

COM ES DEFORMA I TRENCA UN MUR O CONSLUSIONS D'UN PETIT ASSAIG DE BAIX PRESSUPOST



VIII TROBADA D'ESTUDI
PER A LA PRESERVACIÓ DEL
PATRIMONI DE PEDRA SECA ALS
TERRITORIS DE PARLA CATALANA

Calaceit, 15, 16 i 17 de maig de 2015



cbp

arquitecte
Passeig de Sant Joan, 72, 41. 210
08223 Terrassa - Tel: 937 339 730

Tel.: 937339730 / cbp_arquitecte@coac.cat / rambleta pare alegré 71, 412a 08223 temassa / www.wix.com/cbp_arquitecte/cbp_arquitecte

sustenta.eu

consultoria d'estructures

índex

Descripció de l'assaig realitzat i protocol adaptat als recursos:

Comportament del mur considerant la totalitat com una unitat:

Comportament del mur considerant les parts que els formen:

Inconvenients i avantatges del seu comportament:

Comparació del mur amb casos reals de deformacions de murs:

Descripció de l'assaig realitzat i protocol adaptat als recursos:

cbp

arquitecte
Rambleta Pare Alegre, 71, 4t - 2a
08223 Terrassa - Tel: 937 339 730

Tel.: 937339730 / cbp_arquitecte@ccac.cat / rambleta pare alegre 71, 4t 2a 08223 terrassa / www.wix.com/cbp_arquitecte/cbp_arquitecte



Descripció de l'assaig realitzat i protocol adaptat als recursos:

Lloc i data:

Bosc de Pedra Tosca, Les Preses (La Garrotxa) 18 de maig de 2013

Descripció de la construcció bàsica:

Paret d'un full homogeni

Descripció de l'element constructiu:

Fonamentació:

Llarg 255cm, ample 45-50cm, fondària de 30cm

Cos central:

Troncocònica: base 45-50 / coronament 35-40 / Alçada 125cm

Coberta o coronació:

Lloses basàltiques de dimensions entre el doble i triple de la pedra de paret.

Obertures:

No s'ha practicat obertures.

Descripció de l'aparell:

Pedra sense treballar col·locada amb flaques de forma generalitzada en tot el mur per la part interior i exterior.

Descripció del material:

Lloses basàltiques en formes irregulars arrodonides de 50 a 90cm

Pedra tosca i basàltica de petites dimensions a la resta de entre 20 i 50

Pedruscall molt escàs usat com a flaques

Col·laboradors necessaris:

Eudald Molas Pararols, Joaquim Monturiol Sanés, Joan Vilamú Viñas, Emili Jordi Colom Arqués, Mercè Hortalà Vallevé, Joan Roure Umbert, Anna Solé Llop, Xavier Revés, Federica Mahieu, Montserrat Moya Cardona, Pol Lozano, Josep Capdeferro,
Gràcies a tots...!

cbp

arquitecte
Passeig de Sant Joan, 72 - 08223 Terrassa - Tel: 637 339 730

Tel.: 937389780 / cbp_arquitecte@coac.cat / rambla la pare alegrí 71, 412a 08223 terrassa / www.wix.com/cbp_arquitecte/cbp_arquitecte



Descripció de l'assaig realitzat i protocol adaptat als recursos:

PEDRES VOLCÀNIQUES:

Pedra basàltica: Roca ígnia de gra fi, estructura microcristal·lina, densitat elevada i coloració fosca.

Pedra tosca (o pumicita): Roca ígnia , d'aspecte vitri vesicular, de baixa densitat i molt porosa, que es troba en abundància a les zones on s'han produït explosions volcàniques.



MATERIAL DE CONSTRUCCIÓ - DIMENSIONS:

Llosses basàltiques: entre 50 i 90cm, de forma arrodonides irregulars. / Ús: coronament mur i fonament

Pedres: entre 20 i 50cm, de forma cúbica forca abundants. / Ús: Construcció cos de construcció.

Pedruscall: pedres inferiors a 20cm. / Ús: falques en tot el mur



Llosses basàltiques

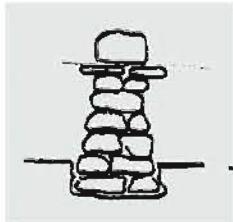


Pedres basàltiques



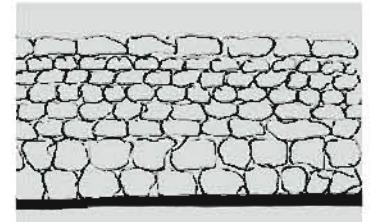
Pedres tosques

Descripció de l'assaig realitzat i protocol adaptat als recursos:



Construcció de l'element a assajar:

Dimensions de la paret: 250 cm llarg, 45cm espessor, 125cm alçada



Fonament



Fonament



Cos de construcció



Cos de construcció



Coronament falcat exterior



Coronament falcat exterior

sustenta.eu

cbp

arquitecte
Zona d'Explotació: Tarragona / Tel.: 937 339 730

Tel.: 937 339 730 / cbp_arquitecte@coac.cat / rambla la pare alegrí 71, 4t 2a 08223 terrassa / www.wix.com/cbp_arquitecte/cbp_arquitecte



Descripció de l'assaig realitzat i protocol adaptat als recursos:

Col·locació de les eines de "laboratori" per realitzar l'assaig:



Col·locació cables d'acer connectats a barres de ferro posteriors



Col·locació testimoni de guix



Amidament desplaçament amb rellotge comparador



Aplicació uniforme de les forces aplicades



Repartiment uniforme de les forces aplicades



Connexió de les barres amb cables a la força motriu (tractor)



