido, sabbia con poca solidità, sabbia mediamente compatta, ghiaia)

Wandneigung: inclinazione della parete

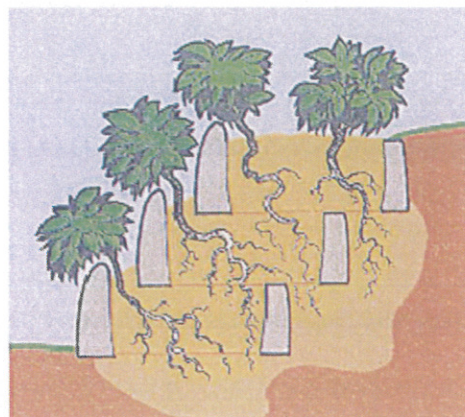
Kies-Sand-wasserdurchlässig, gut verdichtet Wandreibungswinkel - 2/3 Phi: ghiaia-sabbia-permeabile all'acqua, angolo di naturale declivio della parete ben compresso - 2/3 Phi:

Alpensteinwand mit dichter Erdfüllung: parete Alpenstein con fitto riempimento di terriccio

Wandgewicht mind. 7.0 kN/m²: peso della parete min. 7.0 kN/m²

13. Le piante

Questi elementi si prestano molto bene per la vegetazione, in relazione al luogo di utilizzo ed al paesaggio, al tipo di piante, di arbusti e di cespugli che crescono a cuscino, arrampicanti o striscianti. Il cuore interno degli elementi svolge l'effetto di colonna vegetale, nutrita da precipitazioni meteorologiche e dall'azione di umidità capillare della terra, la quale fornisce alimenti e minerali.



Esempi:

Chrysanthus radiatus	a cuscino	
Salix repens argentea	strisciante	
Nespolo	strisciante	sempreverde
Edera	strisciante	
Mora	pendente	
Ginepro	strisciante	arrampicante
Pino mugo	sempreverde	arrampicante
Sinforicarpo	esteso	sempreverde