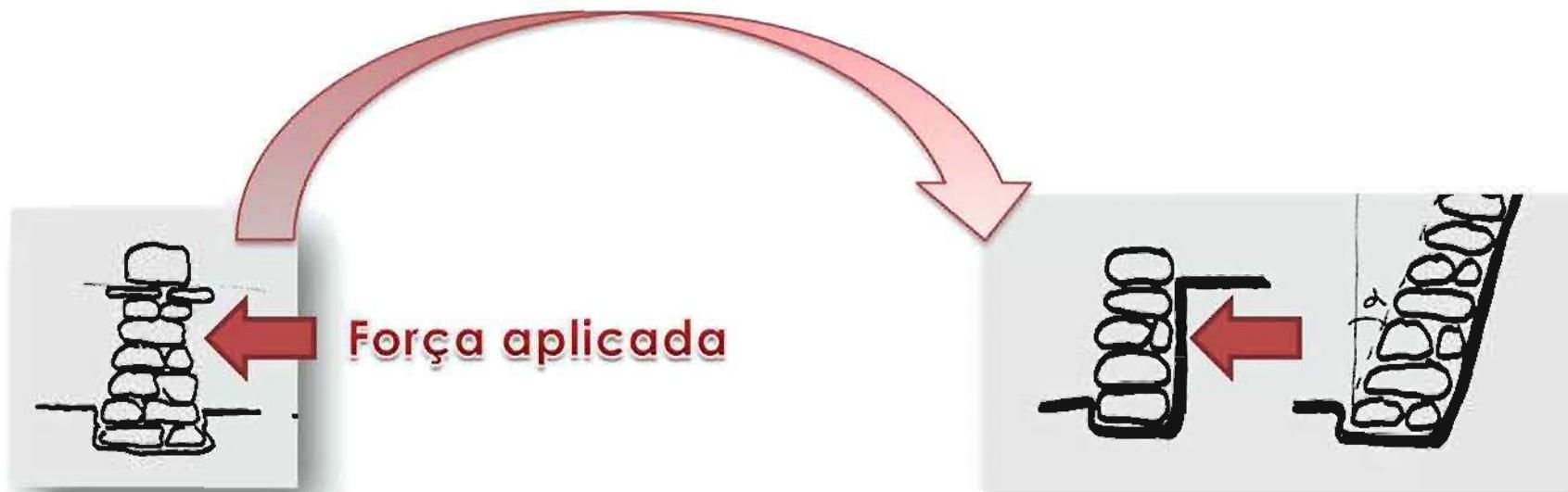
Fotos i vídeos

Descripció de l'assaig realitzat i protocol adaptat als recursos:

Aplicació de les forces i comportament de l'element a assajar:

Aplicació de les forces: Es realitza una empenta en un lateral i al centre de la paret, es assimilable al comportament d'un marge o mur de contenció i fa que el seu comportament també ho sigui.

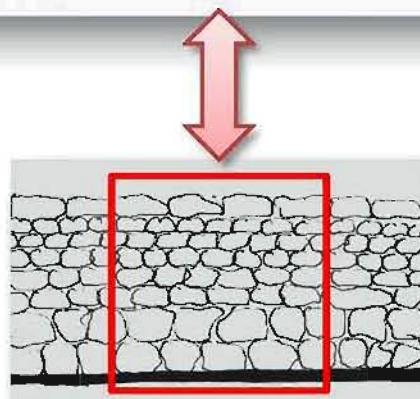
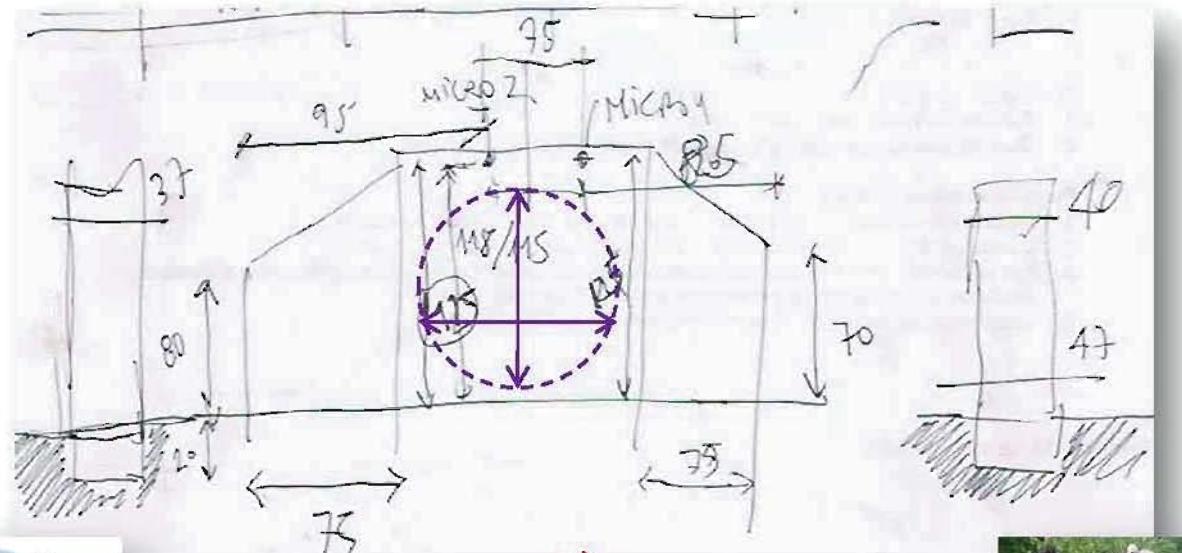
Verticalitat de la paret: Fa que no sigui una tipologia de marge o mur de contenció habitual aquests disposen sempre d'una inclinació entre un 5º i 20º graus contra la pendent es tractaria d'un marge o mur de contenció vertical usat per alçades petites.



Descripció de l'assaig realitzat i protocol adaptat als recursos:

Aplicació de les forces i comportament de l'element a assajar:

Zona a analitzar: Per tal de tenir un resultats més fiables centrem l'anàlisi en el terç central del mur, descartant els fenòmens que succeeixen a les vores.



cbp

arquitecte
82220 Tarragona | Tel.: 977 227 229

Tel.: 937339720 / cbp_arquitecte@coac.cat / rambleta pare alegrí 71, 41223 temassa / www.wix.com/cbp_arquitecte/cbp_arquitecte

sustenta.eu

consultoria d'estructures

Descripció de l'assaig realitzat i protocol adaptat als recursos:

Estructura acabada i aparells de control col·locats



cbp

arquitecte
Passeig del Poble Nou, 72, 41.210
08223 Terrassa - Tel: 937 339 730

Tel.: 937339730 / cbp_arquitecte@coac.cat / rambleta pare alegrí 71, 41200 temassa / www.wix.com/cbp_arquitecte/cbp_arquitecte

sustenta.eu
consultoria d'estructures

Descripció de l'assaig realitzat i protocol adaptat als recursos:



Aplicació de les forces:

Desplaçaments suaus de 20cm del tractor, de forma constant.

Es desconeix numèricament la quantitat de la força aplicada, però coneixem que es tracta d'un inclinent constant.



Control de les deformacions:

Control amb testimonis de guix evolució del fissurímetre, mesura del desplom del coronament del mur.

Control del comportament general fins al col·lapse.

Descripció de l'assaig realitzat i protocol adaptat als recursos:

S'han realitzat 4 desplaçaments fins que ha col·lapsat l'estructura o mur amb els següents resultats:

1r desplaçament (20cm):

Testimonis de guix: Fissurats en base, intactes en coronament

Desplaçament horitzontal a 1.25m: 4 cm

Desplaçament vertical: No apreciable

Observacions generals: Moviment plàstic no s'aprecia recuperació de forma.

Fonaments: Sense desplaçament horitzontal i vertical.

Base del cos de construcció: Desplaçament horitzontal apreciable, sense desplaçament vertical, petits desprendiments de falques procedents de la uniformització del contacte del sistema d'empenta.

coronament: Desplaçament horitzontal menor que al centre del mur.



Moviment Segon

2n desplaçament (40cm):

Testimonis de guix: Fissurats en base, fissurats en coronament

Desplaçament horitzontal a 1.25m: + 4 cm / acumulat 8 cm

Desplaçament vertical: No apreciable

Observacions generals: certa capacitat de recuperació en cessar les forces. "elasticitat"

Fonaments: Sense desplaçament horitzontal i vertical.

Base del cos de construcció: Mínim desplaçament horitzontal, sense desplaçament vertical, desprendiments de falques petites per exterior i interior i menor per l'interior (en un cas real no caurien).

coronament: Desplaçament horitzontal menor que central del mur. (Peces grans estables)

cbp

arquitecte
Pomarola Pare Agustí 72, 1a
08223 Terrassa Tel: 637 334 730

Tel.: 937339730 / cbp_arquitecte@coac.cat / rambla la pare alegré 71, 4t 2a 08223 terrassa / www.wix.com/cbp_arquitecte/cbp_arquitecte

Descripció de l'assaig realitzat i protocol adaptat als recursos:

3r desplaçament (60cm):

Testimonis de guix:

Fissurats en base, fissurats en coronament

Desplaçament horitzontal a 1.25m:

+ 7 cm / acumulat 15cm

Desplaçament vertical:

Plastificació

Observacions generals: inapreciable capacitat de recuperació en cessar les forces.

Fonaments: Sense desplaçament horitzontal i vertical.

Base del cos de construcció: Gran desplaçament horitzontal, desplaçament vertical per geometria i recol·locació de peces, despreniments de falques i per exterior i interior, cap pedra de paret es descol·loca.

coronament: Desplaçament horitzontal menor que central del mur. Peces grans estables, es desprenen aquelles més petites i mal col·locades als extrems.



Moviment Tercer

4t desplaçament – COL·LAPSE:

Testimonis de guix:

Col·lapse

Desplaçament horitzontal a 1.25m:

Col·lapse

Desplaçament vertical:

Col·lapse

Observacions generals:

Fonaments: Sense desplaçament horitzontal i vertical.

Base del cos de construcció: Col·lapsa com una unitat i només és comporten independentment quan ja no recolzen en la seva verticalitat en la següent pedra.

Coronament: Segueix confinant les peces més petites fins arribar al terra.



Moviment col·lapse

Comportament del mur considerant la totalitat com una unitat:

cbp

arquitecte
Passeig de Sant Joan, 72, 4t - 2a
08223 Terrassa - tel: 937 334 730

Tel.: 937339780 / cbp_arquitecte@coac.cat / rambla pare alegrí 71, 4t 2a 08223 temassa / www.wix.com/cbp_arquitecte/cbp_arquitecte



Comportament del mur considerant la totalitat com una unitat:

Base: La part inferior del mur no presenta pràcticament deformacions ni desplaçaments en els primers 30cm, a partir d'aquest punt en el col·lapse desapareix el mur.

En el moment del col·lapse la ròtula del gir i el pla de trencament és la zona, que limita el final del comportament unitari de la totalitat del mur i el divideix en dues subunitats.

- 1.- El cos de construcció que cau de forma unitària que ha patit les grans deformacions i desplaçaments
- 2.- Els fonaments junt a la base que està en directe contacte amb ells que no col·lapsen i no han patit pràcticament cap deformació o desplaçament apreciable.

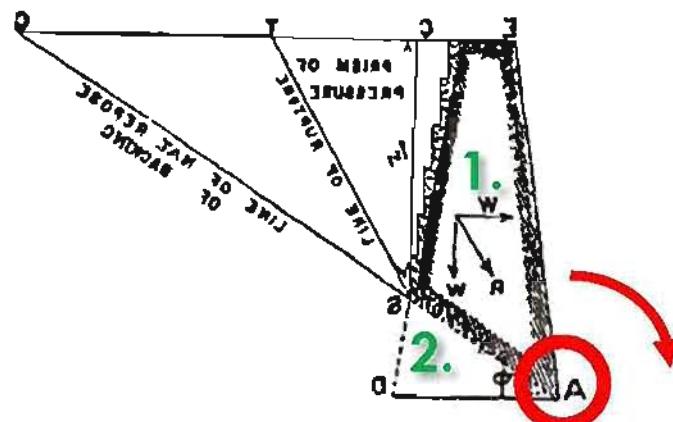


Figure 1.12 – Ligne de rupture interne dans un mur de soutènement en pierre sèche selon Constable (1875).

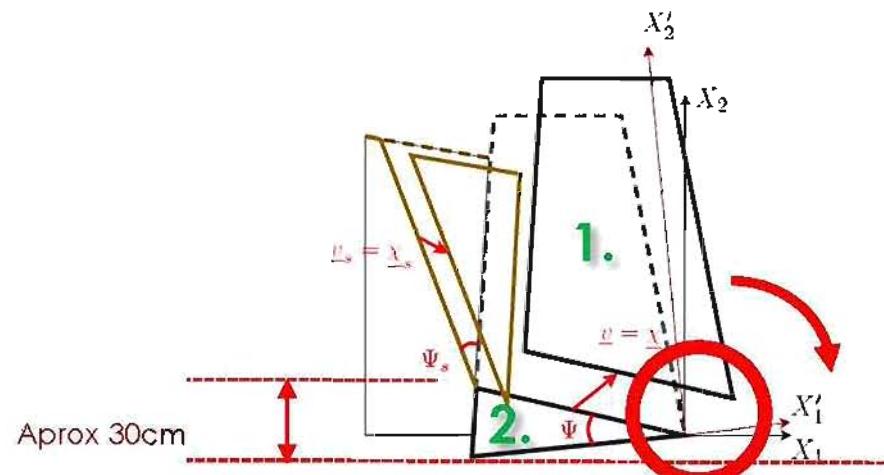
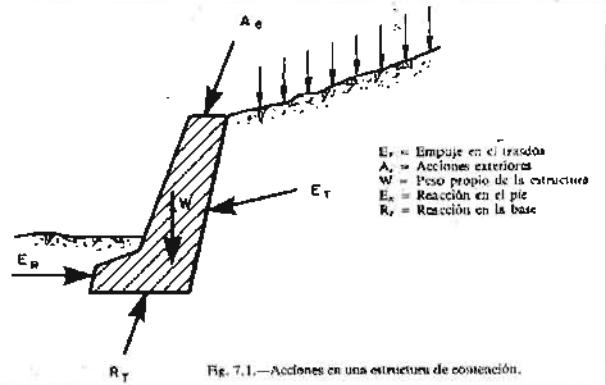


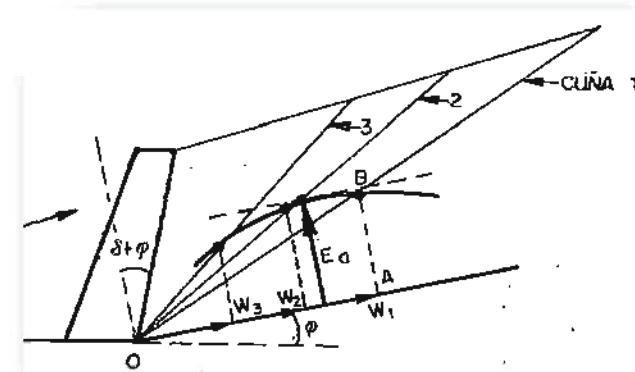
Figure 2.10 – Mécanisme de rupture en translation du mur et de son remblai.

Comportament del mur considerant la totalitat com una unitat:

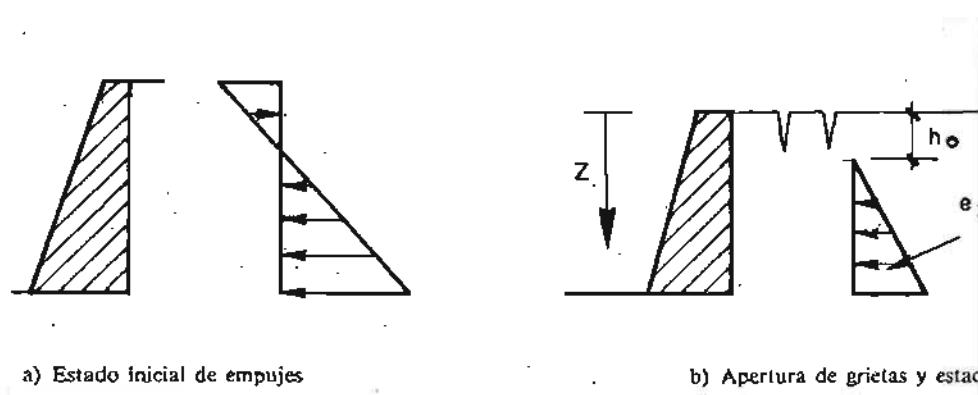
A efectes de comportament a la realitat i al càlcul: Es desprèn es que pot considerar com una unitat de treball conjunt amb una particularitat de gran plasticitat és a dir que pot patir grans deformacions que no recupera i seguir conservant unes propietats resistentes que li confereixen utilitat a l'ús requerit.



"Empujes de Tierra y estructuras de contención" autor : Carlos S. Oteo Mazo



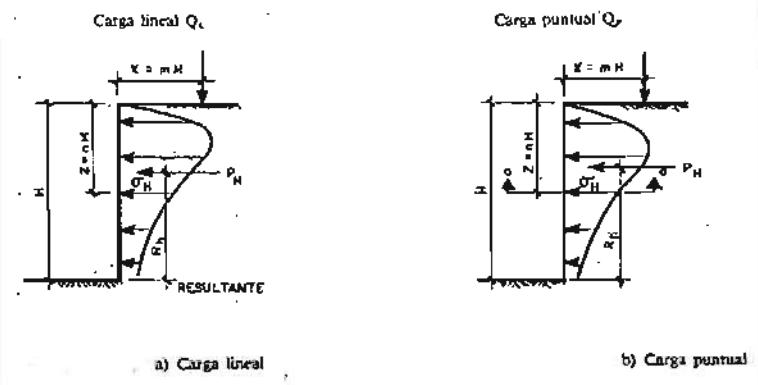
"Empujes de Tierra y estructuras de contención" autor : Carlos S. Oteo Mazo



a) Estado inicial de empujes

b) Apertura de grietas y estac

"Empujes de Tierra y estructuras de contención"
autor : Carlos S. Oteo Mazo



"Empujes de Tierra y estructuras de contención"
autor : Carlos S. Oteo Mazo

Comportament del mur considerant les parts que els formen:

cbp

arquitecte
Passeig de Sant Joan, 72, 4t - 2a
08223 Terrassa - tel: 937 334 730

Tel.: 937339780 / cbp_arquitecte@coac.cat / rambla pare alegrí 71, 4t 2a 08223 terrassa / www.wix.com/cbp_arquitecte/cbp_arquitecte



Comportament del mur considerant les parts que els formen:

Progressivitat: La deformació evoluciona de forma continua acumulant les deformacions anteriors i augmentant lleugerament el grau de deformació a cada increment de forces.

Plasticitat: Permet grans deformacions abans d'arribar al col·lapse o esfondrament del conjunt. Les deformacions plàstiques no són reversibles, a diferència de les elàstiques.

Es desprenden les pedres petites que són les falques però no influeix al comportament general.

Acomodament de les pedres del mur: Cada una busca de forma independent el seu nou estat d'equilibri, gràcies a la gravetat (pes de les pedres), al fregament entre les pedres i a l'espai buit entre elles. Es tracta d'una redistribució plàstica de les pedres que formen el mur fins assolir un nou estat d'equilibri,

Es conclou que la paret té grans deformacions, gràcies a la reposicionament de les peces donat l'espai buit que hi ha entre elles, les quals, però tornen a trobar un nou estat d'equilibri.

Aquest fenomen de plastificació pel fregament i la acció de la gravetat, és altament complexa, però el seu estudi detallat pot ajudar a comprendre i millorar les estructures de pedra seca.

Inconvenients i avantatges del seu comportament:

cbp

arquitecte
Passeig de Sant Joan, 72, 4t - 2a
08223 Terrassa - Tel: 937 334 730

Tel.: 937339780 / cbp_arquitecte@coac.cat / rambla pare alegrí 71, 4t 2a 08223 temassa / www.wix.com/cbp_arquitecte/cbp_arquitecte



Inconvenients i avantatges del seu comportament:

Inconvenients:

- Poca predictibilitat respecte a quantificar comportaments per la dificultat de parametrizar i estandarditzar el mètode.
- Poca confiança en el mon actual de normatives per construir amb aquestes tècniques.
 - Altres.....

Avantatges:

Fàcil comprensió i detecció dels problemes constructius d'un mur de pedra seca, ja que abans del col·lapse el deforma de forma considerable i avisa amb temps, del que deduïm:

- Facilitat en la predicción del comportament i lectura dels paràmetres (Ara veurem exemples)
- Facilitat en la prescripció de la rehabilitació (Ara veurem exemples)
- Facilitat en la millora intuitiva del comportament estructural de les construccions (Avui no ho tractarem però... per exemple coronaments, intuïció de modificacions del gruixos eficàcia i eficiència de la col·locació del material, etc...) .

Comparació del mur amb casos reals de deformacions de murs:

(Lectura dels paràmetres / predicció del comportament / Facilitat en la prescripció de la rehabilitació)

cbp

arquitecte
rambla pare alegrí, 71, 4t 08223 temassa - tel: 937 339 730

Tel.: 937339730 / cbp_arquitecte@caac.cat / rambla pare alegrí 71, 4t 2a 08223 temassa / www.wix.com/cbp_arquitecte/cbp_arquitecte

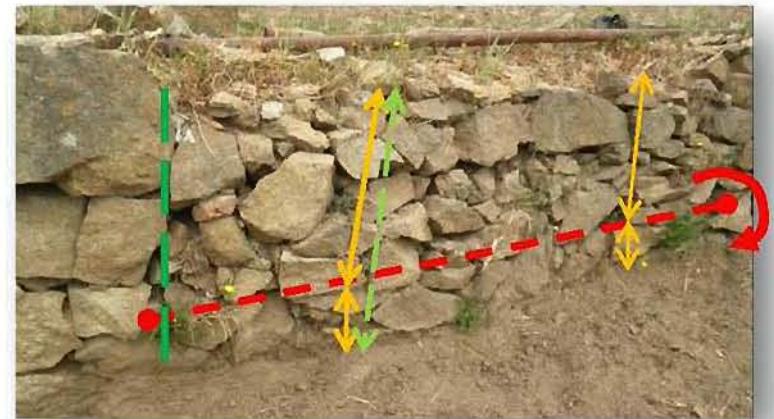


Comparació del mur amb casos reals de deformacions de murs:

(Lectura dels parament / predicción del comportament / Facilitat en la prescripció de la rehabilitació)

Canyet - Badalona (El Maresme)

Marge recte sense inclinació , realització per persones poc expertes, zona agrícola.



cbp

arquitecte
Rambleria Pare Aleixandre, 72, 4t, 2a
08223 Terrassa - Tel. 937 334 730

Tel.: 937339730 / cbp_arquitecte@coac.cat / rambleria pare aleixandre 71, 4t 2a 08223 terrassa / www.wix.com/cbp_arquitecte/cbp_arquitecte

sustenta.eu

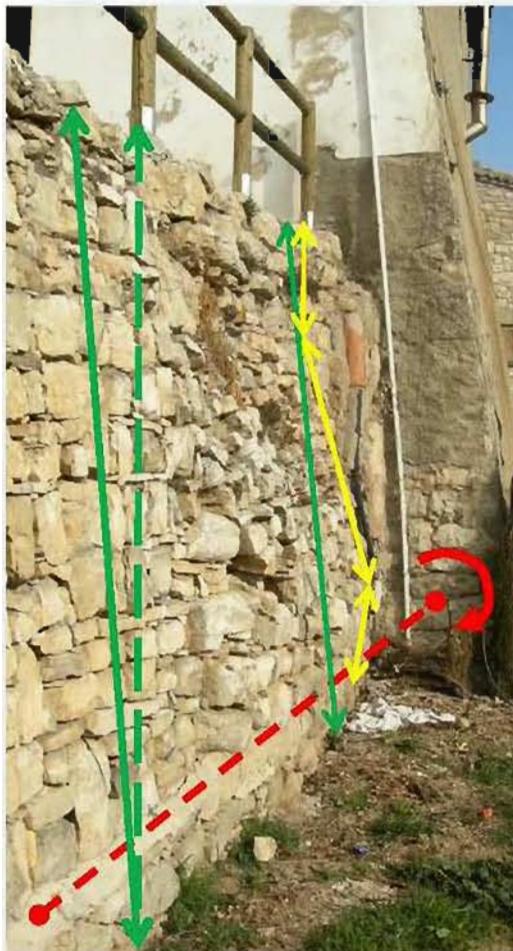
consultoria d'estructures

Comparació del mur amb casos reals de deformacions de murs:

(Lectura dels parament / predicció del comportament / Facilitat en la prescripció de la rehabilitació)

Aleny – Calonge de Segarra (Anoia)

Marge amb inclinació, asfaltat superior, zona urbana de gir de vehicles.



cbp

arquitecte
rambla pare aleix 72, 4t 2a
08223 Terrassa - tel: 937 334 730

Tel: 937339730 / cbp_arquitecte@coac.cat / rambla pare aleix 71, 4t 2a 08223 terrassa / www.wix.com/cbp_arquitecte/cbp_arquitecte

sustenta.eu

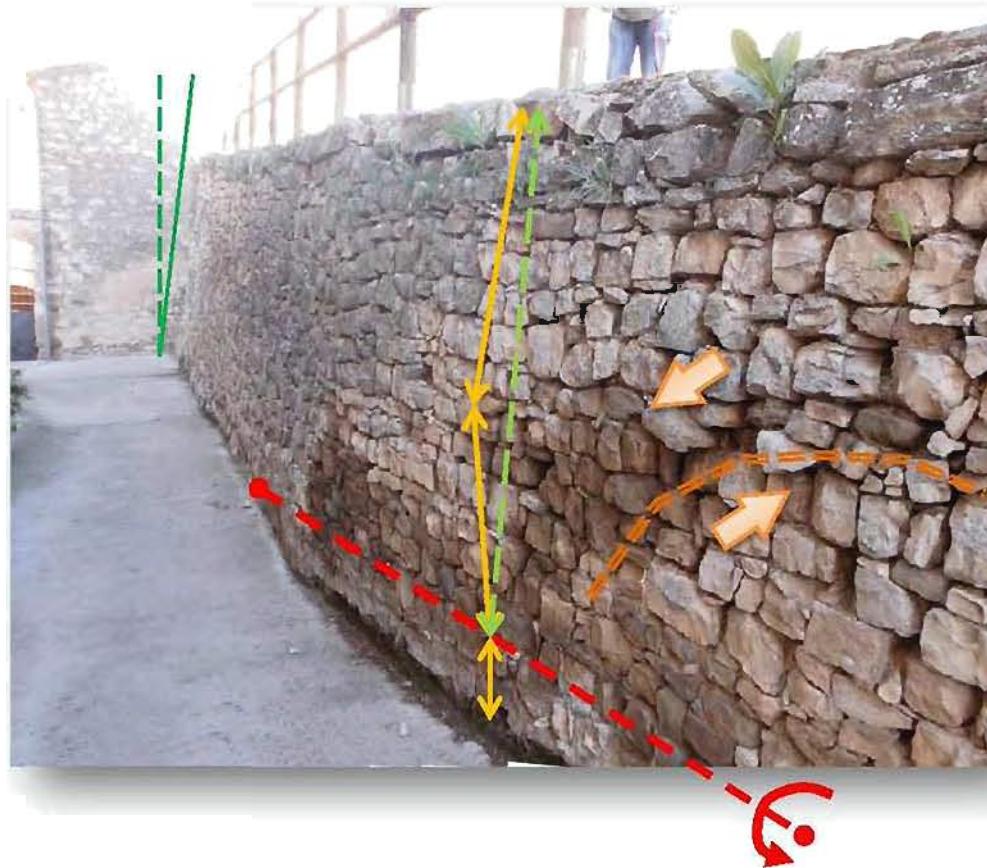
consultoria d'estructures

Comparació del mur amb casos reals de deformacions de murs:

(Lectura dels parament / predicció del comportament / Facilitat en la prescripció de la rehabilitació)

Aleny – Calonge de Segarra (Anoia)

Marge amb inclinació, asfaltat superior, zona urbana de transit de vehicles



cbp

arquitecte
Passeig Pare Climent 72, 4t - 2a
08223 Terrassa - Tel: 637 334 730

Tel.: 937339780 / cbp_arquitecte@caac.cat / rambla pare alegrí 71, 4t 2a 08223 temassa / www.wix.com/cbp_arquitecte/cbp_arquitecte

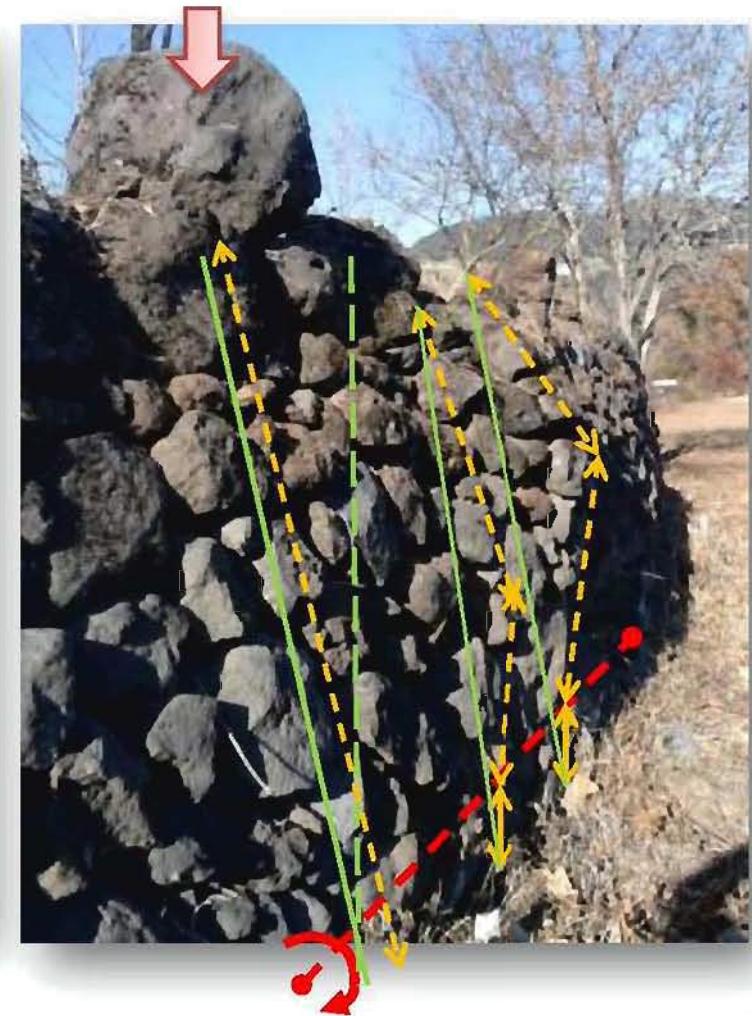
sustenta.eu
consultoria d'estructures

Comparació del mur amb casos reals de deformacions de murs:

(Lectura dels parament / predicció del comportament / Facilitat en la prescripció de la rehabilitació)

IES. La Garrotxa - Olot (La Garrotxa)

Marge amb inclinació, zones de treballs agrícoles



cbp

arquitecte
Rambleta Pare Alegría, 71, 41200
08228 Terrassa - Tel: 637 334 730

Tel.: 937339780 / cbp_arquitecte@coac.cat / rambleta pare alegría 71, 41200 temassa / www.wix.com/cbp_arquitecte/cbp_arquitecte

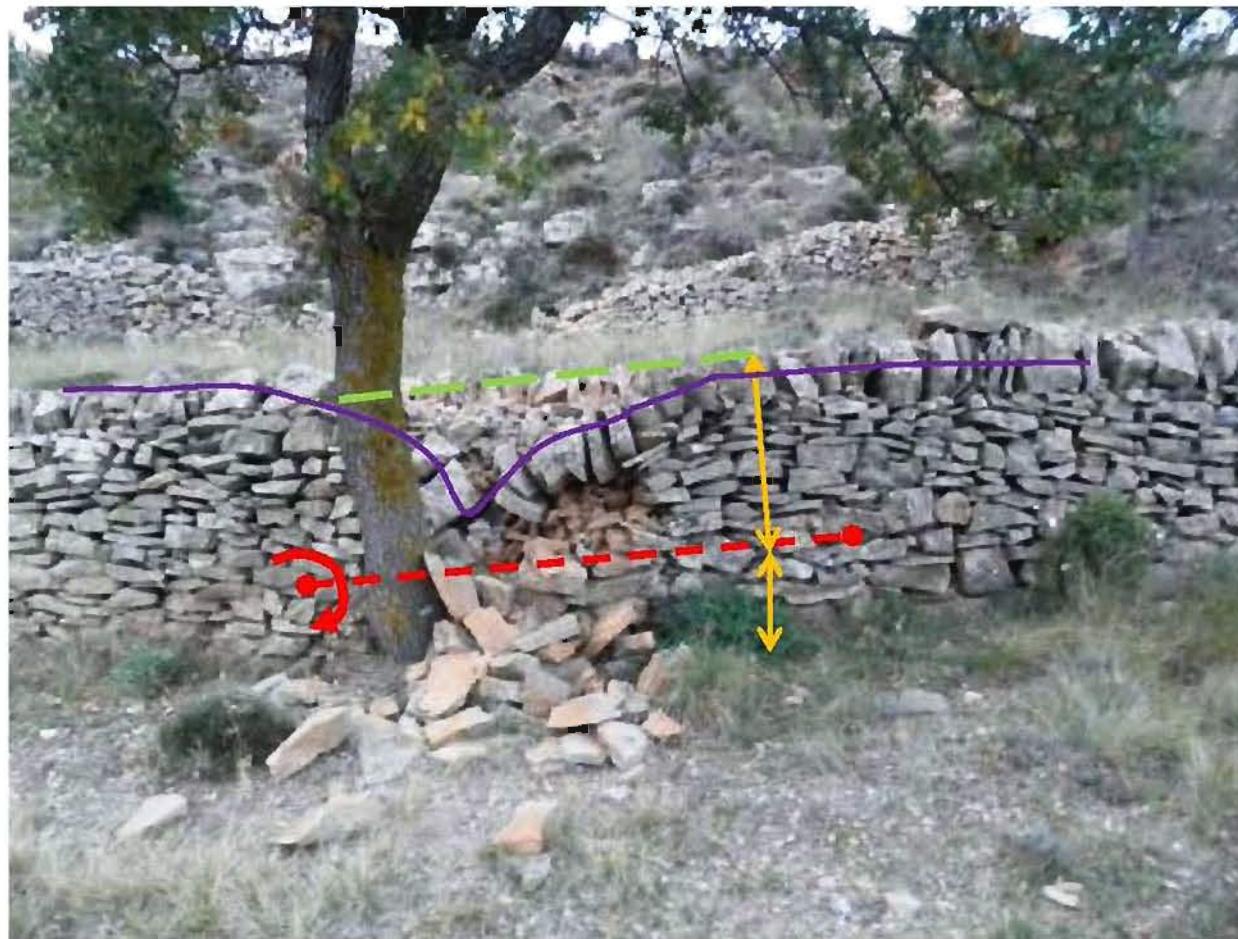
sustenta.eu
consultoria d'estructures

Comparació del mur amb casos reals de deformacions de murs:

(Lectura dels parament / predicció del comportament / Facilitat en la prescripció de la rehabilitació)

Vilafranca –(Els Ports)

Parets rectes a dues cares, zona d'usos ramaders en mitja muntanya



cbp

arquitecte
Passeig Pare Claret, 72, 4t - 2a
08223 Terrassa - tel: 937 334 730

Tel.: 937339780 / cbp_arquitecte@caac.cat / rambleta pare alegrí 71, 4t 2a 08223 temassa / www.wix.com/cbp_arquitecte/cbp_arquitecte

El coronament en llibret ha funcionat com a cercle o cinturó

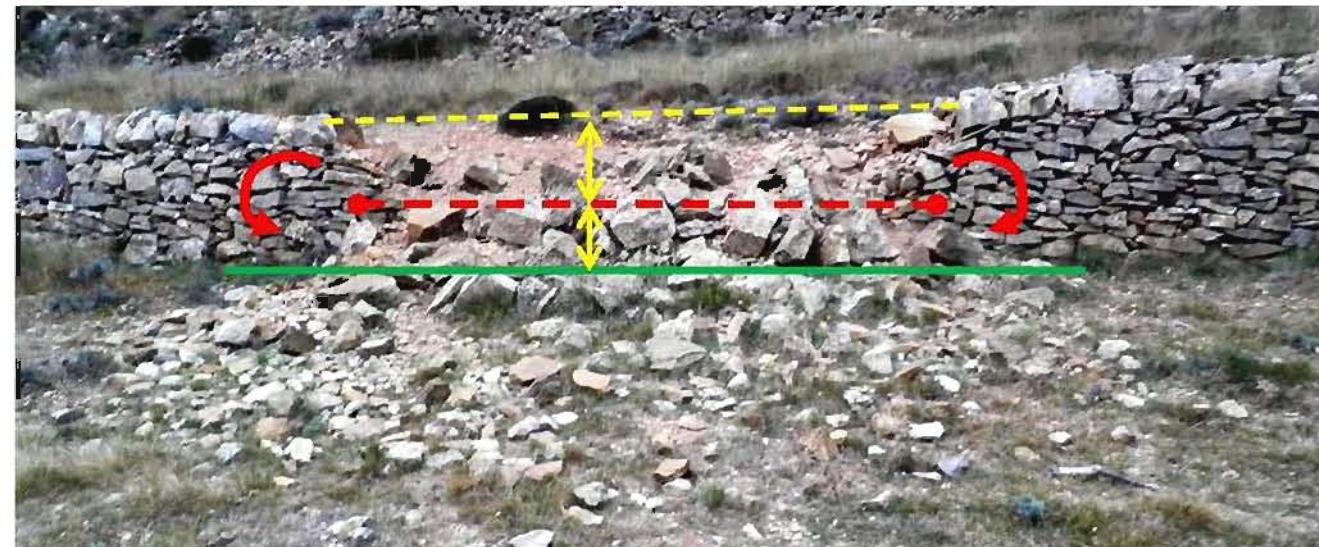


Comparació del mur amb casos reals de deformacions de murs:

(Lectura dels parament / predicción del comportament / Facilitat en la prescripció de la rehabilitació)

Vilafranca –(Els Ports)

Parets rectes a dues cares, zona d'usos ramaders en mitja muntanya



cbp

arquitecte
rambla pare aleix 72, 41. 2a
08223 Terrassa - tel: 937 334 730

Tel: 937339730 / cbp_arquitecte@coac.cat / rambla pare aleix 71, 41 2a 08223 terrassa / www.wix.com/cbp_arquitecte/cbp_arquitecte

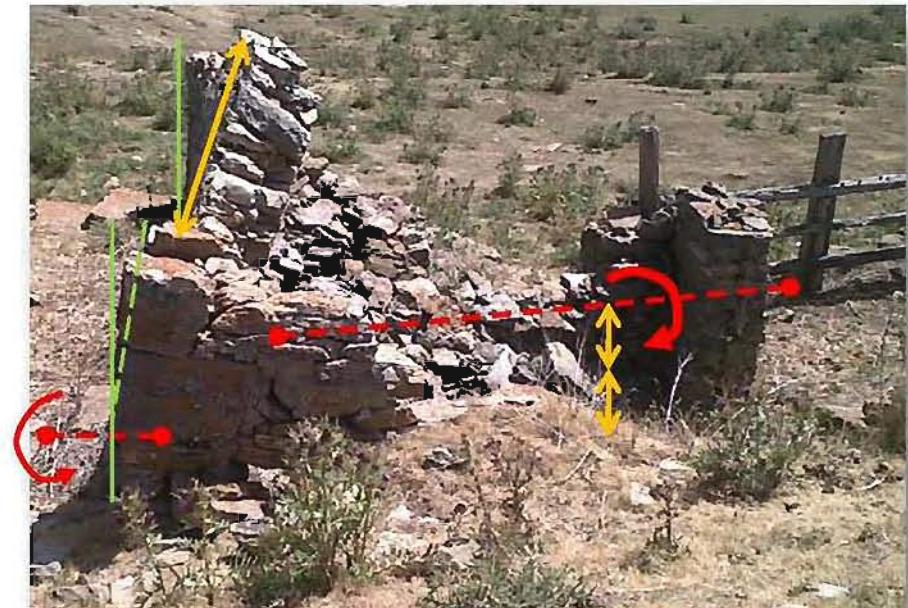
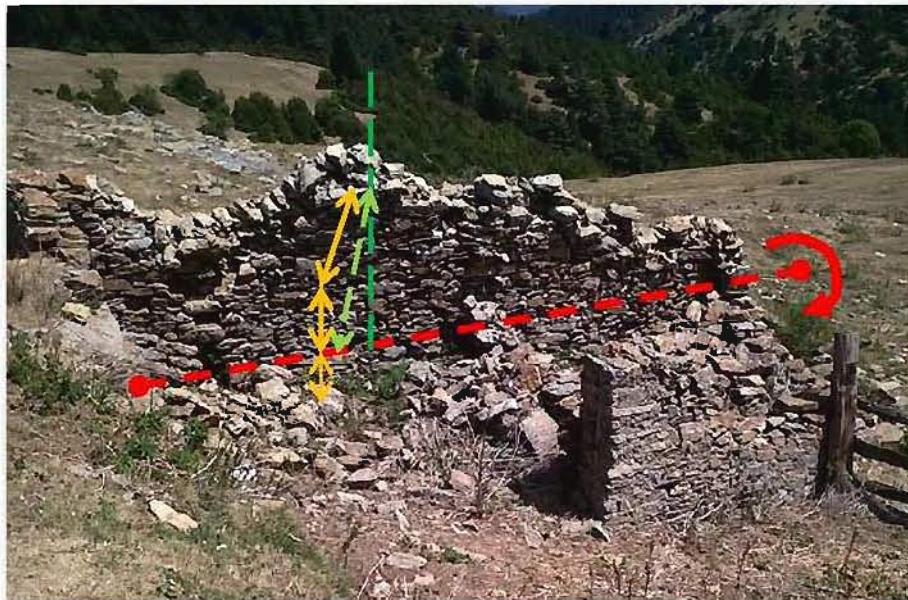
sustenta.eu
consultoria d'estructures

Comparació del mur amb casos reals de deformacions de murs:

(Lectura dels parament / predicció del comportament / Facilitat en la prescripció de la rehabilitació)

Prop Coll de la Creueta – Toses (Ripollès)

Antiga construcció parets rectes a dues cares, zona d'usos ramaders en alta muntanya



cbp

arquitecte
Pomarola Pare Alós, 73, 41. 210
08228 Terrassa - Tel: 637 334 730

Tel.: 937339780 / cbp_arquitecte@caac.cat / rambleta pare alegré 71, 41200 temissa / www.wix.com/cbp_arquitecte/cbp_arquitecte

Comparació del mur amb casos reals de deformacions de murs:

(Lectura dels parament / predicció del comportament / Facilitat en la prescripció de la rehabilitació)

Clot de la Fou – Toses (Ripollès)

Barraca de pastor, zona d'usos ramaders en alta muntanya (actualment restaurada)



Cabana Clot de la Fou construïda en 1868, Fotografia de 1923 de Tomàs Raguer,
Salvador Vilarrasa i Josep Ribot



Fotografia de 10 d'agost de 2012

cbp

arquitecte
Montcada, Fase. Núm. 72, 4t, 2a
08223 Terrassa - tel: 937 334 730

Tel: 937339730 / cbp_arquitecte@coac.cat / rambla de pare alegrí, 71, 4t 2a 08223 terrassa / www.wix.com/cbp_arquitecte/cbp_arquitecte

sustenta.eu

consultoria d'estructures

cbp

a r q u i t e c t e

Tel.: 937339730 * cbp_arquitecte@coac.cat * rambleta pare alegré 71, 4t 2a 08223 terrassa
www.cbp-arquitecte.wix.com/cbp_arquitecte

sustenta.eu



Tel.: 617352779 * estructura@coac.net * Montserrat de Casanovas 105, 08031 Barcelona
www.sustenta.eu

cbp

a r q u i t e c t e
Rambleta Pare Alegré, 71, 4t 2a
08223 Terrassa - Tel: 937 339 730

Tel.: 937339730 / cbp_arquitecte@coac.cat / rambleta pare alegré 71, 4t 2a 08223 temassa / www.wix.com/cbp_arquitecte/cbp_arquitecte

